

TEORIA DA ATIVIDADE: POSSIBILIDADES PARA A EDUCAÇÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

Viviane Cota Silva – vivianne_cs@yahoo.com.br

Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – Unileste-MG, Diretoria de Ciências Exatas.
Av. Tancredo Neves, 3500, Bairro Universitário.
35170-056 - Coronel Fabriciano – MG

Mariza Barcellos Góes – marizagoes@yahoo.com

Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação - FAE.
Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha.
31270-010 – Belo Horizonte – MG

Márcia Maria Fusaro Pinto – marcia@mat.ufmg.br

***Resumo:** Este artigo tem como objetivo discutir novas possibilidades de pesquisa e estudo para o processo de ensino-aprendizagem nas áreas de engenharia e arquitetura, sob a perspectiva da Teoria da Atividade. Apresenta conceitos da Teoria da Atividade e tece algumas considerações sobre as possibilidades de se fazer uma releitura das práticas vigentes, para criar novos caminhos que permitam uma melhor compreensão das mesmas e, por conseguinte, proporcionar melhores resultados educacionais nos cursos de engenharia e de arquitetura.*

***Palavras-chave:** Teoria da Atividade, Ensino e aprendizagem, Cursos de Engenharia e Arquitetura.*

1 INTRODUÇÃO

Neste artigo, duas alunas do doutorado¹ e uma professora² da pós-graduação da Faculdade de Educação da UFMG reconhecem as possibilidades de análise e compreensão do ensino-aprendizagem através da Teoria da Atividade e a apontam como uma nova possibilidade de estudo e pesquisa. As alunas com diferentes áreas de formação, uma em Engenharia Elétrica e a outra em Arquitetura, partem do reconhecimento em comum da necessidade de maiores discussões sobre o ensino e a aprendizagem nas suas respectivas áreas de atuação e apontam o estudo da Teoria da Atividade como uma estratégia para uma possível compreensão e melhoria da prática dos profissionais da educação. Neste artigo não estão sendo apontados resultados, mas apenas possíveis caminhos para tentar responder algumas das questões presentes sobre o ensino-aprendizagem nos referidos campos profissionais. Nesse sentido, são apresentados alguns conceitos da Teoria da Atividade e as possibilidades que eles trazem para uma releitura dos processos de ensino-aprendizagem tanto na engenharia quanto na arquitetura.

¹ As duas primeiras autoras deste artigo são alunas de doutorado na UFMG.

² A terceira autora deste artigo.

Uma breve revisão da literatura da “Educação em Engenharia” sugere que existe uma grande preocupação por parte de professores e pesquisadores da área com a *melhoria do processo de ensino e aprendizagem*. São muitos os trabalhos publicados sobre essa temática³. De maneira geral, tais trabalhos têm proposto reflexões e/ou experimentos metodológicos com base em alguma teoria de aprendizagem já existente.

Entre as principais teorias da aprendizagem que têm fundamentado os estudos sobre ensino-aprendizagem em cursos de engenharia, podem ser citadas, com alguns exemplos de trabalhos nas quais foram utilizadas:

- A Teoria Construtivista de Piaget (OLIVEIRA, 2005);
- A Teoria Sócio-interacionista de Vygotsky (SOUZA, 2003);
- A Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner (MARCHETI, 2001);
- Aprendizagem Baseada em Problemas (RIBEIRO & MIZUKAMI, 2004);
- Aprendizagem Significativa de Ausubel (BARROS & MELONI, 2005);
- A Teoria da Atividade (CRUZ, 2002).

Além destas, há ainda uma preocupação com o entendimento e o uso dos estilos de aprendizagem (PEREIRA, 2005).

Os esforços que têm sido feitos com o intuito de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem em cursos de engenharia podem, de maneira geral, ser agrupados em 3 grandes categorias:

1. Experimentações metodológicas de ensino
 - a. Utilização de softwares disponíveis no mercado (DANDOLINI et al., 2004);
 - b. Criação/implementação de softwares específicos (PEREIRA, 2005; VALENTE, 2003);
 - c. Implementação de modelos pedagógicos (OLIVEIRA, 2005; CRUZ, 2002; MARCHETI, 2001).
2. Capacitação docente (GRIMONI & NAKAO, 2004);
3. Avaliação da aprendizagem
 - a. A prova escrita (LODER & BENDER, 2005);
 - b. A produção de artigos técnicos e/ou científicos (ARIENTI et al., 2005);
 - c. Seminários (MORALES & GRIMONI, 2005);
 - d. Visitas técnicas (MORALES & GRIMONI, 2005);
 - e. A auto-avaliação (FRANKENBERG & CÔRTEZ, 2005);
 - f. A avaliação integrada (CESAR & DUTRA, 2005);

Já na arquitetura, a preocupação com o ensino-aprendizagem também se faz presente. Diversos campos de pesquisa, como por exemplo, o das questões urbanísticas, o das questões relativas ao clima, ao conforto ambiental, ao consumo energético, o do uso de novas tecnologias e materiais, buscam por novos conhecimentos aplicáveis à prática da arquitetura e, em conseqüência, abordam as questões de ensino.

Neste artigo o foco será dado às questões sobre o ensino de projeto e, em especial às questões da projeção. As diversas formas de atuação dos arquitetos e a ausência de uma metodologia projetual fixada *a priori* enriquecem e aprofundam a discussão sobre o ensino de projeto. Frente a tantas possibilidades de soluções e frente a tantos possíveis caminhos é visível a complexidade e as dificuldades existentes no ensino de projeto e na atuação dos docentes. Por outro lado, a maneira como o processo projetual se desenvolve e a presença do desenho, nas diversas etapas de realização do projeto, confirmam o grande potencial de ambos como forma de elaboração e estruturação do pensamento e, conseqüentemente, como

³ Isso pode ser facilmente percebido observando-se os muitos trabalhos publicados, por exemplo, no COBENGE, ao longo dos anos.

ferramenta a ser explorada no ensino-aprendizagem. Entre os principais trabalhos publicados nessa temática, buscando desvendar o processo projetual e o papel do desenho no ensino-aprendizagem, podemos citar os trabalhos de Schön (SCHÖN, 1983, 1988), Rowe (ROWE, 1991), Robbins (ROBBINS, 1997) e Lawson (LAWSON, 1996, 1997, 2003) dentre outros.

