

# CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PARA O ENSINO/APRENDIZAGEM DE PROJETO NA ARQUITETURA

Mariza Barcellos Góes<sup>1</sup> ; Maria Manuela M. S. David<sup>2</sup>

Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação – FaE, Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino

Av. Presidente Antônio Carlos 6627

31270-010 – Belo Horizonte – Minas Gerais

<sup>2</sup>manuela@fae.ufmg.br

<sup>1</sup>marizagoes@yahoo.com

**Resumo:** *Este artigo tem como objetivo apresentar duas perspectivas teóricas, a Teoria da Atividade e a Aprendizagem Situada, usadas em pesquisas da área de educação matemática e discutir a possibilidade de elas serem também utilizadas em pesquisas sobre o ensino/aprendizagem na arquitetura e, em especial, sobre o ensino/aprendizagem de projetos. Acredita-se que as pesquisas realizadas em sala de aula, visando a análise e compreensão da aprendizagem matemática, podem contribuir de forma significativa em outras áreas do ensino, podendo fornecer uma nova luz às questões sobre a aprendizagem de projeto.*

**Palavras-chave:** *Ensino/aprendizagem de projetos, Ensino de arquitetura, Educação Matemática, Teoria da Atividade, Aprendizagem Situada.*

## 1. INTRODUÇÃO

A Teoria da Atividade, assim como a perspectiva da Aprendizagem Situada, tomam o conceito de prática como fundamental. Elas estão sendo utilizadas em campos específicos de investigação, destacando-se o ensino-aprendizagem de modo geral e os estudos que visam uma maior compreensão sobre as práticas. As pesquisas em educação matemática vêm contribuindo com estudos que se apóiam nessas teorias sobre a prática para a análise e compreensão da aprendizagem matemática em sala de aula. A ponte necessária para se pensar o ensino-aprendizagem de arquitetura se faz justamente dentro do campo das teorias da prática, pois é possível pensar e compreender o projeto de arquitetura como uma *ação* projetual. É nesse sentido que as pesquisas realizadas na educação matemática podem contribuir para o ensino/aprendizagem de projeto.

## 2. APORTE TEÓRICO

A educação matemática tem sido compreendida como um processo social, onde o aluno não é mero receptor de educação, mas ele tem um papel crítico a cumprir na dinâmica social da educação. Nesse sentido, muitas pesquisas realizadas no âmbito da sala de aula de matemática visam compreender questões sobre a aprendizagem, sobre como e quando ela ocorre, sobre quais são as suas formas e quais os papéis sociais desempenhados pelos alunos e professores nesse processo.

Como já foi colocado anteriormente, a Teoria da Atividade e a Aprendizagem Situada têm dado suporte para essas pesquisas. Essas duas perspectivas teóricas, embora apresentem

características diferentes, têm raízes em comum na escola da psicologia soviética e, como apontam SANTOS e MATOS (2007), ambas proporcionam uma “quase natural relação entre práxis, ação e atividade”. Apresentamos a seguir, de forma resumida, alguns dos principais aspectos dessas duas perspectivas teóricas.

## 2.1 A Teoria da Atividade

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 quanto no nível social. (ENGESTRÖM *et al*, 1999).

A Teoria da Atividade (TA) 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. Ela referencia-se em fundamentos oriundos dos trabalhos de Marx e Engels sobre a relação entre os homens e a realidade, e sobre a necessidade de incluir a atividade humana como marco fundamental para as abordagens teóricas. Conforme coloca WERTSCH (1981), 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.

