

## Desenho arquitetônico: uma experiência didática utilizando ferramentas digitais

### Architectural design: didactic experience using digital tools

Andréia Saugo

Docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS,  
Avenida Dom João Hoffmann, 313, Bairro Fátima, CEP 99700-000, Erechim, RS, Brasil.

andrea.saugo@uffs.edu.br

#### Resumo

Este artigo apresenta uma experiência realizada na disciplina de Expressão Gráfica Auxiliada por Computador, ministrada no 4º período do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul. Essa disciplina aborda o uso de ferramentas computacionais, aplicadas à concepção e ao desenvolvimento do projeto arquitetônico, em desenhos bidimensionais e modelagem tridimensional. Para cumprir a ementa da disciplina foram planejados dois módulos didáticos, sendo o primeiro dedicado ao *software AutoCAD*, e o segundo módulo dedicado ao estudo e aprendizado do *software Revit Architecture*, ambos da empresa *Autodesk, Inc.* Após a realização das avaliações do aprendizado, sendo uma avaliação prática para cada aplicativo estudado, constatou-se que, os alunos que não trabalhavam, anteriormente à disciplina, com o *software AutoCAD* apresentaram resultados mais satisfatórios, também no *software Revit Architecture*, do que aos alunos que já trabalhavam anteriormente com o *software AutoCAD*. Este resultado é discutido a partir das diferentes concepções que geraram a criação dos *softwares* de desenho direcionados para a arquitetura, e suas ferramentas que facilitam a compreensão do elemento arquitetônico no seu todo.

**Palavras-chave:** arquitetura, expressão gráfica, projeto arquitetônico.

## Abstract

This paper shows an experience carried out in the subject of Graphic Expression Assisted by Computer, offered to the fourth period of Architecture and Urban at the Federal University of Southern Boundary. This subject treats the use of computational tools applied to the concept and developing of architectural design , bidimensional drawings and tridimensional modelling. In order to fulfill all the subject contents, it was planned two didatic modules, the first module was dedicated to the AutoCAD Software, and the second module, to the Revit Architecture software, both from the Autodesk Inc company. After the exams, which were two, one for each software, it was observed that the students who had no previous knowledge in AutoCAD showed better scores when compared to the students who had previous knowledge. This result is discussed from the different conceptions of each software for architecture, and their tools which improve the comprehension of architectural elements.

**Keywords:** architecture, graphic expression, architecture design.

## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo produzir uma reflexão sobre o uso de aplicativos computacionais no ensino da expressão gráfica e desenho arquitetônico, a partir de uma experiência didática, realizada com alunos da disciplina de Expressão Gráfica Auxiliada por Computador, do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul. Esta disciplina aborda o uso de ferramentas computacionais, aplicadas à concepção e ao desenvolvimento do projeto arquitetônico, em desenhos bidimensionais e modelagem tridimensional.

Nas faculdades de arquitetura, em seus ateliês, os aplicativos computacionais são muito utilizados como ferramentas de representação gráfica, tanto para desenhos bidimensionais quanto para modelagem tridimensional. Entre os aplicativos mais utilizados pelos estudantes estão o *AutoCAD*, para representação de desenhos bidimensionais e o *SketchUp* para modelagem tridimensional. Porém, conforme diz Iwamoto (2009), os aplicativos CAD (*Computer Aided Design*) são eficientes para representações bidimensionais nos processos de *design*, mas apenas substituíram as ferramentas tradicionais de representação, fazendo com que o produto final não reflita essa alteração de modo de fazer, do analógico para o digital.

Conforme Kolarevic (2009), certos aplicativos mais recentes podem ser usados não apenas como ferramentas de representação gráfica do projeto, mas também como um recurso para se desenvolver geometrias complexas, as quais eram de certa forma, difíceis de serem concebidas, desenvolvidas e

representadas. Com isso, percebe-se mudanças no processo de *design* que transcendem o aspecto formal, e que pressupõem novas posturas dos arquitetos e outras compreensões em relação ao controle da geometria do objeto projetado (NOJIMOTO, TRAMONTANO E ANELLI, 2011).

