

## REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE SÍNTESE: ARTEFATOS COGNITIVOS NO ENSINO DE ASPECTOS TEÓRICOS EM DESIGN DE INTERFACE

Stephania Padovani<sup>1</sup>

### Resumo

Estudantes de design, durante seu processo de formação na universidade, desenvolvem principalmente habilidades visuais e espaciais. Entretanto, quando se tratam de disciplinas teóricas, há maior exigência da inteligência linguística ou verbal. Neste trabalho, propomos a utilização do que intitulamos representações gráficas de síntese (RGS) como uma forma de aproveitar as habilidades de análise, produção e avaliação de representações gráficas dos estudantes, para facilitar o aprendizado de aspectos teóricos em Design de Interface. Alunos de pós-graduação em design que participaram desta pesquisa foram unânimes em afirmar que a produção de representações gráficas lhes fez refletir de forma mais abrangente sobre os conteúdos do que somente escrever resumos. Também comentaram que precisaram revisar atentamente o material para produzir as RGSs, o que melhorou a apreensão dos conteúdos.

**Palavras-chave:** representação gráfica, design, teoria, ensino-aprendizagem.

### Abstract

Design students, during their formal education process, prioritize the development of visual and spatial abilities. However, when theoretical subjects are concerned, linguistic and verbal intelligences are more demanded, instead of the visual-spatial intelligence. In this study, we propose the usage of what we entitled Synthesis Graphical Representations (SGR) as a means of profiting from students' abilities of analysis, production and evaluation of graphic representations, in order to facilitate learning of graphic theoretical aspects in Graphic Design. Design post-graduate students who took part in our research were unanimous in reporting that the production of graphic representations made them think more deeply than writing abstracts and that they needed to further review the material to produce SGRs, which in turn also improved content apprehension.

**Keywords:** graphic representation, design, theory, learning

## 1. Introdução

Estudantes de Design Gráfico, durante sua formação universitária, trabalham principalmente rumo ao aprimoramento de sua inteligência visuo-espacial. Conforme Antunes (2001), esta modalidade do conjunto de inteligências múltiplas estaria ligada à capacidade de perceber com relativa exatidão o mundo visuo-espacial e de realizar transformações nessas percepções. Ainda segundo o mesmo autor, manifestações desse tipo de inteligência seriam: a facilidade em compreender mapas, cartas, plantas e outros tipos de representação gráfica, a capacidade em mudar sua perspectiva ao observar objetos, a habilidade em desenhar respeitando as proporções e a apreciação por desenhos, figuras e imagens gráficas em geral.

Por outro lado, a inteligência linguística ou verbal tem sido pouco estimulada nos alunos de Design, quando comparados, por exemplo, a alunos das áreas de literatura, direito, pedagogia... Acostumados a analisar e sintetizar informações majoritariamente de forma gráfica (e.g., sketches, diagramas, modelos), os alunos de Design acabam encontrando dificuldades quando precisam trabalhar aspectos teóricos da área de forma exclusivamente textual. Produzir resumos, análises críticas, ensaios, artigos ou mesmo articular informações textuais de várias fontes para compor uma fundamentação teórica têm se mostrado exercícios difíceis quando comparados a exercícios de desenho, análise gráfica e detalhamento gráfico de soluções projetuais<sup>1</sup>.

Como professora de disciplinas puramente teóricas ou de carga teórica expressiva em cursos de graduação e pós-graduação em Design (e.g., teoria do design, ergonomia, seminário de tcc, interação humano-computador), a autora deste artigo, havendo observado as dificuldades descritas anteriormente, começou a utilizar grande quantidade de representações gráficas em suas aulas expositivas para explicar conceitos, processos, modelos, entre outros. Essa iniciativa obteve algum êxito em despertar o interesse e facilitar a memorização dos alunos, mas ainda era necessário envolvê-los mais no processo de ensino-aprendizagem. Surgiu então a ideia das Representações Gráficas de Síntese (RGS), como uma forma de aproveitar as habilidades de análise, produção e avaliação de representações gráficas dos estudantes, para facilitar o aprendizado de aspectos teóricos em design gráfico.

A assunção por trás das RGSs é de que, ao ser convocado a produzir uma representação gráfica sobre determinado assunto, o estudante precise compreender densamente esse assunto para, então, selecionar formas compreensíveis de representá-lo. Quando questionado por outro estudante sobre a forma de representação, o autor da RGS também precisará ter muito claro para si o significado (conteúdo) por trás de cada atributo gráfico selecionado, ou seja, espera-se que esse exercício de alternância entre forma e significado contribua para a fixação dos aspectos teóricos que estão sendo estudados pelos alunos.

Neste artigo, inicialmente, apresentamos uma revisão bibliográfica versando sobre representação gráfica e artefatos cognitivos, para fundamentar a proposta de

---

<sup>1</sup> As informações aqui trazidas servem apenas para contextualizar a problemática que deu origem ao presente estudo e são baseadas na experiência da autora como professora na área de Design por 14 anos em 4 instituições de ensino superior diferentes no Brasil.

Representações Gráficas de Síntese (RGS). Em seguida, descrevemos a experiência de inserção de RGSs na disciplina de Design de Interfaces Humano-Computador no Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Paraná e discutimos os resultados obtidos com base na opinião da professora ministrante da disciplina e dos próprios alunos. Por fim, tecemos algumas conclusões sobre a eficácia das RGSs em contexto de ensino-aprendizagem de aspectos teóricos em Design e sugerimos alguns desdobramentos de pesquisa.