Além disto, a realidade da prática arquitetônica demanda um profissional que seja crítico, criativo e que seja capaz de dar respostas adequadas aos problemas que lhe são apresentados. Deste modo, faz sentido aprofundar o estudo sobre o ensino de projeto, através de uma abordagem teórica que se identifique com uma tendência educacional de caráter mais social e mais dialética, em busca de novas respostas para algumas questões propostas pela prática pedagógica. A dialética e as contradições ganham ênfase e se tornam um “campo fértil” para o desenvolvimento do pensamento (OLIVEIRA, 2001). É exatamente dentro desse aspecto dialético que a projeção ganha destaque, podendo se transformar em ferramenta catalisadora de grande importância no processo ensino-aprendizagem. O reconhecimento da importância da atividade de projeção e, em especial, da possibilidade da exploração do seu potencial cognitivo para promover o ensino-aprendizagem na arquitetura, se fazem aqui presentes.

Entre as teorias da aprendizagem que vem sendo utilizadas na Educação em Engenharia e na Arquitetura percebemos que a Teoria da Atividade tem sido muito pouco explorada, apesar de já estar sendo utilizada na área da Educação Tecnológica, principalmente em áreas de intersecção entre educação e informática (CARVALHO, 2003; KOMOSINSKI, 2000; BARSOTTI, 2002; MENDES, 2002; ALMEIDA & BRITO, 2005). Nosso estudo sobre a Teoria da Atividade permitiu percebê-la como uma teoria explicativa, e esclarecedora não apenas da realidade educacional, mas também da vida em geral; e, portanto, promissora para o estudo da educação em engenharia e em arquitetura. O artigo não apresenta resultados, pois consiste de um relato de estudos individuais das autoras e das suas especulações acerca das possibilidades de uma ação pedagógica fundamentada na Teoria da Atividade.

Vamos aqui apresentar uma discussão inicial de alguns princípios básicos da Teoria da Atividade. Argumentamos que o fato de que estudá-la e aplicá-la à área de educação em engenharia e em arquitetura pode ser vantajoso e contribuir de forma significativa para o ensino-aprendizagem nessas áreas.

O trabalho se organiza em quatro seções. Na Seção 2 apresentamos os aspectos teóricos da Teoria da Atividade: o conceito de atividade, os momentos históricos dessa teoria e suas características principais, sucintamente descritas. As possibilidades de estudo do processo de ensino-aprendizagem na engenharia e na arquitetura sob a perspectiva dessa teoria são apresentadas na Seção 3. Elaboramos as considerações finais na Seção 4.

2 A TEORIA DA ATIVIDADE: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

A Teoria da Atividade é uma abordagem interdisciplinar das ciências humanas que se origina na escola de psicologia histórico-cultural soviética, iniciada por Vygotsky, Leontiev e Luria, nos anos 1920s e 1930s. A Teoria da Atividade pode ser entendida como uma estrutura filosófica e interdisciplinar para estudar diferentes formas de práticas humanas de processos de desenvolvimento, tanto no nível individual como no nível social (ENGSTRÖN & MIETTINEN, 1999). No mundo contemporâneo, as idéias da Teoria da Atividade têm impactado campos específicos de investigação, tais como o ensino-aprendizagem de modo geral e as teorias da prática.

2.1 Momentos históricos

Três momentos históricos distintos se configuraram a partir de conceitos teóricos elaborados por Marx e Engels, Leontiev e Engeström, como a seguir.

O primeiro momento da Teoria tem suas raízes nos fundamentos teóricos de Marx e Engels. Dentro dos fundamentos do materialismo histórico-dialético, o conceito de atividade se destaca e a alteração da natureza pelo homem é compreendida como *atividade humana*, essencial para a base do pensamento (WERTSCH, 1981). Nesse contexto, Vygotsky desenvolve alguns conceitos que se tornam primordiais para o desenvolvimento da Teoria da Atividade. Entre eles, podemos destacar o conceito de mediação e de internalização (VYGOTSKY, 2000). A Teoria da Atividade referencia-se em elaborações desses autores sobre a relação entre os homens e a realidade, e sobre a necessidade de incluir a atividade humana como marco fundamental para suas abordagens teóricas.

O segundo momento refere-se aos estudos do psicólogo soviético Aleksei Nikolaevich Leontiev (1903-1979). Seu trabalho dá continuidade aos estudos inicialmente desenvolvidos por Vygotsky. A partir dos trabalhos desenvolvidos por Leontiev (considerado o principal teórico da Teoria da Atividade), são elaborados os conceitos fundamentais para a compreensão da estrutura e função da atividade. É nos trabalhos de Leontiev que o termo *atividade* começa a ser compreendido de forma mais profunda e complexa. Ele estende e refina o conceito de atividade, através do conceito de *ação mediada* nas *atividades* e *operações* realizadas pelos seres humanos. Podemos melhor compreender esses conceitos através do exemplo, elaborado pelo próprio Leontiev, sobre a caça coletiva dos homens primitivos. Essa *atividade* surge na *motivação* de encontrar comida para satisfazer a fome dos homens. A *atividade* da caça, realizada pelos homens primitivos, seria composta por diversas *ações*. Como exemplos, podemos citar a produção dos instrumentos usados na caçada, a produção do fogo usado para assar a carne, a ação do caçador de matar a caça e a ação do batedor, aquele que espanta e direciona a caça até o caçador. Cada ação, por sua vez, é constituída por *operações*. As *operações* significam os meios pelos quais essas ações são realizadas. Além disto, a ação individual de cada um dos participantes da caça só adquire sentido dentro do conjunto da atividade social. Em Leontiev, as *atividades humanas* são entendidas como relacionadas com práticas estabelecidas histórica e coletivamente na sociedade, mesmo quando realizadas individualmente (LEONTIEV, 1981).