Com o intuito de compreender o processo de aprendizagem da representação e concepção do desenho arquitetônico, a partir de diferentes ferramentas computacionais, a disciplina de Expressão Gráfica Auxiliada por Computador definiu dois módulos de avaliação, utilizando dois programas diferentes para representação gráfica de projeto arquitetônico. Um utilizando a representação bidimensional – *AutoCAD*, e outro priorizando o uso de ferramenta do sistema BIM (*Building Information Modeling*) – *Autodesk Revit Architecture*. O intuito dessa experiência, utilizando *softwares* diferentes, também era abordar a inserção de tais aplicativos no processo de *design* dos alunos, entendendo que tais ferramentas não devem ser consideradas apenas como uma forma de representação do desenho arquitetônico, mas também como parte do processo de criação e controle da forma (NOJIMOTO, TRAMONTANO E ANELLI, 2011).

Durante o decorrer da disciplina e, principalmente, ao final das avaliações práticas realizadas, pode-se observar que, os alunos que já trabalhavam com o *software AutoCAD*, obtiveram resultado regular na avaliação prática de *Revit Architecture*. Enquanto os alunos que nunca haviam trabalhado com nenhum dos dois *softwares*, obtiveram resultado bom, em ambas avaliações. Nesse artigo apresenta-se o

procedimento didático utilizado, as dificuldades encontradas pelos alunos, em relação aos dois *softwares*, e as conclusões obtidas ao final das avaliações realizadas.

## 2. O USO DA TECNOLOGIA BIM

O ensino do desenho arquitetônico, a partir da introdução dos *softwares* de desenho no mercado, fez com que tais aplicativos facilitassem o trabalho para os profissionais da área, e para o ensino do desenho arquitetônico nas escolas de Arquitetura. Essas novas ferramentas emergem cada vez mais e apresentam implicações para a prática e o ensino da Arquitetura.

Porém, o uso do lápis e do papel na fase de concepção do projeto ainda é de suma importância para a formação profissional do arquiteto. Um dos *softwares* mais utilizados na Arquitetura são os chamados CAD, tanto para produzir quanto para conceber a Arquitetura. Por esse motivo, a utilização desse tipo de *software* no ensino do desenho arquitetônico, passou a ser uma prática comum dentro do ambiente acadêmico (GRIZ, CARVALHO e PEIXOTO, 2007). Porém, os desenhos nele produzidos só são viáveis se as pessoas que os criaram entenderem os conceitos apreendidos na disciplina, cujo objetivo é capacitar o aluno a desenhar, no computador, todas as representações gráficas de um projeto arquitetônico. Dessa forma, uma vez assimilada a maneira de operar o *software*, é preciso agora encontrar a melhor maneira de utilizá-lo, como ferramenta de desenho, tornando mais legível e compreensível a representação dos elementos arquitetônicos.

A tecnologia BIM é um conceito geral e não um *software* específico. O BIM baseia-se na ideia de criar tudo de forma totalmente coordenada, permitindo a visualização simultânea da obra tridimensional. É utilizado para facilitar a concepção, construção, aquisição, preço, segurança, manutenção, gestão de instalações, e muito mais.

Conforme Birx (2006), não é tão fácil definir o BIM quanto o CAD. BIM é mais um processo do que uma ferramenta de elaboração, podendo ser visto tanto como processo de projeto quanto como ferramenta de desenho. Para o autor, a tecnologia representa a transição do analógico para o digital, onde os

projetos são conduzidos como modelos completos. O mesmo autor ainda afirma que é um erro pensar em BIM como mais uma forma de representação tridimensional, pois ao fazer isso, perde-se o seu potencial mais significativo: os benefícios de uma mudança de cultura projetual.

Quando se trabalha com BIM trata-se da informação acerca da edificação inteira e um conjunto completo de documentos referentes ao projeto, que ficam armazenados em uma base de dados totalmente integrada. Todas as informações são paramétricas e por isso inter relacionadas. Desta forma, os modelos idealizados em BIM vêm sendo chamados de modelos inteligentes (LAISERIN, 2010). Diante de todos os programas, presentes no mercado, que compõem a tecnologia BIM, vários autores apresentam o *Autodesk Revit Architecture* como a interpretação mais literal do BIM, funcionando como uma base de dados única. No entanto, a adoção de um *software* BIM pressupõe reorganização de processos através de novas formas de pensar o projeto integrado e também de organização do trabalho projetual.