## 2. Representações Gráficas como Artefatos Cognitivos

De acordo com Norman (1991), um **artefato cognitivo** pode ser definido como um dispositivo artificial projetado para manter, apresentar ou operar informação de modo a cumprir uma função representacional. Em âmbito de ensino-aprendizagem, Derry (1990) cunhou o termo **ferramenta cognitiva** para se referir àquelas que engajam os estudantes em processamento significativo de informação. Jonassen & Reeves (1996) também empregam o termo ferramenta cognitiva para definir todas as tecnologias tangíveis ou intangíveis que ampliam a capacidade cognitiva humana durante o pensamento/raciocínio, solução de problemas e aprendizado. Os autores destacam as seguintes características das ferramentas cognitivas:

- são fáceis de aprender;
- servem para representar conhecimento;
- engajam os estudantes em reflexão crítica sobre o assunto;
- auxiliam os estudantes a adquirir habilidades generalizáveis e transferíveis a outros contextos;
- encorajam raciocínio e processamento da informação de forma mais aprofundada e elaborada.

**Representação gráfica**, por sua vez, pode ser definida como um artefato visível em uma superfície mais ou menos plana, criado com o objetivo de expressar informação (ENGELHARDT, 2002). Importante ressaltar nesta definição seu propósito comunicacional, ou seja, descrever, explicar, informar ou instruir, sem ambiguidade, seu público alvo. Neste estudo, abordamos as representações gráficas como artefatos cognitivos, mais especificamente, como objetos capazes de facilitar o aprendizado individual e coletivo de aspectos teóricos em Design, a partir das atividades de produção e análise/discussão coletiva.

### 2.1. Funções Comunicacionais e Cognitivas das Representações Gráficas

Conforme Clark & Lyons (2010), para fins de aprendizado, o modo como as representações gráficas comunicam informação ou facilitam processos psicológicos de aprendizado são mais importantes do que suas características superficiais. Com base neste argumento, os autores apresentam três diferentes visões para as representações gráficas: a superficial, a comunicacional e a psicológica. De nosso interesse para o presente trabalho são as duas últimas visões, ora ampliadas.

Do ponto de vista das propriedades funcionais (não superficiais) das representações gráficas, as funções comunicacionais (propósitos para apresentação da informação) identificadas por Clark & Lyons (2010) foram as seguintes:

- decorativa (adiciona apelo estético ou humorístico);
- representacional (retrata um objeto de forma realista);
- mnemônica (disponibiliza dicas de recordação para informação factual);
- organizacional (mostra relações qualitativas entre conteúdos);
- relacional (mostra relações quantitativas entre duas ou mais variáveis);
- transformacional (mostra mudanças em objetos ao longo do tempo ou espaço);
- interpretativa (ilustra uma teoria, princípio ou relação de causa e efeito).

Do ponto de vista do aprendizado, as representações gráficas também devem cumprir funções psicológicas. O aprendizado se baseia na transformação de informação nova proveniente do ambiente em informação na memória de longa duração (CLARK & LYONS, 2010). Segundo os mesmos autores, o aprendizado ocorre quando um novo conteúdo retido de forma visual e fonética na memória de trabalho é integrado. Inicialmente, a informação visual e fonética necessita ser organizada para formar uma ideia coesa. Em seguida, esta ideia necessita ser integrada junto a conhecimentos prévios armazenados na memória de longa duração. Como resultado, obtém-se um modelo mental atualizado. As funções psicológicas de suporte ao aprendizado identificadas por Clark & Lyons (2010) nas representações gráficas foram:

- suportar atenção (atrair atenção e minimizar atenção dividida);
- ativar conhecimento anterior (engajar modelos mentais e mostrar panorama de conhecimento adquirido para auxiliar aquisição de novos conhecimentos);
- minimizar carga cognitiva (reduzir carga mental desnecessária e concorrência por recursos cognitivos para informações não relevantes);
- construir modelos mentais (tornar entendimento mais aprofundado, adicionar informação à memória de longa duração);
- suportar transferência de conhecimento;
- suportar motivação (tornar interessante e não desencorajar aprendizado).

## 2.2. Vantagens Cognitivas do Uso de Representações Gráficas

Segundo Norman (1991), a cognição humana se torna mais eficaz com o apoio de representações, ou seja, a habilidade do ser humano em representar percepções, experiências e pensamentos, permite-nos simplificar a realidade, retirando aspectos irrelevantes e dar origem a novas experiências, *insights* e criações.

Norman (1993) complementa a argumentação anterior destacando que representações são importantes porque permitem que trabalhem e reflitamos sobre eventos e objetos ausentes em espaço e/ou tempo. As características críticas das representações como artefatos cognitivos são o fato de serem objetos **artificiais** que podem ser **percebidos** e **estudados**. Por serem artificiais, ou seja, criados por pessoas, eles podem tomar a forma ou estrutura que melhor se adequem à tarefa em questão. Ao invés de trabalhar com o fenômeno na situação original em que ocorre, podemos

raciocinar utilizando representações que sejam mais adequadas à nossa forma de perceber e pensar.

Conforme Pettersson (1998), representações gráficas podem facilitar uma série de processos cognitivos. A partir de revisão da literatura, o autor identificou benefícios relacionados à atenção, percepção, memória, compreensão e aprendizado para o uso de representações:

- Benefícios ligados à atenção: direcionar o foco para aspectos específicos; manter a atenção;
- Benefícios ligados à percepção: facilitar identificação e discriminação de dados relevantes; tornar leitura mais concreta;
- Benefícios ligados à memória: facilitar retenção; facilitar recordação de aspectos lidos em texto; favorecer memorização coletiva;
- Benefícios ligados à compreensão: facilitar entendimento; facilitar interpretação de fenômenos difíceis; auxiliar no entendimento de textos;
- Benefícios ligados ao aprendizado: facilitar aquisição de conhecimento; tornar aprendizado mais preciso e completo.