O terceiro momento se inicia na década de 90, quando o finlandês Yrjo Engeström amplia os conceitos anteriormente desenvolvidos. Ele chama a atenção para o fato de que as atividades humanas são mediadas pelo uso de instrumentos e ferramentas culturalmente estabelecidos. As ferramentas são formas de dividir o trabalho e as normas, os idiomas e as ferramentas são vistos como *artefatos* para a realização da atividade (ENGESTRÖN, 1999). Os *artefatos* são feitos pelo homem e servem tanto para mediar relações entre os próprios seres humanos, como também entre as pessoas e o material ou o produto. Ao introduzir o conceito de *comunidade* e ao dar destaque a novas formas de mediação, as *regras* e a *divisão de trabalho*, ele traz à Teoria da Atividade uma nova dimensão contemporânea. Para Engeström, um sistema de atividade nunca é estático. Seus componentes estabelecem entre si relações de desenvolvimento contínuo, caracterizadas pelo acúmulo de experiências, mudanças e transformações, ocasionadas por rupturas e descontinuidades. A evolução da atividade ocorre através das várias formas da interação dialética entre os organismos e o meio ambiente.

2.2 Detalhando alguns componentes da atividade

O trabalho de Leontiev elabora as principais características da atividade. São elas: a *atividade* deve ser analisada em diversos níveis; no nível de análise da *ação*, a atividade

envolve a noção de *objetivo* e *objetividade* (capacidade humana de prever o resultado e de idealizar as soluções); a atividade é *mediada*; a atividade apresenta a ênfase na explicação do desenvolvimento ou da gênese; a atividade humana e os meios que a mediam surgiram através da interação social e a internalização ocorre entre a esfera externa e a esfera interna da atividade (LEONTIEV, 1981). Essas principais características da atividade serão desenvolvidas, a seguir.

Níveis de uma atividade

Os estudos de Leontiev partem das premissas de que o conhecimento do mundo é mediado pela nossa própria interação com ele. Nesse contexto, os conceitos da atividade, da interação social e dos significados culturais ganham ênfase. A atividade surge como um processo de *transformações* entre o *sujeito* e o *objeto*, ou seja, a atividade é a unidade de vida que é mediada pela reflexão mental (LEONTIEV, 1981). Sua função é a de orientar o sujeito no mundo dos objetos. A atividade é considerada um sistema com estruturas próprias, com transformações internas próprias e com desenvolvimento próprio.

Leontiev propõe que a característica básica da atividade é a sua *orientação ao objeto*. Ela se move em direção ao objeto de sua necessidade e termina quando essa necessidade é satisfeita. A atividade é, então, entendida como uma atividade *objetiva*. O que distingue uma atividade de outra é o seu objeto. É esse objeto que dá à atividade a sua direção. O objeto da atividade é a sua própria motivação. Assim, o conceito de atividade está em conexão com a *motivação*. Não existe atividade sem a existência da motivação, ou seja, do motivo.

Ainda conforme esse autor, os componentes básicos das atividades humanas são as ações. São elas que traduzem a atividade em realidade. A *atividade* humana existe somente na forma de uma *ação* ou de uma corrente de *ações*. As *ações* que constituem a atividade são direcionadas a determinados objetivos. Nesse sentido, uma *atividade* é normalmente desenvolvida através do agrupamento de *ações* que, por sua vez, são subordinadas a *objetivos parciais*. A *ação* apresenta ainda o seu caráter *operacional*, ou seja, o *como* algo deve ser feito. Os meios, pelos quais uma *ação* é desenvolvida, são chamados de *operações*. É preciso fazer a distinção entre *ações* e *operações*: as *ações* têm a ver com os objetivos e as *operações* com as condições, os meios. As *ações* e as *operações* têm diferentes origens, diferentes dinâmicas e diferentes fins.

Um *sistema de atividade* pode ser compreendido através de suas “*unidades*”. São essas *unidades* que formam a macroestrutura da atividade. Em seu primeiro nível, identificamos a *atividade* que surge devido a uma *motivação*. Em seu segundo nível, identificamos as *ações* que são direcionadas a *objetivos* específicos. No terceiro nível, encontramos as *operações* que dependem diretamente das *condições* sob as quais um objetivo concreto pode ser alcançado. Com isso, a análise sistemática da atividade humana deve ser uma análise realizada por níveis (LEONTIEV, 1981).

A análise da macroestrutura da atividade permite a compreensão das suas relações internas e permite, ainda, a compreensão das *transformações* que surgem no desenvolvimento da própria atividade. A atividade é um processo caracterizado por constantes transformações: uma atividade pode perder a motivação que a inspirou; uma ação pode adquirir uma força energizante independente e tornar-se uma atividade em seu próprio direito; ou uma ação pode, ainda, ser transformada em meios para que se alcance o objetivo, tornando-se uma operação. A mobilidade interna do sistema de atividade acontece devido ao fato de que cada uma das suas unidades pode se fracionar ou ainda, de forma contrária, pode se agrupar a outras unidades, que inicialmente eram independentes. Como pode ser observado, no curso de se alcançar um objetivo isolado, outros objetivos intermediários podem ser identificados. Da mesma maneira, uma ação inicial pode ser separada em diversas ações sucessivas (LEONTIEV, 1981).