## 3. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS DA DISCIPLINA

Nas instituições de ensino superior o uso de ferramentas de computação gráfica foi introduzido ao processo de ensino de desenho para facilitar a compreensão e o domínio da visão espacial. A aplicação da ferramenta computacional trás muitos benefícios e vantagens ao processo de aprendizado. Entretanto, é preciso salientar que o uso de tais ferramentas não deixa em segundo plano o conteúdo de desenho que deve ser trabalhado.

A disciplina de Expressão Gráfica Auxiliada por Computador objetiva capacitar o estudante para o uso de *softwares* para concepção e desenvolvimento de projetos nas diversas áreas da Arquitetura. Foi proposto, para a aprendizagem do desenho arquitetônico em meio bidimensional, o uso do *software AutoCAD*, focalizando questões de representação e expressão gráfica. E para a modelagem e representação tridimensional, o uso do *software Autodesk Revit Architecture*, considerando-se a necessidade de os alunos experimentarem o uso de uma ferramenta especificamente direcionada à representação do projeto arquitetônico.

Os exercícios didáticos, para cada *software*, foram baseados em aulas expositivas e práticas. Primeiramente, com o professor apresentando os aplicativos e os termos utilizados com frequência quando se trabalha com eles. Em seguida, demonstrando cada ferramenta de desenho e edição, ao mesmo tempo em que os alunos, cada um em um computador, repetiam os comandos. E posteriormente, realizando exercícios práticos individuais, com base em desenhos arquitetônicos, previamente elaborados pelo professor, no formato de tutoriais, e entregues a cada aluno, que deveriam reproduzi-los no *software* que estava em estudo naquele momento, para que pudessem aprender a lógica computacional dos aplicativos. As dúvidas e dificuldades, que os alunos apresentavam, com cada ferramenta, eram discutidas durante a abordagem do comando ou assunto, em aula. Também foi fornecido material, como apostilas e vídeo-tutoriais, para dar suporte ao aprendizado.

O tempo programado para o aprendizado de cada *software* foi de 9 semanas, realizando-se uma aula de 4 horas por semana, totalizando 32 horas de estudo para cada *software*, diminuindo-se 4 horas dedicadas à avaliação prática do aprendizado.

As avaliações, para cada um dos *softwares*, basearam-se em provas práticas, a partir de desenhos arquitetônicos elaborados previamente pelo professor da disciplina. Para a avaliação prática individual do aprendizado quanto aos *softwares* estudados, *AutoCAD* e *Revit Architecture*, os alunos receberam, em material impresso, os desenhos arquitetônicos que deveriam reproduzir. Tais desenhos representavam uma edificação de dois pavimentos, sendo compostos de planta baixa de cada pavimento e planta de cobertura. Cada aluno, obrigatoriamente, deveria complementar o projeto da edificação agregando uma área anexa. Dessa forma, os alunos deveriam trabalhar com as relações e conexões entre os elementos do projeto ao conceber a área.

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O foco da discussão é direcionado para uma instigante questão. No início da disciplina, os alunos apresentavam níveis diferenciados de conhecimento a cerca dos *softwares*. Os aplicativos geralmente utilizados pelos alunos são o *AutoCAD*, para

representação gráfica bidimensional do projeto, e o *SketchUp* para modelagem tridimensional, auxiliados por programas de tratamento gráfico.

O número de alunos cursando a disciplina era de 41. A maioria dos alunos já trabalhava com o *software AutoCAD*, enquanto poucos (9 alunos) nunca haviam utilizado o aplicativo. Já quanto ao *software Revit Architecture*, somente 2 alunos tinham conhecimento prévio, porém superficial, enquanto o restante não tinha conhecimento sequer da interface do aplicativo. No Gráfico 1 é possível visualizar de forma clara esta proporção.