As representações gráficas também têm sido tradicionalmente associadas, de forma vantajosa, ao processo cognitivo de solução de problemas. Norman (1993), por exemplo, afirma que, ao funcionar como artefatos cognitivos, as representações gráficas livram a memória de curta duração para raciocinar sobre o problema em questão, uma vez que os aspectos descritivos do problema já teriam sido externalizados na representação. Matlin (2004) corrobora essa afirmação ao incluir a geração de representações como parte integrante do processo de solução de problemas, entre o primeiro estágio (seleção e atenção a informações relevantes) e o último estágio (seleção de estratégia de solução). Simon (1981) sintetiza as visões anteriores afirmando que solucionar um problema significa simplesmente representa-lo de modo a tornar a solução transparente.

Conforme mencionado anteriormente, o presente estudo utiliza representações gráficas como artefatos cognitivos em contexto de produção e discussão coletiva. No que se refere à produção de representações, Meirelles (2005) afirma que esta envolve dois processos inter-relacionados de pensamento: segregação (identificar e selecionar elementos essenciais e seus sub-sistemas) e integração (encontrar conexões e relações entre elementos, para então organiza-los e agrupa-los). Norman (1993) complementa argumentando que a habilidade de representar pensamentos e conceitos é a essência da reflexão e geração de novos conhecimentos. Quando conseguimos representar ideias, podemos pensar com o apoio de representações e, portanto, descobrir relações, estruturas, consistências e inconsistências no mundo.

No que tange à discussão coletiva, Norman (1993) ressalta que representações auxiliam dramaticamente a capacidade das pessoas em descrever eventos, além de permitir que as outras pessoas as compreendam melhor. Também facilitam a análise comparativa de ações alternativas ou diferentes cursos de ação. Meirelles (2005) complementa esses requisitos, afirmando que uma representação eficaz permite a busca, o reconhecimento de informações e a inferência. Entretanto, cumpre ponderar

que, para que a comunicação mediada por representações seja eficaz, a representação deve representar informação de maneira clara, precisa e não ambígua.

### 2.3. O uso de representações gráficas no Design (*Visual thinking*)

Conforme Zhukovskiy & Pivovarov (2008), *visual thinking* é um tipo de pensamento não verbal cuja principal função é coordenar diferentes significados de imagens em um todo visualizável, ou seja, tornar uma essência abstrata intelectualmente visível. O *visual thinking* atuaria como uma ponte cognitiva entre o raciocínio abstrato e a prática.

Cyrs (1997) define *visual thinking* como a habilidade de conceitualizar e representar pensamentos, ideias e dados na forma de imagens e gráficos. Segundo o autor, *visual thinking* é um modo de pensar não-analítico e não-algorítmico composto de três estruturas cognitivas que se sobrepõem: imaginação, visualização e design.

- imaginação: identificar diferentes papéis/funções/propósitos para objetos dados e enxergar diferentes alternativas e possibilidades de uso;
- visualização: perceber visualmente objetos bi ou tridimensionais e as relações entre essas percepções e as experiências passadas do observador;
- design: expressão e representação de ideias em algum formato visual.

No âmbito do Design, de acordo com Dorta (2008), necessita-se de canais diretos que permitam à mente expressar e exteriorizar pensamentos. Conforme informa o mesmo autor, as representações gráficas e modelos físicos sempre foram os canais que auxiliaram designers a expressar e exteriorizar conceitos durante o processo de desenvolvimento projetual. Para o Design, uma das grandes vantagens das representações gráficas como mediadores cognitivos é sua habilidade em refletir praticamente qualquer categoria de relação entre objetos e atributos (e.g., espacial, temporal, atributiva, causal - Zhukovskiy & Pivovarov (2008)).

Visser (2006) torna a relação entre Design e representação ainda mais estreita, ao afirmar que projetar é especificar um artefato e que essa especificação, em termos cognitivos, consiste em desenvolver (gerar, transformar e avaliar) representações em diferentes níveis de abstração e precisão. O autor explica que, durante o design conceitual, os designers necessitam de formas flexíveis de representação que expressem o caráter provisório das ideias em desenvolvimento e previnam um comprometimento equivocado e prematuro com opções específicas do projeto. À medida que o projeto avança, as representações aumentam sua precisão, com os desenhos mudando de *sketches* para representações com dimensões e relações mais próximas à forma final.

Dorner (1999) explica que as representações (gráficas ou tridimensionais) no Design permitem que uma ideia nebulosa se transforme em uma forma concreta e manipulável. De acordo com as observações de times de projeto conduzidas por este autor, as representações gráficas cumprem os seguintes papéis no projeto:

- clarificar as características do produto (uma ideia nebulosa inicial se “cristaliza” durante a produção de uma representação, a qual pode, então ser criticada, analisando o que deve potencialmente funcionar ou não);
- compor um histórico do processo (a sequência de representações produzidas fornece um panorama evolutivo desde os estágios iniciais de conceitualização até

o detalhamento final, o que permite, por exemplo, reaproveitar ideias intermediárias abandonadas em contextos diferentes);

- revelar o mecanismo de pensamento do designer (permite analisar os pontos fortes e fracos das estratégias mentais do designer, fixações e pensamentos conservadores, visando melhorias).