Dando continuidade aos trabalhos de Vygotsky e fazendo uso dos conceitos de *mediação* e *internalização*, Leontiev desenvolve conceitos fundamentais para a compreensão da estrutura e função da atividade. Segundo LEONTIEV (1981), o conhecimento do mundo é mediado pela nossa interação com ele. Essa interação se dá através da atividade. A *atividade* passa a ser considerada como o elo intermediário, na relação sujeito-objeto. Ela representa a unidade de vida que é mediada pela reflexão mental. Sua função é a de orientar o sujeito no mundo dos objetos. Conforme Leontiev, a atividade não é uma reação ou um conjunto de reações, mas um sistema com estruturas, transformações internas e desenvolvimentos próprios. O conceito de atividade está conectado com o conceito de motivação, não existindo, pois, uma atividade sem o motivo. Cada atividade responde a uma necessidade específica do agente ativo. Ela se move em direção ao objeto de sua necessidade e termina quando essa necessidade é satisfeita. A característica básica da atividade é a sua orientação ao objeto. O que distingue uma atividade de outra é o seu objeto e esse objeto torna-se responsável por direcionar a própria atividade. A atividade é, então, considerada como uma atividade objetiva. Leontiev define a atividade como um *sistema de atividade*, que é estruturado em diferentes níveis e formado por *ações* e *operações*. As *ações* são os componentes básicos da atividade. Leontiev caracteriza a ação como um processo subordinado à idéia de alcançar um resultado, ou seja, um processo subordinado a um objetivo consciente. As *operações* são os meios pelos quais as ações são desenvolvidas, ou seja, elas representam as condições para as realizações das ações. As ações apresentam um caráter intencional (o quê deve ser feito) e as operações apresentam um caráter operacional (como deve ser feito). É importante ressaltar que, ainda segundo Leontiev, a atividade não deve ser compreendida como uma estrutura estática, mas sim, como uma estrutura passível de transformações e mudanças internas.

Partindo da estrutura da atividade proposta por Leontiev, ENGESTRÖM (1999) amplia os seus conceitos, evidenciando o fato de que as atividades humanas são mediadas pelo uso de instrumentos e ferramentas culturalmente estabelecidos. Engeström introduz novos conceitos na estrutura da atividade, tais como, *artefatos* (ferramentas utilizadas para a realização da atividade), *regras*, *comunidade* e *divisão de trabalho*. Esses conceitos são incorporados como componentes da atividade e podem ser compreendidos através do diagrama “Figura 1”, abaixo:

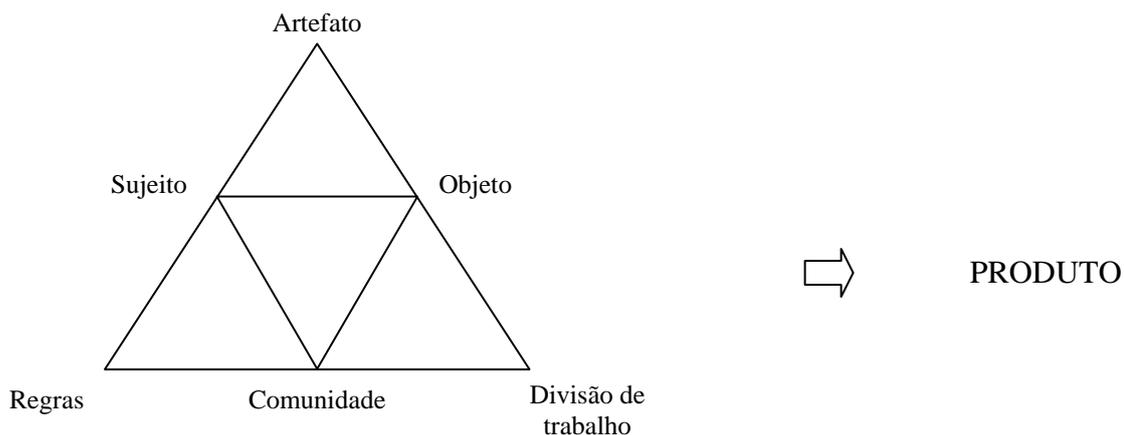


Figura 1 - O complexo modelo da estrutura da atividade  
(ENGESTRÖM, 1999, p.31, adaptação)

O diagrama triangular proposto por Engeström evidencia o caráter social da atividade, onde a ação do sujeito sobre o objeto não se distancia das regras estabelecidas, nem da comunidade da qual ele faz parte e nem das formas compartilhadas pela própria comunidade na estratificação do trabalho. 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. Ainda conforme Engeström, é possível estabelecer relações de contradições entre os componentes da atividade. A partir desses novos conceitos, a Teoria da Atividade adquire uma dimensão contemporânea, caracterizando a evolução da atividade como decorrência das várias formas da interação dialética entre os organismos e o meio ambiente.

