

Adriane Borda Almeida da Silva  
DTGC, IFM, UFPEL, Brasil – GIGA, UNIZAR, Espanha  
adribord@ufpel.tche.br

Francisco José Serón Arbeloa  
GIGA, UNIZAR, Espanha  
seron@posta.unizar.es

Javier Arlegui de Pablos  
UPNA, Espanha  
arlegui@unavarra.es

Neusa Rodrigues Félix  
DTGC, IFM, UFPEL, Brasil  
neusarf@ufpel.tche.br

## Resumo

Neste artigo apresenta-se uma metodologia de análise de materiais didáticos. Analisam-se materiais relativos à **descrição da forma e da aparência do objeto arquitetônico a partir de recursos informáticos**. Objetiva-se identificar em que marco teórico-procedimental estes materiais são descritos no contexto de ensino da Expressão Gráfica Arquitetônica e que correspondência apresentam com o desenvolvimento científico atual.

## Abstract

*En este artículo se presenta una metodología de análisis de materiales didácticos. Se analizan materiales relativos a la **descripción de la forma y de la apariencia del objeto arquitectónico a partir de recursos informáticos**. Se objetiva identificar en que marco teórico-procedimental estos materiales son descritos y que correspondencia tienen con el desarrollo científico actual.*

## Introdução

A produção de materiais didáticos relativos à descrição da forma e da aparência do objeto arquitetônico a partir de recursos informáticos começou a ser incrementada nos últimos anos da década de 90. Os conteúdos destes materiais referem-se a um âmbito interdisciplinar onde está a Didática, a Expressão Gráfica Arquitetônica e a Informática Gráfica.

Considerando-se que a seleção e organização dos conteúdos docentes não são problemas **transparentes** no processo de ensino e aprendizagem, resulta evidente que a incorporação destes novos saberes conceituais e procedimentais geram um problema Didático: de estudo das condições em que devem funcionar nas escolas de arquitetura.

Com este trabalho analisa-se pelo menos uma parte desta problemática: busca-se conhecer como os recursos informáticos integram-se no âmbito curricular da Expressão Gráfica Arquitetônica. Busca-se, em particular, saber como são apresentados nos livros de texto para arquitetura, em que marco teórico-procedimental são descritos e que correspondência existe com seu desenvolvimento científico atual.

Trata-se a questão como um problema de análise de conteúdos didáticos. Utiliza-se para isto de um marco teórico: o da Teoria Antropológica da Didática e de seus conceitos chaves de organizações praxeológicas e de transposição didática.

## O Marco Teórico: Teoria Antropológica da Didática

A Teoria Antropológica da Didática originou-se no âmbito da matemática, a partir dos trabalhos do francês Yves Chevallard, que buscava elaborar um dispositivo capaz de analisar com profundidade os materiais docentes. (Chevallard, 1991)

Com a designação **antropológica** dada a esta teoria, Chevallard quer destacar que um saber é sempre relativo a uma determinada instituição, na qual vive com características específicas. O autor caracteriza fundamentalmente três elementos: o **sistema didático**, como marco sistemático de referência à análise; a noção de **praxeologia**, como marco conceitual que estrutura a noção de saber; a **transposição didática**, como teoria que abarca os fenômenos de trânsito do saber entre instituições.

O sistema didático é o objeto de estudo da didática, e está constituído por três elementos básicos: o professor, os alunos e o saber a ensinar, assim como pelas relações que se estabelecem entre eles.

Na Didática mais tradicional a questão de estudo refere-se, essencialmente, à relação professor-aluno, onde a problematização dirige-se ao aluno e a seus processos de aprendizagem. São as teorias de natureza psicológica as que, em maior medida, contribuem a esta abordagem. Entretanto, nos últimos anos configura-se uma visão didática **complementar**: da Didática Fundamental, onde o problema concentra-se na relação saber-

aluno. Problematiza-se o pólo do saber e a natureza do mesmo, estabelecendo-se uma didática de natureza epistemológica, onde com este novo enfoque didático, é permitido estudar as dificuldades de ensino e aprendizagem devido à própria natureza do saber que se ensina.