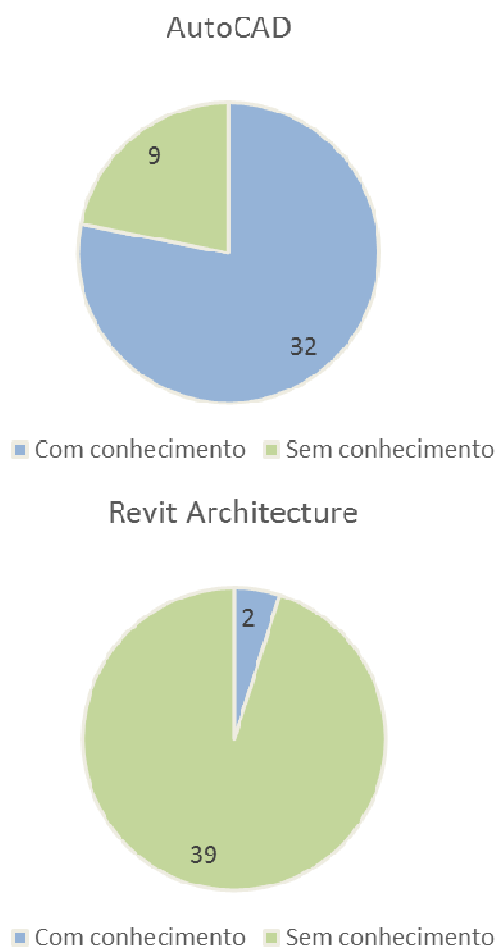


Gráfico 1: Comparativo entre o nível de conhecimento dos alunos quanto aos *softwares* no início da disciplina.

Essa diferença de conhecimentos gerou resultados muito interessantes, ao final das avaliações práticas dos *softwares* trabalhados. Pode-se observar, claramente que, os alunos que obtiveram ótimo resultado na prova prática de conhecimentos do *software AutoCAD*, obtiveram resultado regular ou

insuficiente na prova prática de conhecimentos do *software Revit Architecture*. Já os alunos que não tinham nenhum conhecimento prévio em ambos os softwares, *AutoCAD* e *Revit Architecture*, obtiveram resultado satisfatório nas avaliações práticas de cada um dos aplicativos. Este comparativo pode ser melhor visualizado no Gráfico 2.

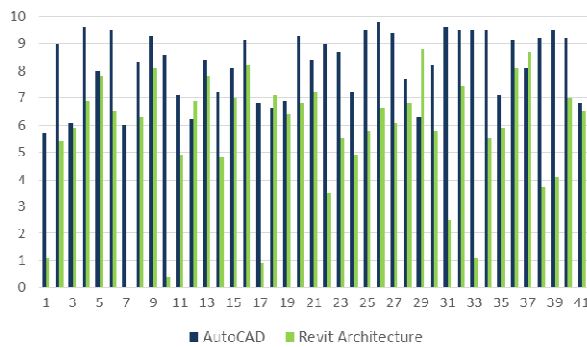


Gráfico 2: Comparativo de notas obtidas pelos alunos nas duas avaliações.

A principal característica do *AutoCAD* é ser uma prancheta digital para o arquiteto, quer dizer, permite elaborar o desenho arquitetônico da mesma forma daquele feito à mão com régua paralela, esquadros, compasso, e outros. Os elementos do desenho baseiam-se em linhas, arcos, retângulos, etc.

Quando o desenho passou da prancheta para o *AutoCAD* a forma de projetar não mudou. Apenas o que houve foi a transferência do desenho para o computador, diminuindo erros, tempo de dedicação e proporcionando maior facilidade para a realização de alterações. Continua-se desenhando linha por linha, item por item, em todas as plantas e desenhos, porém de uma forma mais produtiva.

O *software Revit Architecture* não é baseado no *software AutoCAD* e não exige conhecimentos deste para ser utilizado. Uma de suas maiores vantagens é o seu mecanismo de alteração para métrica, que significa que uma alteração em um lugar (em um planta ou vista, por exemplos) gera uma mudança simultânea em todos os outros pontos de vista. As revisões são coordenadas em todo o projeto.