Mediação

A *mediação* pode ser entendida como a ocorrência e a intervenção de um elemento na relação entre o sujeito e o objeto⁴. Ou seja, a relação entre o sujeito e o objeto não é direta, mas sim intermediada por um terceiro elemento, que pode ser chamado também de *artefato*. Basicamente, os artefatos podem ser classificados em dois grupos: os *instrumentos* e os *signos*. Os *instrumentos* compreendem ferramentas que são usadas como um meio de trabalho para dominar a natureza. Já os *signos* compreendem a linguagem, os sistemas de contagem, as obras de arte, os mapas, dentre outros. Tanto os instrumentos quanto os signos são criados pelos seres humanos ao longo da história da sociedade e mudam a forma social e o nível de seu desenvolvimento cultural (VYGOTSKY, 2000). Em outras palavras, todos os artefatos utilizados são culturalmente construídos e estão em um processo de desenvolvimento contínuo. Assim, eles incorporam os valores específicos da cultura na qual estão inseridos, de modo que a atividade executada pelos indivíduos que utilizam tais artefatos estará amoldada aos valores e traços culturais da sociedade em que eles foram criados.

Kuuti elucida três tipos de relações, com seus respectivos artefatos de mediação (KUUTI, 1996):

- 1) A relação entre o sujeito e o objeto, que é mediada por uma ferramenta;
- 2) A relação entre o sujeito e a comunidade, que é mediada pelas regras sociais;
- 3) A relação entre a comunidade e o objeto, que é mediada pela divisão do trabalho.

O autor também ressalta que a mediação implica em que o objeto não é visto e manipulado em si mesmo, mas dentro das limitações impostas pelos artefatos. O que se vê e se apreende do mundo está delimitado pelas *significações* e ferramentas de análise que se tem; ferramentas de mediações distintas podem conduzir a entendimentos e modos de ação diferenciados.

Orientação a objetos

A Teoria da Atividade entende que toda atividade humana⁵ é *orientada a um objeto*, segundo um objetivo específico, de modo que a toda atividade está associado um resultado.

Essa natureza objetiva da atividade compreende os processos cognoscitivos, as necessidades e as emoções. Para a psicologia histórico-cultural, a necessidade é o que dirige e controla a atividade concreta do sujeito em um mundo objetivo. Mas apenas a necessidade não é capaz de provocar nenhuma atividade de modo definido. Para que a necessidade oriente e controle a atividade é necessária a existência de um objeto que corresponda a essa necessidade, isto é, que seja idealmente capaz de satisfazê-la.

Como já mencionado, Leontiev afirma que o que distingue uma atividade de outra é, fundamentalmente, o seu objeto (LEONTIEV, 1983). Para ele, o objeto da atividade é o seu motivo real. Uma necessidade só pode ser satisfeita quando encontra um objeto, e a isso se chamou de motivo. O motivo articula uma necessidade a um objeto, sendo, portanto, o fator impulsionador da atividade. Objetos e necessidades isolados não produzem atividades; a atividade só pode existir se houver um motivo. Assim, necessidade, objeto e motivo são componentes estruturais da atividade.

Internalização e externalização

É a partir da interação social que o homem aprende a manipular os artefatos de mediação pertinentes e a estruturar suas atividades. Nesse processo de aprendizagem situa-se o

⁴ Objeto é tudo aquilo que se encontra no mundo ao qual o sujeito pertence, podendo tanto ser algo concreto (objeto, pessoa ou animal.), quanto algo intangível (uma idéia, por exemplo).

⁵ Atividade humana: qualquer ação no mundo objetivo motivada por um desejo, e que resulta em alguma transformação do mundo e do próprio sujeito que a realiza.

fenômeno da *internalização* – uma transferência de elementos do plano interpsicológico (social) para o intrapsicológico (individual). Por definição, *internalização* é a reconstrução interna de uma operação externa (VYGOTSKY, 2000), isto é, a conversão de processos externos, com objetos materiais externos, em processos realizados no plano mental, da consciência (LEONTIEV, 1981). Nessa transferência da atividade externa para o plano interno, este plano interno não está totalmente pronto, mas encontra-se em formação. Em outras palavras, é a reconstrução interna das relações e das estruturas presentes nas atividades externas, sociais, que formará o plano interno, da consciência, bem como as estruturas cognitivas do indivíduo. Assim, pode-se dizer que a forma de pensar de uma pessoa, ou a sua consciência individual é fortemente influenciada pelas atividades realizadas pelas pessoas próximas a ela. A *internalização* está relacionada com a reprodução da cultura: o indivíduo internaliza conhecimentos, conceitos, valores e significados e passa a reproduzi-los em suas relações sociais.

Por outro lado, tem-se o processo de *externalização*, que está relacionado com a transformação da cultura: o ser humano, com sua capacidade criativa, é capaz de transformar a realidade. No processo de *externalização* podem ser criadas novas ferramentas mediadoras. A *externalização* acontece quando há projeção e implementação de um novo modelo para a atividade e, conseqüentemente, o surgimento de uma nova estrutura, gerando a criação de novas regras e padrões. Normalmente, a *externalização* acontece primeiro como uma inovação individual a fim de se solucionar falhas e resolver problemas resultantes de contradições do modelo. Quando o novo modelo se estabiliza na sociedade, o processo de *internalização* recomeça (ENGESTRÖN, 1999).

Consciência e atividade

De acordo com Leontiev, a *consciência* individual se forma na medida em que o sujeito se apropria do mundo objetivo e só pode ser compreendida como um produto das relações e mediações que aparecem durante a formação e o desenvolvimento da sociedade (LEONTIEV, 1978). A *consciência* é formada por meio do processo de *internalização*, e pode ser definida como conhecimento partilhado, como uma realização social. Vygotsky dizia que a atividade socialmente significativa é o princípio explicativo da *consciência*, ou seja, a *consciência* é construída de fora para dentro, por meio das relações sociais (KOZULIN, 2002). A *consciência individual* só pode existir a partir de uma *consciência social* que tem na língua seu substrato real.