A Teoria Antropológica Didática amplia a noção de saber à noção de **praxeologia**. Esta noção refere-se à identificação de uma estrutura formal do saber. Esta estrutura está caracterizada por quatro elementos que se relacionam de forma dinâmica e dialética: tarefas, técnicas, tecnologias e teorias. Para fins de estudo, admite-se observar esta estrutura em seu estado estático.

As tarefas são os elementos mais primitivos de um saber e se expressam normalmente por verbos.

A uma determinada **maneira de realizar** uma tarefa refere-se ao nome de técnica. Identificando-se estes dois elementos, caracteriza-se, em uma praxeologia, um bloco prático-técnico que usualmente denomina-se como um saber-fazer.

Em um nível um pouco mais superior do saber, encontra-se a tecnologia, cujo primeiro objetivo é justificar racionalmente a técnica para assegurar-se de que permite realizar o tipo de tarefas que pretende. Chevallard observa que, o discurso tecnológico contém afirmações mais ou menos explícitas, das que se pode ainda pedir explicações.

Passa-se então a um nível superior de justificativa-explicação-produção, o da teoria que retoma, em relação com a tecnologia o papel que esta última tem em relação à técnica. O status da teoria é em realidade um ingrediente de abstração progressiva, crescente a partir das tarefas, técnicas, tecnologias e teorias.

Neste sentido, pode-se imaginar que esta sucessão de justificativas é perseguida até o infinito, concebendo objetos supra-teóricos, podendo-se chegar a abarcar aspectos relacionados com a própria filosofia da ciência.

Desta forma, em um saber, o discurso teórico não se contrapõe à atividade prática como duas atividades independentes (como tantas vezes parece ocorrer ao analisar as práticas docentes nas instituições educativas). Ao contrário, a organização praxeológica põe de manifesto a filiação (dinâmica) entre teoria e prática.

Considerando-se a dimensão antropológica do saber, que adquire as características próprias da instituição onde vive, sua estrutura praxeológica, inevitavelmente, se difere quando se faz presente em uma ou em outra instituição. Estas estruturas constituem-se ao longo da história, onde se pode estudar a própria gênese do saber em cada uma das instituições onde se encontra contextualizado. Além desta dimensão genética, pode-se identificar sua dimensão estrutural como, por exemplo, caracterizando-se aqueles elementos que compõem o saber em um momento específico.

Sendo assim, o saber em uso (próprio de uma instituição profissional) pode diferir da estrutura do saber sábio (próprio de uma instituição científica). O mesmo ocorre com a estruturação de praxeologias a ensinar. Estas, por sua vez resultam do fenômeno transpositivo de praxeologias. Consideram-se as instituições científicas e profissionais como fontes de praxeologias que alimentam as instituições de ensino.

Disto trata a teoria da Transposição Didática, que estuda as transformações que convertem o saber original em saber **objeto de ensino** (conteúdo), estudando desta forma, o efeito da descrição dinâmica de praxeologias.

A instituição educativa é particularmente sensível a este processo transpositivo, considerando-se que os saberes de referência a ensinar raramente são produzidos pela mesma instituição educativa; são importados de outras instituições, geralmente da instituição científica (a produtora do saber sábio).

Uma análise de transposição didática segue tradicionalmente várias etapas. Faz-se necessário, inicialmente, conhecer a evolução genética-estrutural das praxeologias históricas que no tempo conformam as organizações praxeológicas atuais em cada um dos contextos analisados. Posteriormente, procede-se a análise para a identificação do saber sábio (estabelecido na comunidade científica): convém identificar, em extensão, a estrutura praxeológica do saber sábio atualmente constituído e que se toma como referência. Da mesma forma, deve-se identificar a estrutura praxeológica atual do saber-em-uso já constituído, relativo à instituição técnica-profissional envolvida no estudo. Outra etapa refere-se à identificação do saber-a-ensinar: saber no currículo e manuais de estudo.