Mesmo que os dois softwares tenham sido criados pela mesma empresa, os resultados apresentam grandes diferenças, de acordo com a finalidade e propósito a que se destinam cada um deles.

A diferença no aprendizado do *software Revit Architecture* entre alunos que já utilizavam e alunos que não utilizavam o *software AutoCAD*, acredita-se dever-se à grande diferença existente na forma de construção do desenho. O *software AutoCAD* apresenta comandos e ferramentas de desenho que são uma tradução das ferramentas físicas utilizadas no desenho à mão livre, onde desenha-se linha por linha, como já exposto. Além de possuir comandos e ferramentas com relativa facilidade de aplicação e construção dos elementos do desenho. O que o torna mais fácil de trabalhar. Apesar de a concepção projetual ficar limitada por não existir ferramentas que possibilitem a visualização do todo que se está construindo.

Já o *software Revit Architecture* apresenta maior complexidade, no que diz respeito à utilização das ferramentas de que dispõem, que encontram-se muitas vezes ocultas. O entendimento da interface disponibilizada também é complexo, apresentando inúmeros comandos e situações adversas. Porém, o fato de este *software* requisitar um entendimento da construção do objeto arquitetônico muito mais aproximado da sua forma e especificidades físicas, o que o distancia grandemente da construção do desenho na forma de linha por linha, fez com que o aprendizado daqueles alunos que nunca haviam trabalhado com nenhum dos softwares pudesse obter melhores resultados. Compreender e construir o elemento arquitetônico a partir de suas características físicas, facilitado pela visualização tridimensional, possui muito mais razão e sentido.

Por estes motivos expostos, o conhecimento prévio do *software AutoCAD* pelos estudantes, dificultou o aprendizado do *software Revit Architecture*. Estando acostumados ao *software* e mantendo domínio sobre ele, foi necessário compreender o objeto arquitetônico, a partir de uma visão espacial e de um conhecimento técnico das características do objeto que é totalmente diferente para cada um dos softwares.

No gráfico é possível averiguar que poucos alunos obtiveram nota superior na avaliação de *Revit Architecture*, estes fazem parte do grupo de alunos que não teve contato anterior com o *software AutoCAD*. Este número de 4 alunos, conforme apresenta o Gráfico 2, é muito relevante diante do número total de alunos que não teve contato anterior com o *AutoCAD*, que é 9, ou seja, quase a

metade destes alunos. Este resultado demonstra que tais alunos não estavam cometidos por “vícios” e condicionantes de desenho adquiridos anteriormente, por processos que se percebem muito diferentes para o desenvolvimento do projeto arquitetônico.

No gráfico 3 estão em destaque as notas, das avaliações práticas, obtidas pelos 9 alunos que não tinham conhecimento anterior do *software* *AutoCAD*. É possível identificar que as notas das duas avaliações são homogêneas e próximas, para este grupo de alunos. Enquanto que as notas da maioria dos demais alunos, numa comparação entre as duas avaliações, são muito discrepantes.

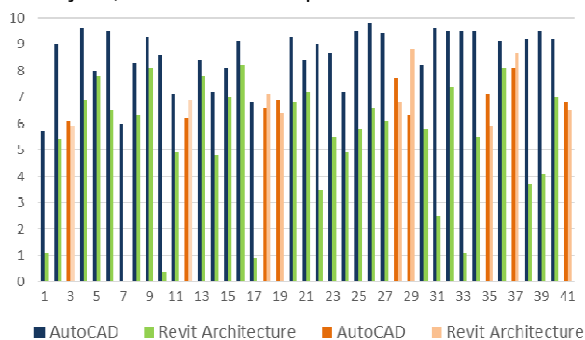


Gráfico 3: Destaque para as notas dos alunos sem conhecimento anterior dos *softwares*.