Para a psicologia soviética, as categorias *consciência* e *atividade* formam uma unidade dialética. Assim, estudar a *consciência* requer estudar como a estrutura da consciência do homem se transforma com a estrutura da sua *atividade* (LEONTIEV, 1978). A *atividade* constitui a substância da *consciência*, e para estudá-la é necessário investigar as particularidades da *atividade*.

Para Leontiev, a *consciência* é o produto subjetivo da atividade dos homens com outros homens e com os objetos, sendo social por natureza. Mas o mundo psíquico não é uma cópia do mundo social. A linguagem e a atividade coletiva laboral têm um papel fundamental na passagem da *consciência* social para a individual.

Considerando o trabalho como uma atividade socialmente organizada, a linguagem torna-se necessidade e condição para o desenvolvimento social e individual dos homens, pois é por meio da linguagem que os homens compartilham representações, conceitos, técnicas e os transmitem às gerações futuras. O homem internaliza as significações sociais expressas pela linguagem e atribui a elas um sentido próprio, pessoal, em função de sua vida concreta, de suas necessidades, de seus motivos e sentimentos. O principal componente da estrutura interna da consciência é justamente a relação entre a significação social, o sentido pessoal e o conteúdo sensível ou emocional do sujeito.

Significado e sentido

A *significação* é a generalização da realidade, que é cristalizada e fixada na palavra. É a forma ideal, espiritual, da cristalização da experiência e da prática social da humanidade. A *significação* refere-se aos significados socialmente elaborados e se insere no mundo dos fenômenos objetivamente históricos. As *significações* são fenômenos da consciência social, mas ao serem internalizadas pelos indivíduos, passam a fazer parte da consciência individual e assumem a forma de sentido pessoal.

O *sentido* pessoal é o significado para o próprio sujeito, e se forma quando os significados socialmente elaborados entram em contato com a consciência do indivíduo. Um significado pode adquirir sentidos pessoais diversos na consciência de indivíduos diferentes. O *sentido* pessoal é produzido na vida do sujeito, em sua atividade.

Inicialmente, *significação* social e *sentido* pessoal estiveram unidos e eram de certa forma, coincidentes. Na sociedade de classes, porém, *significações* e *sentidos* não apenas deixam de ser coincidentes, como podem até mesmo tornarem-se contraditórios (LEONTIEV, 1978). É o que acontece, por exemplo, com muitos trabalhadores hoje: embora o significado social de seu trabalho seja produzir determinados produtos, o sentido de trabalhar é outro – obter um salário, pois é sua única forma de sobreviver. A esta contraposição entre *significado* e *sentido*, Leontiev chamou de *alienação* (LEONTIEV, 1978, 1983). Para este autor, tal ruptura entre *significação* e *sentido* pode levar a contradições e/ou problemas da consciência.

Torna-se assim necessário pensar em maneiras de minimizar o problema da *alienação*, estruturando de uma nova forma a consciência humana e fazendo com que o sujeito não apenas realize sua atividade, mas encontre nela o conteúdo de sua própria vida.

Contradição

Quando um indivíduo se confronta com uma nova situação, e o conhecimento que ele tem não é suficiente para entender tal situação, ou entra em choque com a mesma, verifica-se o que se tem chamado de *contradição*, a seguir:

Como as atividades não são unidades isoladas, mas são mais parecidas com nós em hierarquias e redes cruzadas, elas são influenciadas pelas atividades dos outros e por mudanças no ambiente. Influências externas modificam alguns elementos das atividades, gerando desequilíbrio entre eles. A Teoria da Atividade usa o termo *contradição* para indicar o desajuste dentro dos elementos, entre eles, entre diferentes atividades ou entre diferentes fases de desenvolvimento de uma mesma atividade. (KUUTI, 1996)

A *contradição* está na base do desenvolvimento de todo indivíduo; é algo normal no desenvolvimento psicológico humano e ocorre como um rearranjo interno, posterior e ao mesmo tempo legitimador da *internalização* (CRUZ, 2002). Como consequência desse rearranjo interno, as ferramentas de mediação, desde a estrutura cognitiva até os sistemas simbólicos, podem ser aperfeiçoadas, tornando mais ampla a relação do sujeito com o mundo objetivo.

Ciclo expansivo

Ciclo expansivo ou *ciclo de expansão* foi o nome dado por Engeström à estrutura temporal evolutiva de um sistema de atividades. A evolução histórica de um sistema de atividades pode ser composta de estruturas de tempo cíclicas e repetitivas, ou não. O tempo da ação é linear e prevê um término, enquanto o tempo da atividade é recorrente e cíclico. Um ciclo expansivo inclui fases de *internalização* e de *externalização*, que são elementos na atividade humana.

A ascensão do abstrato para o concreto é alcançada pelas ações de aprendizado que, juntas, formam um ciclo expansivo (ENGESTRÖN, 1999). São sete as ações definidas por este autor ao caracterizar um ciclo expansivo:

- 1) Questionar (os aspectos da prática atual);
- 2) Analisar (a situação, para descobrir causas ou mecanismos explanatórios);
- 3) Modelar uma nova situação;
- 4) Examinar o modelo, a fim de perceber potencialidades e limitações;
- 5) Implementar o novo modelo;
- 6) Refletir sobre o novo modelo (avaliação do modelo);
- 7) Consolidar uma nova prática.

De acordo com Engeström, a resolução das contradições leva ao desenvolvimento da atividade. As tensões e contradições internas de um sistema são a força motivadora de mudanças e desenvolvimento das atividades humanas. Assim, o processo que envolve o *ciclo expansivo* é uma contínua construção e resolução de tensões e contradições em um sistema de atividade, que envolve objetivo, ferramentas inovadoras e as perspectivas dos indivíduos envolvidos.