Dorta et al (2008) acrescentam que a produção de representações pelo designer é uma forma de conversação, uma interação contínua entre imagens mentais e visualizações externas. O autor argumenta que ao finalizar as representações, os designers conseguem enxergar mais nestas do que quando começaram a produzi-las, o que realimenta o ciclo imagem mental – representação. Este ciclo também permite que os designers refinem e redefinam o problema gradativamente, apreciando a solução atual, interferindo sobre a mesma e re-apreciando o novo resultado, iteração esta que Dorta denominou de reflexão em ação (*reflection-in-action*). Por intermédio da repetição (enquanto for necessário) desse ciclo, o design se move rumo à solução final do projeto. O autor acrescenta ainda que a conversação do designer com suas representações significa que este é capaz de ler e escrever, ou seja, perceber e produzir representações para si mesmo ou para outrem. Nesse contexto, dificuldades de leitura ou escrita podem comprometer a ideação e a comunicação no processo de design.

Ulusoy (1999) compartilha esse ponto de vista, ressaltando que representações gráficas possuem um papel singular no Design, permitindo aos designers expressar visualmente suas ideias, cristaliza-las, interromper / retomar o projeto (funcionando como auxílio à memória) e gerar pensamentos associados. Visser (2006) também considera que as representações externas desenvolvidas pelos designers ao longo do processo de ideação são artefatos cognitivos, visto que permitem que o diálogo com imagens mentais seja diretamente exteriorizado. Representações externas facilitam a manipulação de entidades, raciocínio, teste de hipóteses, reflexão, conversação e, portanto, apóiam a tomada de decisões durante o processo de design. As representações gráficas também auxiliam os designers a comparar diferentes alternativas de solução e vislumbrar as consequências de sua adoção (VISSER, 2006).

Representações também exercem importante papel na colaboração em Design. Segundo Visser (2010), além de todas as funções que as representações gráficas desempenham do projeto individualizado (e.g., redução de carga cognitiva, lembrete, rastreamento, armazenamento, comunicação, organização, raciocínio e descoberta), surgem funções adicionais para as representações gráficas quando utilizadas em ambiente colaborativo. Nesse contexto, as representações gráficas permitem que a ideação interna do designer seja compartilhada com seus colegas e, portanto, estimule seu aperfeiçoamento ou a geração de novas ideias (VISSER, 2010). Isso favorece a integração entre os participantes da equipe de projeto.

#### **2.4. O Uso de Representações Gráficas no Ensino-Aprendizagem (*Visual Learning*)**

Willis & Miertschin (2006) observam que, apesar das imagens visuais fazerem parte da cognição humana, elas tendem a ser marginalizadas e sub-valorizadas na educação. Segundo os autores, a academia tende a enfatizar a dimensão linguística do processo de aprendizado, o que prioriza o uso de representações verbais, simbólicas e numéricas. Nesse contexto, Willis & Miertschin argumentam que o pensamento visual (não-

linguístico) é uma parte fundamental e única da cognição humana e, portanto, deveria ser um parceiro das formas linguísticas de expressar ideias e pensamentos.

Autores que concordam com essa argumentação fazem parte da corrente pedagógica intitulada *visual learning*. Buzan (1995), assim como McGrath & Brown (2005) definem *visual learning* como o uso de gráficos, imagens e animações para permitir, facilitar e melhorar o aprendizado em qualquer nível. McGrath & Brown (2005) contextualizam o *visual learning* como uma das oportunidades educacionais que exploram diferentes modalidades de representação da informação, permitem exploração individual não linear e imersão em ambientes colaborativos de criação, o que engaja o interesse dos alunos. Os autores advertem, no entanto, que o *visual learning* não se propõe a substituir os modos de pensamentos verbais e analíticos, mas sim atuar como um método complementar.

McLoughlin & Krakowski (2001) posicionam o *visual learning* como uma das fases do processo de ensino-aprendizagem utilizando-se artefatos cognitivos visuais. A partir da observação de estudantes utilizando ferramentas digitais de desenho, os autores concluíram que os alunos progrediram do *visual thinking* para o *visual learning* e passaram, então, à comunicação visual (*visual communication*). No estágio de *visual thinking*, os estudantes manipularam formas visuais existentes e representaram conceitos e processos de forma visual. A partir da interação com essas representações, foi possível construir conhecimento. Por fim, os estudantes puderam compartilhar suas ideias com os outros alunos da classe, de forma híbrida, combinando as modalidades verbal e visual. (Figura 1). Os autores ressaltam que esse progresso de *visual thinking* à *visual communication* encontra-se no cerne do aprendizado de longa duração.

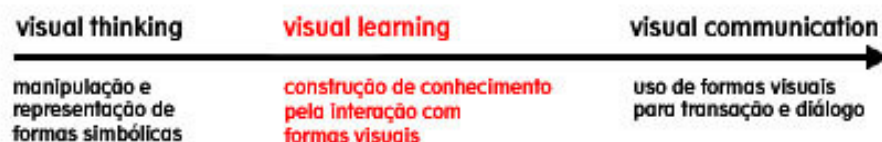


Figura 1: O Continuum de Visual Thinking.  
Fonte: Mcloughlin & Krakowski (2001)

Trumbo (1999) explica que o processo cognitivo de *visual learning* envolve a formação de conceitos, compreensão, aplicação, síntese e avaliação de informações. Como Trumbo trata de *visual learning* para apresentação de informação na área de ciências, aqui selecionamos apenas as atividades que podem ser aplicadas ao ensino de aspectos teóricos em Design (Tabela 01).

Além das atividades identificadas por Trumbo (1999), IARE (2003) elencou uma série de situações em que o uso de *visual learning* pode auxiliar os estudantes: (a) tornar ideias abstratas visíveis e concretas; (b) conectar o conhecimento anterior a novos conceitos; (c) impor estrutura ao planejamento, raciocínio, discussão e relato; (d) por em foco ideias, de forma a melhorar o entendimento e interpretação.