Considerou-se, durante a execução da disciplina, que ao se utilizar um novo artefato para realizar a mesma tarefa que se realizava anteriormente sem ele, precisa-se aprender sobre o seu funcionamento, captar e interpretar a informação que se recebe dele. Mas, é importante enfatizar que, a inserção de um novo *software* gráfico não deve mudar a natureza da tarefa, mas sim a forma de execução da tarefa.

Outro foco de discussão é direcionado ao processo de *design*, quando o computador não é apenas uma ferramenta de representação do projeto, mas abriga parte do processo de concepção. Nesse ponto, é necessário o conhecimento de uma nova linguagem. Se o uso desses programas apresenta aspectos estimulantes e em princípio positivos, seus limites também ficaram claros nos exercícios de projeto. Em alguns momentos é necessária a combinação de uso com outros programas e saberes, para enfrentar os problemas de que demanda todo projeto de edificações.

#### 4.1. Utilizando o aplicativo *AutoCAD*

O *AutoCAD* é um *software* do tipo CAD, criado e comercializado pela *Autodesk* desde 1982. Sua utilização dá-se principalmente para a elaboração de desenho técnico em duas dimensões (2D) e também, porém menos usual, para a criação de modelos tridimensionais (3D). Além dos desenhos técnicos, o *software* tem disponibilizado, nas versões mais recentes, recursos para visualização em diversos formatos. É amplamente utilizado em arquitetura, *design* de interiores, engenharia civil, engenharia mecânica, engenharia elétrica e em vários outros ramos da indústria.

No *software* *AutoCAD* a matriz do desenho é sempre o comando linha, e com o auxílio de outros comandos, tais como estender, duplicar e cortar, são geradas as plantas. Neste *software* todos os desenhos, ou todas as etapas de desenho, necessitam ser feitas separadamente. Dessa forma, após o desenho das plantas é preciso desenhar todas as linhas e elementos que compõem os cortes, as fachadas e demais desenhos representativos do projeto. Todo esse processo de desenho por vezes torna-se demorado e cansativo. Em contraponto, o *software* apresenta comandos de fácil uso e entendimento, além de uma interface simples.

Durante as aulas dedicadas ao estudo do *software* *AutoCAD*, não identificou-se grandes dificuldades no uso das ferramentas de criação e edição do desenho, por parte dos alunos.

A superioridade das notas obtidas na avaliação prática de *AutoCAD*, pode ser concluída pelo fato de o acesso ao aplicativo ser mais facilitado, e mesmo pela difusão deste no meio acadêmico entre os alunos, além de ainda ser o *software* mais utilizado nos escritórios de Arquitetura e nas empresas de construção civil.

#### 4.2. Utilizando o aplicativo *Autodesk Revit Architecture*

A tecnologia BIM pressupõe uma grande alteração do raciocínio necessário no momento do desenho e da concepção de projetos arquitetônicos, ao englobar os modelos tridimensionais desde a fase inicial dos projetos.

Enquanto os arquivos “*drawing*” da plataforma CAD consistem em representações gráficas de

determinado projeto, ainda que compostos de detalhamentos e outros fatores que lhe conferem grande complexidade característica da fase projetual, os “*project*” dos modelos BIM são o próprio projeto, a partir do qual as representações são extraídas automaticamente, quantas forem necessárias. As alterações também são instantâneas em todas as vistas do projeto. Todos os projetos complementares ao de arquitetura são desenvolvidos tridimensionalmente e o próprio *software* acusa as inconsistências.

O *Autodesk Revit Architecture* oferece uma interface que gera uma melhor legibilidade do elemento arquitetônico e também facilita a visualização do mesmo. Sua interface possibilita a visualização dinâmica da edificação em diversas posições, possibilitando, inclusive, a visualização e realização imediata de cortes, detalhes e plantas baixas, de acordo com as normas de representação de Desenho Arquitetônico. Também é possível visualizar os elementos arquitetônicos em vistas 3D, além da possibilidade de representar sombras e texturas.

No início do estudo do *Revit Architecture* os alunos que já trabalhavam com o *AutoCAD*, tiveram dificuldades de compreender que elementos digitais, como portas, paredes e janelas, precisam ser entendidos como tais, permitindo a extração de informações de naturezas diversas que facilitam, por exemplo, a realização de testes, os quais auxiliam as tomadas de decisões.