## 2.2 A Aprendizagem Situada

A perspectiva da Aprendizagem Situada tem seus fundamentos nos estudos da antropóloga Jean Lave. Suas pesquisas levantam questões fundamentais sobre a educação, principalmente sobre a relação existente entre a aprendizagem e os contextos sociais nos quais ela ocorre. Ao realizar pesquisas com diferentes grupos sociais, LAVE (1988) aponta para o fato de que a aprendizagem e a tomada de decisões fazem parte de um processo, que é vivenciado pela pessoa ao se tornar membro participante de uma determinada comunidade. Dessa maneira, Lave estabelece relações entre a cognição e os contextos de ação, valorizando as *pessoas-em-ação* dentro de suas atividades cotidianas, ou seja, *situados* na própria atividade. LAVE e WENGER (2007) ao considerarem o sujeito, a atividade e o mundo como sendo mutuamente constitutivos, reforçam o caráter social da aprendizagem. Para os referidos autores, a aprendizagem é um processo de participação em comunidades de prática que, a princípio, é *periférica* e, aos poucos, vai aumentando em grau de envolvimento e complexidade. Nesse sentido, a aprendizagem, compreendida como uma atividade situada, caracteriza-se fundamentalmente por um processo de mudança de participação em uma prática, progredindo no sentido de uma participação denominada pelos autores de *participação periférica legítima* (PPL) para uma participação mais central nessa prática. Conforme LAVE e WENGER (2007) “a aprendizagem é configurada através do processo pelo qual uma pessoa torna-se um participante efetivo dentro de uma prática sociocultural”

Ao tornar-se membro de uma comunidade e ao longo da sua participação naquela prática, a pessoa desenvolve a sua identidade. Conforme FRADE (2003), de acordo com a perspectiva da Aprendizagem Situada, podemos entender o conhecimento “como algo locado entre pessoas e meio e, portanto, relacionado com a competência na vida prática e não, somente, em termos de atributos individuais”. Nesse sentido, mais uma vez, o caráter social da aprendizagem é evidenciado.

WINBOURNE e WATSON (1998) fazem uma adaptação do conceito de Lave de Comunidades de Prática, à situação escolar, que eles designam como Comunidades Locais de Prática. Segundo eles, as Comunidades Locais de Prática teriam as seguintes características: os participantes, através de suas participações na prática, criam e encontram nela suas identidades; uma comunidade de prática tem que ter algum tipo de estrutura social, na qual seus participantes posicionam-se numa escala aprendiz/mestre; tal comunidade possui um propósito; na comunidade de prática são compartilhados modos de comportamento, linguagem, hábitos, valores e ferramentas de uso; a prática é constituída pelos participantes e todos os participantes vêm a si próprios engajados, essencialmente, na mesma atividade.

Os conceitos de aprendizagem e de comunidades de práticas aqui mencionados, embora tenham sido inicialmente desenvolvidos em pesquisas não escolares, permitem voltar o olhar para as escolas e repensar a sala de aula como uma Comunidade Local de Prática (CLP). Nessa trajetória, algumas pesquisas sobre o ensino/aprendizagem estão sendo realizadas (PINTO e MOREIRA, 2007 e DAVID e WATSON, 2007). Conforme FRADE (2003), abordar a aprendizagem dos alunos em termos de práticas sociais representa uma atual e crescente tendência da área de educação matemática.