Apesar dos inúmeros benefícios previstos pelos diversos autores para as



técnicas de *visual learning*, nossa revisão de literatura demonstrou que ainda há escassez de estudos empíricos que comprovem as vantagens almejadas. Tampouco encontramos trabalhos (que não os da própria autora deste artigo) que tratassem especificamente da produção, análise e discussão de representações gráficas por alunos como parte do processo de ensino aprendizagem. Nos parágrafos que se seguem, apresentamos alguns casos de pesquisas que puderam comprovar parcialmente os benefícios do *visual learning* citados anteriormente.

Tabela 1: Categorias do Processo de *Visual Learning*

| <b>Categoria</b>      | <b>Atividades Envolvidas</b>   |
|-----------------------|--|
| formação de conceitos | uso de representações gráficas para recordar conceitos<br>organização de conceitos em representações gráficas  |
| compreensão           | interpretação de representações visuais<br>conceitualização usando representações visuais  |
| aplicação             | seleção de modo apropriado de representação<br>aquisição de habilidades técnicas de representação<br>uso de princípios de percepção e design<br>aplicação do modo apropriado de representação  |
| síntese               | uso de representações gráficas para revelar processos<br>integração de texto ou narrativa na representação<br>uso de representação gráfica como parte de exploração colaborativa<br>uso de representação gráfica como ferramenta interativa<br>exploração dos aspectos estéticos e cognitivos das representações |
| avaliação             | fazer julgamentos com base nas representações<br>avaliar o uso potencial das representações<br>avaliar a eficácia das representações   |

Fonte: adaptado de Trumbo (1999)

McGrath & Brown (2005), por exemplo, verificaram a ocorrência de aprendizado efetivo quando estudantes universitários das áreas de ciências e engenharia produziram representações gráficas (na forma de desenhos e com o apoio de software para imagens estáticas ou dinâmicas). A representação gráfica produzida pelos alunos informou ao professor se o entendimento do conteúdo estava correto. Ao mesmo tempo, o processo de criação da representação incluiu a comissão de erros e a clarificação dos conceitos enquanto os estudantes executavam seus desenhos.

Padovani & Pece (2006) examinaram a construção iterativa de diagramas por alunos de mestrado em Design como forma de definição e discussão do método de pesquisa de suas dissertações. Os autores verificaram que a utilização de diagramas facilitou o diálogo entre os mestrandos, devido principalmente à possibilidade de compartilhar anotações nos próprios diagramas. Alguns alunos mencionaram que consideraram mais fácil e ágil modificar um diagrama do que reescrever parte de um texto acadêmico, pois as anotações nos diagramas faziam com que “não perdessem a

linha de raciocínio”. Verificou-se ainda que, conforme os mestrandos aprimoravam sua estratégia metodológica, seu diagrama se tornava mais claro e, portanto, mais fácil de explicar e entender pelo grupo.

Portugal & Couto (2007) exploraram a inserção do Design em situações de ensino aprendizagem no nível fundamental. As autoras desenvolveram modelo de ação pedagógica em que a representação faz parte de um ciclo de novas maneiras de compreender por alunos e professores. As autoras aplicaram diferentes formas de representação gráfica em um jogo para aquisição de segunda língua por crianças surdas, no qual as próprias crianças podiam selecionar variadas formas de representar as tarefas que realizavam durante o jogo. Pode-se observar que os alunos se envolveram física e mentalmente nas atividades e sentiram-se motivadas por meio delas.

Pece et al. (2009) investigaram o papel das representações gráficas no ensino de Geometria Descritiva por alunos universitários de Design. Os autores realizaram de forma participativa o redesign de material didático de GD para alunos de Design. Neste processo, os próprios alunos modificaram e inseriram novas representações gráficas no material, argumentando que isso os auxiliaria a melhor visualizar os conceitos e enunciados dos problemas a serem resolvidos. Entretanto, o novo material não chegou a ser testado para verificar se esses benefícios efetivamente se comprovariam.

Como síntese da revisão de literatura, podemos afirmar que existe demanda por pesquisas que explorem de forma mais sistemática a produção, análise e discussão de representações gráficas como artefatos cognitivos durante o processo de ensino-aprendizagem em Design. A presente pesquisa busca contribuir para suprir esta lacuna, visto que analisa tanto a parte funcional quanto a parte gráfica das representações gráficas produzidas pelos alunos e as avalia de forma participativa para identificar utilidades e benefícios cognitivos.

### **3. RGS – Representações Gráficas de Síntese: a Proposta**

Representações gráficas de síntese (RGS) são frequentemente encontradas em material acadêmico-científico de diversas áreas do conhecimento, geralmente como parte de textos buscando complementar a informação escrita. Servem para explicitar relações entre conceitos, explicar fenômenos, detalhar processos, dentre outras funções.

#### **3.1. Conceituação e Fundamentação**

Representações Gráficas de Síntese (RGS) podem ser definidas como artefatos visíveis bidimensionais estáticos criados com o objetivo de complementar a informação escrita em textos acadêmico-científicos. Para tanto, empregam, predominantemente, os modos de representação esquemático e pictórico (simplificado), sendo o texto utilizado apenas na forma de rótulos resumidos integrados à própria representação ou em legendas.