As aulas buscaram fornecer aos alunos a percepção de que tais elementos de fato dinamizam o processo de projeto, tentando impulsionar a busca por desafios, como a criação de famílias, para que dessa forma fosse extraído o uso potencial da ferramenta.

O fato de os elementos serem entendidos como o que realmente são, facilitou a compreensão das ferramentas do *software* por aqueles alunos que não tiveram contato, anterior à disciplina, com o *AutoCAD*. Acredita-se que este seja o maior motivo para a diferença obtida nas avaliações entre os alunos. A compreensão de que os elementos se comportam como realmente são, fez com que se minimizassem os erros de projeto, pois os conflitos existentes eram mais facilmente percebidos. E essa linguagem foi mais compreendida pelos alunos que não tiveram contato com o *software AutoCAD* antes da disciplina começar.

## 5. CONCLUSÃO

Esta experiência se mostra como um incentivo para a promoção de outros exercícios, e talvez, de outra didática de ensino que explore mais aplicações tanto na concepção quanto no desenho do projeto arquitetônico.

Acredita-se que, o acesso às tecnologias com interfaces construídas para a atividade específica a que se destina, facilite a apreensão das informações repassadas, ampliando as possibilidades de construção do conhecimento, a partir de meios que sejam interativos, instigantes e que proporcionem e facilitem a legibilidade do aprendizado.

Por ser um aplicativo bastante intuitivo, o uso do *Autodesk Revit Architecture*, otimiza o desenvolvimento e a construção do conhecimento, bem como, da visão espacial.

A experiência parece ter despertado nos alunos, inclusive de outros anos do curso, o interesse e a curiosidade pelos aplicativos de desenho, principalmente pelo *Autodesk Revit Architecture*. Cabe também aos alunos explorar mais as possibilidades que esse e outros aplicativos abrem para o desenho e projeto arquitetônico.

Todos os recursos de tecnologia, utilizados de maneira complementar, contribuem para o aprendizado e também para o ensino do desenho arquitetônico. Enquanto, o ensino do desenho, conforme abordado na disciplina aqui discutida, deve estar sempre sujeito à adaptações em função das atualizações dos meios didáticos, incluindo-se os aplicativos gráficos de desenho em mídia eletrônica, e também adaptações em função das necessidades educativas dos alunos.

Quanto ao ensino de projeto, toda proposição de implementação do uso de aplicativos direcionados ao projeto arquitetônico, poderia envolver um conjunto mais amplo de disciplinas, para que o aprendizado das ferramentas seja aproveitado em outras estratégias de ensino, que não sejam somente as disciplinas de projeto, mas também disciplinas de sistemas estruturais, sistemas hidráulicos, projetos urbanísticos e tantas outras.

## Referências Bibliográficas

BIRX, G. W. How Building Information Modelling changes Architecture Practice. **AIA Best Practices**,



Baltimore, Phoenix And Washington D.C., out. 2006.  
Disponível em: <[www.aia.org/bestpractices\\_index](http://www.aia.org/bestpractices_index)>.  
Acesso em: 13 jul. 2011.

GRIZ, C.; CARVALHO, G.; PEIXOTO, A. Modificações da metodologia do ensino do desenho arquitetônico segundo conceitos da ergonomia cognitiva. In: IX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 2007, Curitiba. **Anais...**: Graphica, 2007.

IWAMOTO, L. **Digital fabrications**: architectural and material techniques. New York: Princeton Architectural Press, 2009.

LAISERIN, J. Building Smarter. **An Interview With Jerry Laiserin**, 2010. Disponível em: <<http://www.acm.org/ubiquity/>>. Acesso em: 11 jul. 2011.

NOJIMOTO, C.; TRAMONTANO, M.; ANELLI, R. L. S. Design Paramétrico: Experiência didática. In: XV Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 2011, Santa Fé, Argentina. **Anais...**: Sigradi, 2011.

KOLAREVIC, B. **Architecture in the digital age**: design and manufacturing. London: Taylor & Francis, 2009.