Finalmente pode-se proceder à análise transpositiva, tomando-se como referência os estudos anteriores, comparando-os em suas estruturas e em seus mecanismos de funcionamento.

Convém destacar que o processo transpositivo não finaliza no saber-a-ensinar. Nele finaliza o que Joshua denomina **transposição didática externa** (Joshua, Dupin, 1993), a que ocorre até **as portas** da instituição docente. Mas o saber que entra em um centro educativo é, geralmente, adaptado pelo professorado para o seu ensino em aula, de modo que existe uma transposição (considerada interna à instituição) entre o **saber-a-ensinar** e o **saber-efetivamente-ensinado-em-aula**.

No âmbito deste estudo segue-se a metodologia tradicional, restringindo-se à transposição didática externa. Neste artigo, descrevem-se as etapas de identificação das estruturas praxeológicas atuais dos saberes, referentes à descrição da forma e da aparência dos objetos, relativas ao contexto científico e de ensino, e apresentam-se os resultados obtidos ao proceder a análise transpositiva.

## A descrição da forma e da aparência dos objetos no contexto científico

Consideram-se os saberes da **Modelagem Geométrica e Visual**, próprios da Informática Gráfica, como os “saberes-científicos-de-referência” para o trabalho de organização dos componentes dos **saberes-a-ensinar**, quando trata-se da atividade de descrição da forma e da aparência do objeto arquitetônico por meios informáticos.

Tais saberes constituem-se ao longo da história em um processo dinâmico de reorganização de elementos (tarefas, técnicas, tecnologias e teorias) oriundos de distintas estruturas, a partir de linguagens analógicas (não algébricas) e algébricas até à linguagem informática, que passa a permitir a correspondência biunívoca das linguagens anteriores.



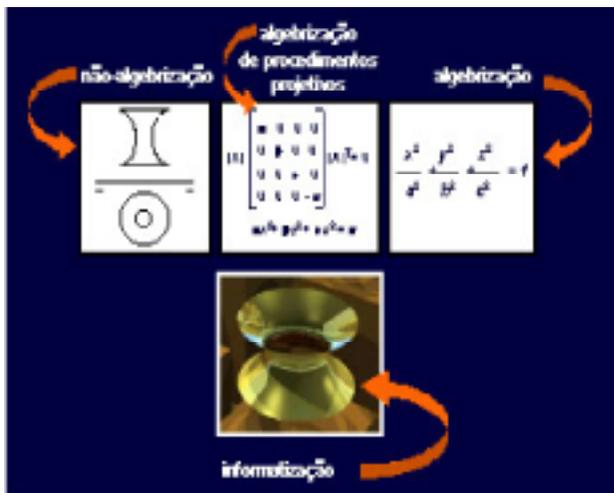


Fig 1 – Configuração da Modelagem Geométrica

A Modelagem Geométrica e Visual passa a representar uma organização integradora de saberes. Junto ao processo de sistematização desta organização caracterizam-se, fundamentalmente, duas escolas: as que buscam a aproximação de imagens fotorrealistas e as que seguem essencialmente a busca de modelos corretos sob o ponto de vista físico e científico. O segundo grupo preocupa-se em gerar imagens que não somente pareçam com uma foto, mas que também resultem de um processo de simulação que capta a imagem em um momento concreto de interação entre luz e matéria. Esta escola tenta simular, em toda sua fenomenologia, “o transporte da luz em um entorno que se caracteriza por conter fontes que emitem energia luminosa, materiais que interatuam com a luz e câmaras ou retinas que registram a quantidade de luz em diferentes zonas da cena” (Serón et al, 1994). Atualmente o aperfeiçoamento destes modelos chega ao ponto em que o limite da atividade de resolução dos problemas de simulação física reside na falta de potência das máquinas para poder implementá-los.