Nossa proposta é que as RGSs não sejam apenas apreciadas pelos estudantes durante a leitura dos textos ou comparecimento a aulas expositivas, mas sim produzidas e discutidas pelos mesmos. Tal decisão se baseia em fundamentos teóricos obtidos em pesquisas anteriores em três principais eixos:

- Aprendizagem significativa por produção de representações: os melhores resultados cognitivos emergem quando estudantes tentam representar o conhecimento que apreenderam (Jonassen & Reeves, 1996);

- Construção colaborativa de conhecimento: o conhecimento é produto da interação em ciclo que envolve compreensão, problematização, articulação, exposição, discussão, clarificação, negociação formalização (Stahl, 2000);
- Aprendizagem ativa (*active learning*): método instrucional em que estudantes são diretamente envolvidos no processo de ensino-aprendizagem em atividades individuais, mas principalmente colaborativas e cooperativas de produção e reflexão sobre suas ações (Prince, 2004).

### 3.2. Contexto e Procedimentos

As RGSs neste estudo foram utilizadas no contexto da disciplina de Design de Interfaces Humano-Computador, no Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Paraná em quatro turmas consecutivas (2009, 2010, 2011, 2012). A estratégia didático-pedagógica da disciplina envolve aulas expositivas, leituras de textos, apresentação de textos, exercícios de discussão de modelos teóricos e produção + discussão de RGSs.

Para cada tema tratado na aula (e.g., conceituação de IHC, processamento humano de informação, modelos mentais, erro humano), cada aluno deveria produzir uma RGS. O conteúdo dessas RGSs poderia emergir de uma aula expositiva, da leitura de um ou mais textos, de dúvidas surgidas na apresentação visual de um colega... ou seja, não houve restrição de fonte de consulta para a produção das RGSs. A RGS poderia ser inédita, ou seja, criada pelo estudante a partir de informação textual ou oral ou constituir um redesign, situação em que uma RGS tenha sido julgada insuficiente ou inadequada para expressar determinado conteúdo e o estudante se proponha a corrigi-la. A forma de representação gráfica também foi definida como de livre escolha do aluno, desde que a RGS resultante fosse estática e em suporte bidimensional. Por fim, os principais requisitos estabelecidos para as RGSs foram:

- Atratividade: a RGS deveria atrair a atenção do grupo para sua consulta;
- Percepção: os diferentes elementos constitutivos da RGS deveriam ser facilmente identificáveis pelos leitores;
- Compreensão: o conteúdo da RGS deveria ser facilmente entendido pelo grupo de leitores da disciplina (que já possuíam conhecimento prévio do assunto);
- Consistência: o conteúdo entendido a partir da observação da RGS deveria coincidir com o conhecimento adquirido durante outras atividades da disciplina.

Os estudantes se envolveram com as RGSs em duas situações diferenciadas: produção (criação ou redesign) individual e discussão coletiva. A produção individual das RGSs envolveu as seguintes atividades por parte dos estudantes:

- a) seleção de conteúdo que necessite de representação gráfica de apoio (ou escolha de RGS problemática constante em algum material didático);
- b) síntese de aspectos-chave a serem representados graficamente (ou de aspectos problemáticos em RGS já existente);
- c) seleção de modalidade de representação para os diferentes elementos;

- d) integração (conexões e relações entre elementos, geração de agrupamentos);
- e) produção de uma primeira versão de RGS;
- f) revisão da RGS com vistas à compreensão pelo grupo de alunos.

Após a produção das RGSs no decorrer das aulas temáticas, propôs-se uma aula exclusiva para a apresentação e discussão coletiva das RGSs resultantes. Utilizou-se para tal um painel horizontal em que as RGSs foram agrupadas por tema. No caso de ocorrer mais de uma RGS para o mesmo conteúdo, estas foram posicionadas lado a lado para permitir comparação direta durante a discussão coletiva. A discussão coletiva constou das seguintes atividades (para RGSs criadas pelos estudantes):

- a) análise individual de cada RGS por um aluno que não tenha participado de sua elaboração e explicação oral do conteúdo entendido;
- b) explicação oral do autor da RGS sobre o conteúdo da mesma, destacando pontos de convergência e divergência entre sua intenção comunicacional e a compreensão do colega que analisou a RGS;
- c) tréplica do aluno que analisou a RGS, pontuando quais aspectos gráfico-informacionais foram decisivos para a compreensão correta ou equivocada de quais conteúdos;
- d) revisão pelo professor, com apoio dos alunos, sobre o conteúdo tratado na RGS;
- e) abertura para os outros alunos se posicionarem em relação à compreensão da representação gráfica, buscando sugestões de melhoria;
- f) síntese das sugestões de melhoria na forma de intervenções gráficas sobre a própria RGS, de forma a facilitar a recordação do aluno na fase de correção.

Para RGSs que passaram por processo de redesign, a discussão coletiva envolveu alguns procedimentos diferentes para as duas primeiras atividades:

- a) análise individual da RGS original e da nova proposta por um aluno que não tenha participado do redesign, comentando sobre as mudanças realizadas e seu impacto;
- b) explicação oral do aluno que realizou o redesign da RGS, justificando as mudanças realizadas e destacando pontos de convergência e divergência entre sua intenção comunicacional e a compreensão do colega que analisou a RGS.

Após a produção e a discussão das RGSs coletivamente em sala de aula, cada estudante necessitou corrigir a RGS e reentregá-la para avaliação. Nesse estágio, cada estudante reuniu-se com a professora para analisar as propostas de mudança advindas da discussão coletiva e discutir alternativas de modificação da RGS.

#### **4. Benefícios cognitivos previstos**

Todo o processo de produção e discussão coletiva das RGSs foi pensado de modo a facilitar o aprendizado dos conteúdos tratados na respectiva disciplina. A seguir, apresentamos as relações almejadas entre cada atividade realizada pelo estudante e os

benefícios cognitivos esperados. Inicialmente, identificamos benefícios cognitivos esperados para as diversas atividades envolvidas na produção de RGSs pelos estudantes (seleção de conteúdo, síntese de aspectos a representar, seleção de modalidade, integração, produção de primeira versão e revisão da RGS – vide Tabela 2).