### 3. APROXIMAÇÕES ENTRE A MATEMÁTICA E A ARQUITETURA

Para BISHOP (1994), a matemática deve ser compreendida como um produto, um fenômeno cultural. Nesse sentido, a relação da matemática com a cultura torna-se evidente. Através de estudos comparativos entre diversas culturas, Bishop reconhece algumas similaridades (em termos de idéias e atividades matemáticas) entre esses diferentes grupos culturais, que podem ser consideradas como raízes comuns do pensamento matemático. São elas: *contar, medir, localizar, desenhar (designing), brincar e explicar*. Conforme Bishop, são as atividades da sociedade que estimulam o desenvolvimento e o uso dos conceitos matemáticos e, como consequência, as idéias matemáticas carregam em si valores dessas culturas, onde elas foram originadas.

Neste artigo, entre as atividades matemáticas apontadas por Bishop como sendo comuns às diferentes culturas, será dada ênfase à atividade de *designing*, por ser considerada a essência da atividade de projeção na arquitetura. Para BISHOP (1994) as atividades de *designing* estão relacionadas com os objetos manufaturados, com os artefatos e com a tecnologia que as culturas criam e desenvolvem tanto para a vida familiar como também para outros fins. Do ponto de vista das aproximações entre a matemática e a arquitetura, deve-se destacar ainda, que entre as atividades de *designing* encontram-se aquelas relacionadas ao espaço do ambiente onde as pessoas habitam, ou seja, as casas, vilas, jardins, campos e até mesmo as cidades. A essência do *designing* é transformar parte da natureza, isto é, tomar algum fenômeno natural (madeira, argila ou terra) e moldá-lo, transformá-lo em outra coisa. O design de objetos oferece a possibilidade da imaginação e representação da forma, afinal, é a *idéia* da forma que é desenvolvida na atividade de design. Através da representação da forma, a construção do objeto real é desnecessária, a princípio. Assim, é fácil reconhecer como importantes idéias matemáticas relacionadas com formas, tamanhos, escalas, medidas e outros conceitos geométricos se fazem presentes na atividade de *designing*.

A atividade de *designing* nos oferece, portanto, um elo de ligação entre o pensamento matemático e o pensamento arquitetônico, uma vez que ambos estão relacionados com a imaginação, com os processos criativos de solucionar problemas.

Em KRUTETSKII (1976) já encontrávamos relações entre o pensamento matemático e o pensamento projetual. Ele aponta para o fato de que um mesmo problema matemático pode ser resolvido por meio de diferentes caminhos, ou estratégias, e sugere que a educação matemática não se deve ater apenas aos resultados finais, mas que precisa levar em consideração os diferentes meios (processos) que são utilizados para alcançá-lo. Krutetskii identifica três tipos diferentes de alunos, conforme a habilidade matemática predominante utilizada por eles na resolução de problemas: o tipo analítico, ou seja, aquele que apresenta uma tendência de utilizar termos lógico-verbais; o tipo geométrico, aquele que tende a desenvolver o seu raciocínio em termos visuais e pictóricos e o tipo harmônico, aquele que combina as características dos outros dois ao mesmo tempo. A experiência de uma das autoras deste artigo como professora de projetos permite evidenciar algumas similaridades entre a prática da matemática e a prática da arquitetura. É possível perceber que os arquitetos e estudantes de arquitetura também apresentam diferentes habilidades na sua prática, reveladas enquanto desenvolvem as soluções para os seus projetos.

Na arquitetura, a atividade do arquiteto é caracterizada pela integração das respostas para um problema inicial complexo. O desenvolvimento de um projeto arquitetônico é um processo que visa inicialmente reconhecer a natureza do problema proposto e, posteriormente, responder a esse problema de forma adequada. No entanto, as respostas a um determinado problema projetual não são únicas e cada uma delas pode oferecer vantagens e desvantagens. Nesse sentido, resolver um problema arquitetônico se assemelha a resolver um problema matemático, ou seja, ele também pode ser resolvido através de diferentes caminhos e esses caminhos precisam ser reconhecidos e valorizados. A não padronização das respostas e dos processos projetuais é um grande desafio para o fazer arquitetônico, assim como é também um enorme desafio para o ensino de projeto. A valorização do processo de projeto é observada por diversos teóricos da projeção (SILVA, 1983, SCHÖN, 1983, 2000, ROWE, 1991, LAWSON, 1996, 1997, 2003).