Por isto, investe-se no campo da Psicofísica, especificamente nos estudos do fenômeno da percepção, tentando-se incrementar o modelo de visualização. Busca-se passar do modelo da câmara ao modelo do olho, tentando identificar os limites perceptíveis estabelecidos pelo sistema ocular no processo de captura de imagens. Estes estudos vão permitindo estabelecer um limite de inversão em determinados processos de cálculo que descrevem fenômenos desprezíveis, que o olho não percebe, otimizando a modelagem da realidade em um computador. Isto é, limitando, por exemplo, os cálculos quase infinitos de equilíbrio energético nos modelos físicos de iluminação, ou limitando cálculos de detalhes para certos campos de visão.

Desta forma, a praxeologia atual no contexto científico passa do paradigma da imagem fotorrealista (realidade pintada) ao paradigma da imagem científica, para **medir e prever** (realidade simulada).

A partir da identificação deste estado atual da Modelagem Geométrica e Visual, estruturam-se esquemas praxeológicos nos quais especificam-se e descrevem-se as diferentes técnicas e discursos associados que a integram. Estuda-se, inicialmente, a Modelagem Geométrica como primeira condição para a obtenção de um modelo que se possa visualizar, destacando-se a

modelagem de curvas e superfícies paramétricas, pela novidade dos recursos para o meio em que se faz a análise transpositiva. Estuda-se a Modelagem da Aparência, identificando-se as organizações de saberes capazes de permitir a modelagem das fontes de luz, dos materiais, do transporte da luz e da percepção, destacando-se as diferentes complexidades que envolvem a elaboração dos modelos que tentam simular a realidade, desde os modelos heurísticos aos físicos e psicofísicos.

## A descrição da forma e da aparência dos objetos no contexto de ensino

Considerou-se, para a delimitação do contexto de ensino a ser analisado, àqueles materiais didáticos que se referem explicitamente à aplicação da informática na arquitetura e que se ocupem de conceitos ou práticas que envolvam saberes relativos à Modelagem Geométrica e Visual. A análise restringiu-se a sete obras, em forma de livros de texto ou de práticas publicadas, disponíveis no período de 1992 a 2000 junto às escolas de arquitetura da Espanha.

Foram identificados aqueles componentes que organizam os saberes-a-ensinar (problemas, técnicas e discursos (teorias e tecnologias)) relativos à descrição da forma e da aparência dos objetos a partir dos recursos informáticos.

## Análise Transpositiva: contexto científico x contexto de ensino

Realizando-se a análise transpositiva, constata-se que existe uma diferença significativa entre a **praxeologia-científica-de-referência** e as **praxeologias-arquitetônicas-a-ensinar**. Esta diferença percebe-se associada à diferença nos tipos de tarefas que parecem guiar: no contexto científico persegue-se a representação exata da realidade; no contexto de ensino da arquitetura exige-se a presença de distintos graus de realismo na representação do objeto arquitetônico. A atividade arquitetônica, fundamentalmente, se apóia em **momentos praxeológicos** prévios e mais primitivos que o correspondente à Modelagem Geométrica e Visual.

Considerou-se que as **praxeologias-arquitetônicas-a-ensinar**, quando comparadas com o conjunto de saberes que constituem a Modelagem Geométrica e Visual, poderiam ser caracterizadas dentro de três **estágios praxeológicos** (Borda,2001):

O estágio de ‘praxeologias da representação’, que se limita à representação em duas dimensões referindo-se ao Desenho de Arquitetura, quando este não propõe uma alusão à tridimensionalidade.

O estágio de ‘praxeologias da formalização’, onde as praxeologias transitam desde a alusão ao Desenho de Arquitetura tradicional (quando este já busca a representação da terceira dimensão, pelo desenho de perspectivas), passando a referirem-se às Maquetes (modelos físicos tridimensionais) e ainda buscando ‘novas referências’ (onde a prática arquitetônica passa a poder contar com o controle interativo em modelos virtuais). Caracteriza-se este estágio pela exclusão da proposta de controlar o fenômeno físico de interação entre luz e matéria. Desta forma, a atividade limita-se a descrever a aparência do objeto arquitetônico com o objetivo principal de destacar a geometria do mesmo.