Tabela 2: Associação atividade – benefício cognitivo previsto na produção de RGSs

| <b>atividade</b>                        | <b>benefício cognitivo esperado</b>  |
|---|--|
| seleção de conteúdo                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão de conteúdo recentemente trabalhado / anterior</li> </ul>   |
| síntese de aspectos-chave a representar | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sumarização de partes importantes do texto</li> <li>▪ foco em ideias específicas</li> <li>▪ identificação de informação mais abstrata e difícil</li> <li>▪ revisão de suas dificuldades de apreensão</li> </ul> |
| seleção de modalidades de representação | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão do conteúdo</li> <li>▪ aprimoramento da capacidade descritiva</li> <li>▪ transição entre abstrato e concreto</li> </ul>   |
| integração entre elementos              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ entendimento de relações dentro do conteúdo</li> <li>▪ exploração de visualização local e global do problema</li> <li>▪ impor estrutura ao conteúdo selecionado</li> </ul>                                      |
| produção de primeira versão da RGS      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ utilizar experiências passadas de representação</li> <li>▪ aprimoramento da capacidade descritiva</li> </ul>  |
| revisão da RGS                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão de conteúdo recentemente trabalhado</li> <li>▪ revisão de princípios de percepção e design</li> <li>▪ exercício de capacidade de julgamento analítico e sintético</li> </ul>                            |

Além dos benefícios potenciais envolvidos na produção das RGSs, buscou-se identificar benefícios que poderiam emergir em cada atividade realizada na fase de discussão coletiva das RGSs em sala de aula (vide Tabela 3).

Tabela 3: Associação atividade – benefício cognitivo previsto na discussão de RGSs

| <b>atividade</b>                 | <b>benefício cognitivo esperado</b>  |
|----------------------------------|--|
| análise individual por não-autor | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão de conteúdo recentemente trabalhado / anterior</li> <li>▪ revisão de princípios de percepção e design</li> <li>▪ exercício de capacidade de julgamento analítico e sintético</li> <li>▪ alternância entre os modos visual e verbal</li> </ul> |
| explicação pelo autor            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aprimoramento da capacidade descritiva</li> <li>▪ alternância entre os modos visual e verbal</li> </ul>   |
| tréplica pelo não-autor          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alternância entre os modos visual e verbal</li> <li>▪ foco em ideias específicas</li> </ul>   |

| atividade                | benefício cognitivo esperado   |
|--------------------------|--|
|                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão de suas dificuldades de apreensão</li> </ul>  |
| intervenção do professor | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão coletiva dos conteúdos</li> <li>▪ reforço de conteúdos que suscitaram dúvidas</li> </ul>  |
| discussão aberta         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão coletiva dos conteúdos</li> <li>▪ exercício de capacidade de julgamento analítico e sintético</li> <li>▪ reforço de conteúdos que suscitaram dúvidas</li> </ul> |
| síntese das sugestões    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ revisão de conteúdo recentemente trabalhado</li> <li>▪ alternância entre os modos visual e verbal</li> </ul>  |

## 5. Resultados

Participaram deste estudo 4 turmas consecutivas da disciplina de Design de Interfaces Humano-Computador do PPGDesign, totalizando 38 alunos e 228 RGSs, distribuídas nos seguintes temas: sistema humano de processamento de informação, modelos mentais, erro humano, design de interfaces, análise da tarefa e avaliação de interfaces. Nesta seção, apresentamos os resultados obtidos no que se refere às funções comunicacionais e características gráficas das representações produzidas e à avaliação realizada pelos próprios alunos.

### 5.1. Funções Comunicacionais e Características Gráficas das RGSs Produzidas

No que se refere às funções comunicacionais das representações gráficas de síntese produzida pelos alunos, identificaram-se os seguintes:

- descrição: explicar fenômenos ou mostrar passo a passo em processos;
- comparação: mostrar comunalidades e/ou diferenças;
- associação: relacionar conceitos, taxonomias ou processos;
- fusão: fundir taxonomias ou processos.

As funções ligadas à conceituação e ênfase (conforme Pettersson, 1998) não apareceram nas RGSs analisadas neste estudo. Já a função de síntese, entende-se que esteja presente em todas as RGSs produzidas. A seguir apresentamos exemplos de RGSs desenvolvidas para as funções comunicacionais enunciadas acima. Na Figura 2, o autor desenvolveu uma representação para descrever o passo-a-passo de um processo de design centrado no usuário, onde as fases foram apresentadas de forma encadeada, juntamente com os pontos de tomada de decisão e realimentação. O diagrama foi facilmente entendido pelos outros alunos durante a fase de discussão coletiva.