Podemos entender nosso movimento ao investigar e elaborar propostas para a educação em engenharia e arquitetura situadas em estrutura, como a proposta por Engeström. No momento, e para apresentação neste artigo, concentramo-nos na primeira fase da estrutura do ciclo expansivo, questionando a prática atual com um novo olhar que se desenvolveu a partir de nossa experiência e de nossas discussões teóricas.

3 A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E ARQUITETURA: PROBLEMATIZAÇÃO A PARTIR DA TEORIA DA ATIVIDADE

Nessa seção, procuramos reconhecer e problematizar a atividade de arquitetura e de engenharia, a partir da perspectiva da Teoria da Atividade.

3.1 Problematizando a educação na Engenharia

Conforme mencionado não temos aqui resultados concretos ou experimentações, mas apenas a idéia de que uma leitura da Educação em Engenharia a partir da Teoria da Atividade pode ser proveitosa. Assim, colocamos questionamentos que emergem após nosso contato inicial com a Teoria da Atividade. Eles ampliam nossas indagações e reflexões iniciais sobre a sala de aula do curso de engenharia, a saber:

- 1) Que novos modelos de prática educacional em engenharia têm surgido e poderiam surgir, a fim de melhorar o processo de ensino e aprendizagem? Como tem sido a aceitação dos novos modelos propostos? Eles têm sido implementados e consolidados
- 2) Como descrever o modelo de atividade de ensino e aprendizagem que temos hoje?

Aqui estamos nos indagando sobre o que poderia ser aperfeiçoado no modelo vigente, buscando identificar:

- 3) Quais seriam as *contradições* nesse processo de ensino e aprendizagem, especificamente no curso de engenharia elétrica hoje?

- 4) Num contexto de ensino e aprendizagem de engenharia, quais são os *motivos* dos professores? E os dos alunos? Tendo em vista tais *motivos*⁶, que *atividades* podemos identificadas nesse processo?
- 5) Quais são as *significações sociais* e os *sentidos pessoais* dos professores e dos alunos? Estariam tais atores *alienados* nesse processo educacional? Quais as conseqüências dessa *alienação* na formação profissional do aluno e no exercício profissional do professor?
- 6) Considerando como necessidade a *busca do conhecimento* e como objeto o *conhecimento*, quais seriam os *artefatos* que poderiam mediar essa relação?
- 7) Considerando a linguagem como *artefato* primordial na atividade de ensino/aprendizagem, qual seria exatamente o papel da linguagem científica e dos conceitos nesse processo de aprendizagem? Como permitir aos alunos uma construção dos conceitos científicos da área de engenharia, visto que tais conceitos são, normalmente, difíceis e abstratos? Como levá-los a utilizarem esses conceitos como *ferramentas* para obterem e operarem o conhecimento e não como um fim em si mesmos?
- 8) Que atividades podem ser desenvolvidas pela universidade de modo a contribuir para que a consciência do engenheiro seja formada de uma maneira adequada?

A busca por respostas a tais questões apenas se inicia, mas refinar sua formulação é parte importante do processo da pesquisa no ensino de engenharia.

3.2 Problematizando a educação na Arquitetura

Ao desvelarmos a atividade de projeção sob a ótica da Teoria da Atividade, novas possibilidades se fazem presentes, permitindo uma nova leitura do processo projetual e, conseqüentemente, de seus reflexos para a educação em arquitetura.

A pesquisa realizada pela segunda autora deste artigo (GÓES, 2005) na dissertação de mestrado *Arquitetura contemporânea: processando a teoria através da prática*, apresenta resultados que contribuem para a compreensão dos conceitos na prática cotidiana dos arquitetos. Segundo Góes, o momento inicial de projeto significa o momento onde *tudo* é pensado ao mesmo tempo. O projeto significa uma aproximação entre realidades diferentes, aparentemente sem nenhum tipo de relação entre si. O objetivo do projeto é que se estabeleçam novas relações e novos significados entre essas realidades tão diferentes. Ao iniciá-lo, torna-se necessário que as diferentes realidades, suas relações e seus significados sejam estudados e reelaborados. Esses momentos iniciais parecem-nos momentos de grande atividade mental, pois não é fácil apresentar inúmeras respostas, ao mesmo tempo. O arquiteto risca, rabisca, tenta representar no papel as idéias que começam a surgir, em busca de soluções para o problema dado, como um todo. A atividade do arquiteto é caracterizada pela busca da integração das respostas para um problema inicial complexo. Os arquitetos caminham em direção às soluções, depois de algumas reordenações e ajustamentos necessários, durante o desenvolvimento de seus projetos. As maneiras como os arquitetos trabalham variam tanto de projeto para projeto, quanto de arquiteto para arquiteto.

As diversas formas de atuação dos arquitetos e a ausência de uma metodologia projetual fixada *a priori* aprofundam a discussão sobre o ensino de projeto. Nessa direção, o ensino de projeto e a atuação do docente podem, a partir da constatação de tantas possibilidades de soluções e de tantos caminhos possíveis, criar novas estratégias de atuação que busquem

⁶Pelo menos aparentemente, os motivos dos professores são diferentes dos motivos dos alunos, gerando, portanto, atividades diferenciadas. Mas essa questão precisa ser melhor investigada.

resultados mais harmônicos e eficazes. Sob a ótica da Teoria da Atividade, torna-se possível encontrar novas possibilidades e refazer uma leitura do processo projetual, contribuindo para o ensino na arquitetura.

A atividade da projeção, aqui considerada como o *projeto em ação*, envolve um processo mental sofisticado em busca da solução mais adequada para um determinado problema. Esse processo diz respeito à manipulação, tanto racional quanto intuitiva, de várias informações diferentes até que se configure um conjunto de idéias coerentes, que passam então, a ser testadas. Através dessa contribuição, podemos compreender a projeção como a *atividade* do arquiteto. Essa atividade, para ser iniciada, requer a existência de um *motivo*. Ou seja, o arquiteto inicia seu trabalho a partir de uma *motivação*, que vai gerar o próprio projeto. Normalmente, os projetos arquitetônicos surgem das necessidades de seus futuros usuários ou de determinadas instituições e comunidades, que necessitam da existência de um determinado tipo de espaço a ser projetado e futuramente construído e ocupado. Assim, o projeto de arquitetura, ou seja, a *atividade* do arquiteto existe a partir de um *motivo*, de uma *necessidade*.