Por último, caracteriza-se o estágio de ‘praxeologias da modelização’. Neste estágio as praxeologias correspondem-se com a Modelagem Geométrica e Visual, que buscam a representação de um modelo integral do objeto arquitetônico em termos de geometria e de aparência.

Nos dois primeiros estágios enquadram-se as posturas que buscam explorar as possibilidades da representação em termos geométricos, (podendo chegar a rejeitar as imagens fotorrealistas). No terceiro estágio enquadram-se as posturas que apontam à referência científica, buscando introduzir praxeologias que trazem ao plano da imagem a interdisciplinaridade que supõe o controle da geometria e da aparência do objeto arquitetônico.

Mostra-se, esquematicamente, os resultados da análise.

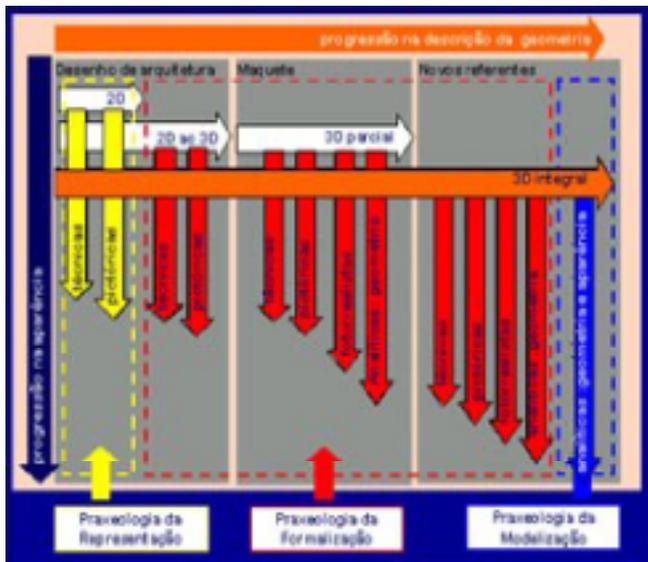


Fig 2 – Identificação de estágios praxeológicos no processo de estruturação de praxeologias-arquitetônicas-a-ensinar.

O primeiro estágio, de praxeologias da representação, encontra-se retratado em todos os materiais analisados. Porém considera-se que estas organizações não propõem uma ampliação em relação às organizações tradicionais: não chegam a explorar as possibilidades de controle de formas complexas (como o emprego de curvas paramétricas) no espaço bidimensional.

Igualmente encontram-se retratadas praxeologias da formalização, considerando-se também que os materiais didáticos não avançam com propostas de organizações que envolvam geometrias mais complexas, agora no espaço tridimensional.

Por outro lado, constatou-se a ausência de discursos que apóiam a geração de imagens para medir e prever a realidade idealizada, praxeologias da modelização, como se configura atualmente a praxeologia científica de referência.

Este estudo caracteriza-se como uma etapa de análise didática, prévia à etapa de ação didática onde se realiza o trabalho de transpor (e não simplesmente transcrever) as técnicas e discursos tecnológicos desde seu contexto científico até um contexto de ensino específico.

## Referências Bibliográficas

- BORDA, A. S. (2001). “Los saberes constitutivos del Modelado Geométrico y Visual, desde las instituciones científicas y profesionales hasta las Escuelas de Arquitectura: un análisis de transposición didáctica.” Tesis de doctorado, Universidad de Zaragoza, España, 2001.
- CHEVALLARD, Y. (1991). “La Transposition Didactique. Du savoir savant au savoir enseigné.” *La Pensée Sauvage*, 2ème édition, Grenoble.
- JOHSUA, S., DUPIN, J.J. (1993). “Introduction à la Didactique des Sciences et des Mathématiques.” *Presses Universitaires de France*, Paris.
- SERÓN, F., LATORRE, P. y MAGALLÓN, J. (1994) “Los horizontes del Rendering.” IV Congreso Español de Informática Gráfica, CEIG.