Bem, se as colocações acima nos permitem pensar em similaridades entre as práticas da matemática e da arquitetura, torna-se possível, então, pensar em similaridades entre o ensino de matemática e o de arquitetura.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No debate do ensino arquitetônico contemporâneo, a necessidade de que os professores sistematizem aquilo que fazem, como o fazem, o quê realmente ensinam e o quê os seus alunos realmente aprendem é cada vez mais presente (LARA e MARQUES, 2003). A questão da dicotomia das posições entre aqueles que consideram que o projeto é *ensinável* ou *não ensinável* se faz presente. No entanto, mesmo entre aqueles que consideram que o projeto não é *ensinável*, acredita-se que ele pode ser aprendido. Conforme MAHFUZ (2003), “se o projeto não pode ser ensinado”, de alguma forma, ele “pode ser aprendido”. Se considerarmos a colocação que de alguma forma o projeto *pode ser aprendido*, temos então que investigar essas formas de aprendizagem. Como elas acontecem? Quais são as condições para que a aprendizagem de projeto ocorra?

Bem, chegados a esse ponto, torna-se evidente a necessidade de ampliar o debate sobre o ensino de projeto e de tentar esclarecer como os processos de aprendizagem se estabelecem. Ao reconhecer semelhanças entre a matemática e a arquitetura, acreditamos ser possível estabelecer diálogos entre as pesquisas realizadas sobre educação matemática e o

ensino de projetos e acreditamos que a Teoria da Atividade e a perspectiva da Aprendizagem Situada também podem contribuir para a análise e compreensão do processo de aprendizagem em salas de aula de projetos.

A Teoria da Atividade ao dar ênfase ao artefato mediador poderá ajudar a evidenciar o papel mediador do desenho na atividade projetual e como ele pode contribuir para a solução do problema projetual. Acreditamos que ao tentar compreender a sala de aula, com a ajuda do diagrama da TA adaptado ao ensino de projetos, “Figura 2”, será possível identificar algumas das contradições que ali ocorrem. Como exemplo, podemos tentar identificar a contradição entre a liberdade de criação e de imaginação com as restrições impostas pelas regras e pelas condições projetuais estabelecidas. Ou ainda, tentar identificar a contradição entre o desenho daquilo que está sendo projetado com a descrição (a fala, o discurso) do próprio aluno sobre o que ele está projetando. Se, com o apoio da TA, essas contradições forem evidenciadas, a possibilidade de tentar melhor compreendê-las pode contribuir para uma aprendizagem mais efetiva.