No entanto, mesmo com a existência de uma necessidade, ou seja, de um motivo que irá propiciar a geração do projeto, sabemos que começar o projeto não é mesmo fácil. Em seu início, São vários os parâmetros necessários de serem observados a um só tempo. Para os arquitetos, reconhecer a interconexão entre os diversos parâmetros iniciais é a essência dos problemas de projeção. Ao arquiteto cabe ainda reconhecer a natureza do problema e tentar responder a ela com um processo de projeção adequado. Entretanto, existem diversas restrições que juntas constituem o problema de projeção. Muitas delas só se tornam aparentes durante a progressão da solução. Silva caracteriza o processo projetual como “uma progressão” que evolui “em direção a uma proposta de solução” (SILVA, 1983). Sendo considerada uma “elaboração mental”, não obedece a modelos rígidos e mecânicos, variando de arquiteto para arquiteto e de maneiras diferentes em diferentes situações.

Nesse sentido, considerando-se tal atividade como um processo contínuo de reconhecimento de problemas, de tomadas de decisões, de propostas de soluções e de avaliações de resultados, torna-se interessante como no caso da educação em engenharia, desvelar o processo projetual sob a ótica da Teoria da Atividade. Ao tentar elaborar a solução para o problema inicial proposto, o arquiteto realiza diversas *ações*. Cada uma dessas ações corresponde a um *objetivo* específico. Um projeto de arquitetura corresponde a uma série de ações e cada uma delas está diretamente relacionada ao seu objetivo específico. A realização de diversas *ações projetuais* permite ao arquiteto a seleção do caminho considerado adequado para que ele atinja o objetivo inicial proposto. Essas ações projetuais podem se complementar umas às outras ou, ao contrário, podem se excluir mutuamente. O desenvolvimento das ações projetuais requer o uso de diversas *operações*, relacionadas aos *meios* e às *condições* necessários para a realização das ações. Tais meios e as condições, usados para a realização das ações, configuram as operações do arquiteto.

Durante o percurso projetual, conforme Silva, “as incertezas decrescem e definições da proposta aumentam.” O arquiteto, através das ações e operações empregadas no desenvolvimento do projeto, seleciona a direção em rumo à solução das questões projetuais iniciais. No entanto, sabemos que as respostas encontradas não são únicas. Cada arquiteto responde a um determinado problema conforme a sua interpretação e o julgamento de valores, por ele estabelecido. Existem muitas respostas a um mesmo determinado problema de projeto e é improvável que se possa considerar uma das respostas como sendo a mais correta. Através de diferentes *ações* e do emprego de diferentes *operações*, os arquitetos respondem diferentemente às mesmas questões iniciais de projeto. Ou seja, eles podem realizar uma mesma atividade projetual de formas bastante diferenciadas. O que se percebe, através da prática dos arquitetos, é que a evolução do projeto acontece de forma não linear. Enquanto buscam suas soluções, há mudanças de rumo nas ações, operações e seus objetivos.

Esses novos rumos são resultados de uma sensibilização ou de uma nova interpretação e avaliação da situação. Eles permitem ao arquiteto propor novos arranjos que vão se definindo e redefinindo até o momento em que o produto final seja alcançado. Com isso, as *transformações* intrínsecas aos sistemas de atividade se caracterizam na prática arquitetônica. O projeto passa por um constante aprimoramento e o processo de desenhar e redesenhar continua até o momento em que o arquiteto chega a uma solução que considera satisfatória. Quando o arquiteto considera que o seu projeto é capaz de responder aos problemas iniciais propostos, ele o considera finalizado. É o momento em que os *motivos* que geraram a própria *atividade projetual* são considerados alcançados. Esse é o momento que traz *sentido* à atividade do arquiteto, deixando-o realizado profissionalmente. No entanto, nem sempre os projetos respondem as suas questões iniciais de forma adequada, como esperado.

Ao desvelarmos a atividade do arquiteto dentro das concepções da Teoria da Atividade, novas indagações se fazem presentes e abrem um novo campo para a pesquisa sobre o ensino de projeto. Será possível, através dessa análise, refletirmos sobre o ensino da arquitetura, e elaborarmos propostas? Será possível identificarmos, como na estrutura da atividade proposta por Engeström, as contradições internas que ocorrem tanto na atividade projetual quanto no ensino de projeto? Acreditamos que algumas respostas às questões acima possam elucidar dimensões importantes do ensino e do fazer arquitetônico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como mencionamos em nossa discussão teórica, os sistemas de atividade são dinâmicos e estão em constante transformação. São movidos por contradições internas e externas; e como consequência, as práticas vigentes se modificam e novas possibilidades são abertas e estabelecidas. A Teoria da Atividade possibilita novas leituras sobre o ensino e a prática, tanto na área de engenharia quanto na área da arquitetura. Esses novos olhares sobre as práticas e sobre os métodos de ensino podem trazer contribuições significativas em termos da elaboração de propostas para a educação em ambas as áreas. Não apresentamos aqui resultados de experimentações ou de aprofundamento de estudos. Nesse artigo, descrevemos nosso contato inicial com a teoria, e apenas apontamos caminhos e possibilidades, para que novas pesquisas e estudos nesse âmbito sejam realizados.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. S. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência e Educação**, v.11, n.3, p.483-497, 2005.