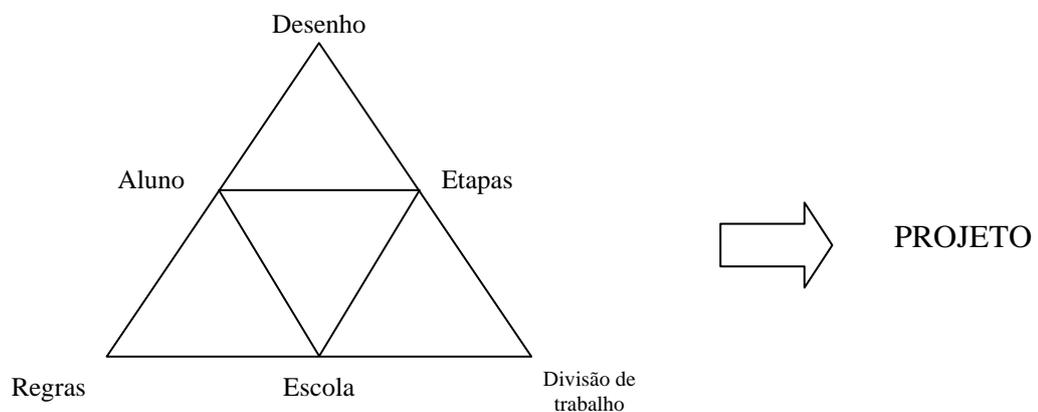


Figura 2 - O modelo da TA aqui proposto para o ensino de projetos

A perspectiva da Aprendizagem Situada, por sua vez, valoriza a *pessoa-em-ação*, situada dentro da própria atividade. Na Aprendizagem Situada são evidenciadas as questões de tomada de decisões, de improvisação, de oportunismo e imediatismo que também estão presentes e são pertinentes ao desenvolvimento de projetos. O caráter reflexivo da ação projetual, apontado por SHÖN (1983, 2000) no desenvolvimento de projetos é considerado essencial na abordagem teórica da Aprendizagem Situada. Portanto, mais uma vez, encontramos indicadores de que as teorias utilizadas para a compreensão da aprendizagem matemática podem ser de grande utilidade na compreensão da aprendizagem na arquitetura.

Não apresentamos aqui resultados de experimentações com o uso dessas teorias no aprofundamento de estudos sobre o ensino de projeto. Essa experimentação será realizada em salas de aula de projeto, na pesquisa de doutorado, ora em desenvolvimento. Neste artigo, apenas descrevemos e apontamos caminhos e possibilidades, para que outras pesquisas e estudos nesse âmbito possam ser realizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISHOP, A. J. **Mathematical Enculturation: a Cultural Perspective on Mathematics Education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.

DAVID, M. e WATSON, A. Participating in what? Using Situated Cognition Theory to illuminate differences in classroom. IN: WATSON, A., WINBOURNE, P. (ed). **New directions for situated cognition in Mathematics Education**. Melbourne: Springer, 2007.

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.

FRADE, C. **Componentes Tácitos e Explícitos do Conhecimento Matemático de Áreas e Medidas**. 2003. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

KRUTETSKII, V. A. **The psychology of mathematical abilities in schoolchildren**. Chicago: The University of Chicago, 1976.

LARA, F., MARQUES, S. (org). **Projetar: desafios e conquistas da pesquisa e do ensino de projeto**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003.

LAVE, J. **Cognition in Practice: Mind, mathematics and culture in everyday life**. New York: Cambridge University, 1988.

LAVE, J., WENGER E. **Situated Learning: legitimate peripheral participation**, 16 ed.. New York: Cambridge, 2007, p.29-43.

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

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

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

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.

MAHFUZ, E. Reflexões sobre a construção da forma pertinente. In: LARA, F., MARQUES, S. (org). **Projetar: desafios e conquistas da pesquisa e do ensino de projeto**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003.

PINTO, M.; MOREIRA, V. School practices with the mathematical notion of tangent line. IN: WATSON, A.; WINBOURNE, P. **New directions for situated cognition in mathematics education**. New York: Springer, 2008. p.261-285.

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

SANTOS, M., MATOS, J. F. The role of artefacts in Mathematics thinking: a Situated Learning perspective. In: WATSON, A., WINBOURNE, P. (ed). New directions for situated cognition in Mathematics Education. Melbourne: Springer, 2007, Chapter 9, p.179-204.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

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

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

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

WATSON, A., WINBOURNE, P. (ed). **New directions for situated cognition in Mathematics Education.** Melbourne: Springer, 2007.

## **REFLEXIONS ON DESIGN LEARNING AND TEACHING: CONTRIBUTIONS OF MATHEMATICAL EDUCATION**

**Abstract:** *This paper has the aim to present two theoretical approaches, the Activity Theory and the Situated Learning, which are being used on researches in Mathematical Education as possible ways of researching on different fields, such as on teaching and learning architecture, and specially, on teaching and learning design. It is believed that the researches that are being done in the classrooms, focusing on the analyses and comprehension of mathematical learning, can contribute significantly in other areas of learning and can bring some new light on design learning and teaching.*

**Key-words:** *Architectural learning and teaching, Design learning and teaching, Mathematical education, Activity Theory and Situated learning.*