ARIENTI, L. L.; CUPELLO, C. R. P.; ARIENTI, S. R. R. A elaboração de artigos técnicos (como item de avaliação na graduação em engenharia). In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. 2005

BARROS, R. M.; MELONI, L. O uso de metáforas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. 2005

BARSOTTI, C. **As interfaces como artefatos mediadores e sua evolução em um programa de leitura em língua inglesa à distância**. Curitiba, 2002. Dissertação (Mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

CARVALHO, D. M. W. F. **Competências e atividades: uma contribuição a um estudo da representação**. Curitiba, 2003. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

CESAR, A. C. W.; DUTRA, J. C. Avaliação integrada – inovação na formação da visão sistêmica dos alunos dos cursos de engenharia. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. 2005

CRUZ, C. C. **Uma proposta de formação técnico-humanista aplicada ao ensino de Engenharia Elétrica**. Campinas, 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.

DANDOLINI, G. A.; VANINI, L.; SOUZA, J. A. A utilização de software no ensino de Cálculo. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Brasília. **Anais do XXXII COBENGE**. 2004

ENGESTRÖM, Y & MIETTIENEN. Introduction. In: ENGESTRÖM, Y. et al. (ed.) **Perspectives on Activity Theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p.1-16.

ENGESTRÖM, Y. Activity Theory and Individual and Social Transformation. In: ENGESTRÖM, Y. et al. (ed.) **Perspectives on Activity Theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p.19-38.

FRANKENBERG, C. L. C.; CÔRTEZ, H. S. O uso da auto-avaliação como uma ferramenta de avaliação nos cursos de engenharia: estudo de caso da Engenharia Química da PUCRS. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. 2005

GÓES, M. B. **Arquitetura contemporânea: processando a teoria através da prática**. Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

GRIMONI, J. A. B.; NAKAO, O. S. Capacitação de professores para os cursos de engenharia. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Brasília. **Anais do XXXII COBENGE**. 2004

KOMOSINSKI, L. J. **Um novo significado para a Educação Tecnológica fundamentado na informática como artefato mediador da aprendizagem**. Florianópolis, 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

KOZULIN, A. O conceito de atividade na psicologia soviética: Vygotsky, seus discípulos, seus críticos. In: DANIELS, H. (org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002. p.111-137.

KUUTI, K. Activity Theory as a Potencial Framework for Human-Computer Interaction Research. In: NARDI, B. (ed.). **Context and Consciousness**, 1996.

LAWSON, Bryan. **Design in mind**. 2ed. Oxford: Architectural, 1997.

LAWSON, Bryan. **How designers think: the design process demystified**. 3 ed. Oxford: Architectural, 1996.

LAWSON, Bryan. **What designers know**. Oxford: Architectural, 2003.

LEONTIEV, A. **Actividad, conciencia e personalidad**. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

LEONTIEV, A. N. The Problem of Activity in Psychology. In: WERTSCH, V. (ed.). **The Concept of Activity in Soviet Psychology**. Armonk, New York: M. e Sharpe, Inc., 1981. p.37-71.

LEONTIEV, A. Sobre o desenvolvimento histórico da consciência. In: LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978. p. 89-142.

LODER, L. L.; BENDER, F. A prova escrita no contexto de uma pedagogia diretiva e sua eficácia. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. 2005

MARCHETI, A. C. **Aula expositiva, seminário e projeto no ensino de engenharia: um estudo exploratório utilizando a Teoria das Inteligências Múltiplas**. São Carlos, 2001. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

MENDES, J. R. **Possibilidades e limites da informática na educação: uma abordagem a partir da Teoria da Atividade**. Curitiba, 2002. Dissertação (Mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

MORALES, C.; GRIMONI, J. A. B. Técnica de avaliação diferenciada em disciplina de graduação de Engenharia Elétrica – uma experiência com a disciplina Energia, Meio-ambiente e Sustentabilidade. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. 2005

OLIVEIRA, J. Um modelo pedagógico que integra a abordagem construtivista, aprendizagem baseada em problemas e modelos de solução de problemas. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. 2005

OLIVEIRA, V. A importância do projeto no processo de ensino/aprendizagem. In: NAVEIRO, Ricardo e OLIVEIRA Vanderli (org.). **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial**. Juiz de Fora: Editora da UFJF, 2001.

PEREIRA, M. A. **Ensino-aprendizagem em um contexto dinâmico – o caso de planejamento de transportes**. São Carlos, 2005. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, L.; MIZUKAMI, M. A aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino superior: o modelo da faculdade de engenharia e ambiente construído da Universidade de Newcastle. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Brasília. **Anais do XXXII COBENGE**. 2004

ROBBINS, Edward. **Why architects draw**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1997.

ROWE, Peter G. **Design Thinking**. 3 ed. Cambridge: 1991.

SCHÖN, Donald A. **Educating the Reflective Practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions**. San Francisco: Jossey Bass, 1988.

SCHÖN, Donald A. **The reflective practioner: How professionals think in action**. [S.I.]: Basic Books, 1983.

SILVA, Elvan. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. Porto Alegre: Ed. da Universidade UFRGS, 1983.

SOUZA, P. **Diretrizes para a construção de mediadores sócio-construtivistas em sistemas de aprendizagem colaborativa apoiada por computador**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

VALENTE, V. C. P. N. **Desenvolvimento de um ambiente computacional interativo e adaptativo para apoiar o aprendizado de Geometria Descritiva**. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

WERSTCH, James. **The concept of activity in Soviet psychology**. UMI Books on demand: Ann Arbor, 1981.

ACTIVITY THEORY: POSSIBILITIES ON ENGINEERING AND ARCHITECTURAL EDUCATION

Abstract: *This paper discusses new possibilities of research and study in learning and teaching inside engineering and architectural fields, under the perspective of Activity Theory. It presents some of the most important concepts of Activity Theory and brings some considerations about the possibilities of providing new comprehension on current practices, of creating new ways which allow better understanding of them and, as a consequence, of achieving better results in engineering and architectural schools.*

Key words: *Activity theory, Learning and teaching, Engineering and Architectural courses.*