Representações Gráficas de Síntese: Artefatos Cognitivos no Ensino de Aspectos Teóricos em Design de Interface

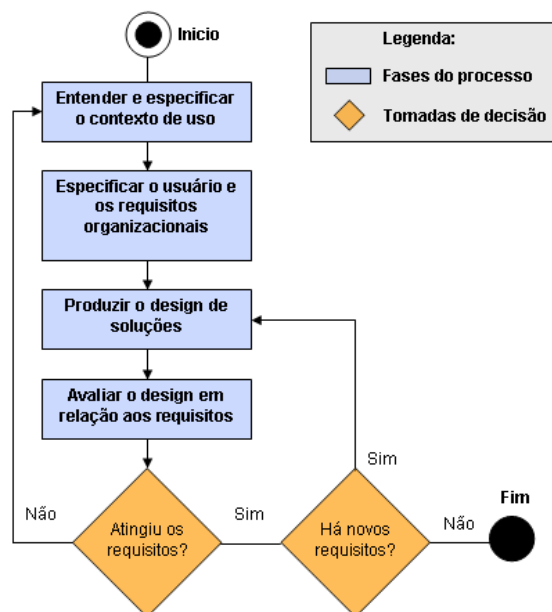


Figura 2: RGS para descrição de processo de design centrado no usuário (2010)  
 Fonte: Utilizado com autorização de Reinaldo Pereira de Moraes

Na Figura 3, o autor propôs um redesign para esquema existente na literatura sobre a eficácia de avaliação. Conforme depoimento do próprio aluno, este buscou destacar os dois tipos de poder, para facilitar a comparação entre os mesmos, além de diferenciar cromaticamente as 4 possíveis situações para a eficácia de avaliação. A representação gráfica também foi facilmente compreendida pelo grupo durante a discussão coletiva.

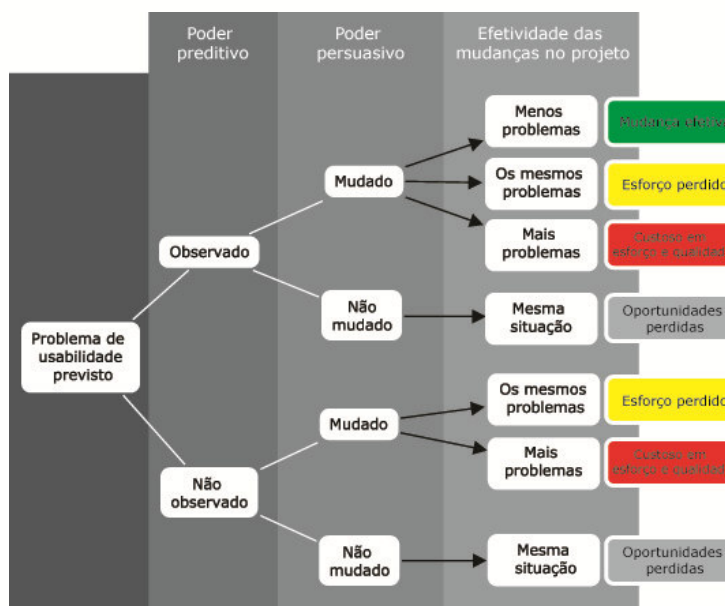


Figura 3: RGS para Comparação entre Níveis de Eficácia de Avaliação (2009)

Fonte: Utilizado com autorização de Rafael Baptistella Luiz

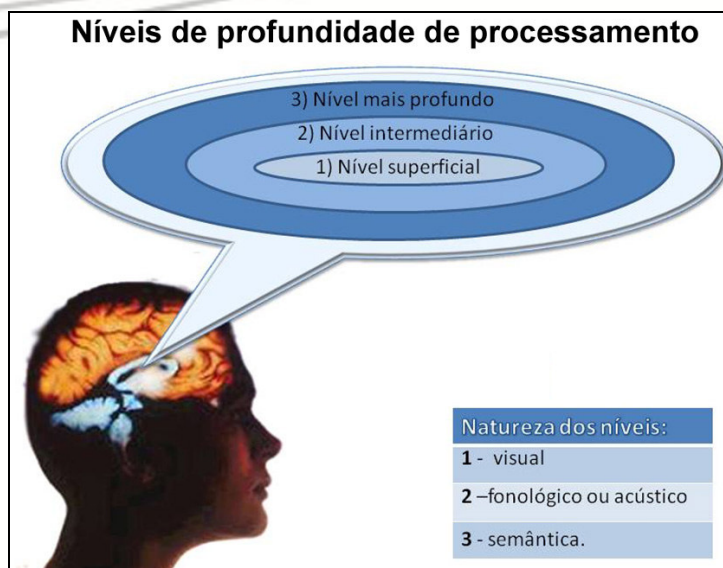


Figura 4: RGS Para Associação e Entre Nível de Processamento e Modalidade de Codificação (2010)

Fonte: Utilizado com autorização de Viviane Helena Kuntz

Na Figura 4, a autora desenvolveu uma representação visando facilitar a associação entre o nível de processamento cognitivo e a modalidade de codificação predominante em cada um dos níveis. Para tal, utilizou-se de uma representação principal, com legenda. Algumas críticas surgiram durante a análise e discussão coletiva da RGS, como por exemplo, o posicionamento do balão no cérebro, a inclusão de um nível dentro do seguinte, parecendo existir uma relação de continência e inclusão e não de evolução. Também a legenda foi criticada por não seguir o mesmo esquema cromático dos níveis na representação principal. Tais aspectos, entretanto, não comprometeram criticamente a compreensão do conteúdo, mas ficaram como sugestões de melhoria principalmente para alunos novatos em Design de Interface.

No que tange às características gráficas das RGSs produzidas pelos estudantes, observou-se a seguinte tendência:

- tipos de representação: as representações mais frequentes foram os diagramas (sequenciais ou de ligações) e tabelas;
- texto: presente em todas as RGSs na forma de expressões curtas, questões, rótulos ou legendas;
- fotografia: apenas uma foi encontrada nas RGSs produzidas (Figura 4);
- ilustração: apenas três RGSs incluíram ilustrações, sendo todas em formato simplificado, assemelhando-se a pictogramas (Figura 5);
- formas geométricas: presentes em todas as representações, sendo as mais frequentes retângulos, losangos, elipses e círculos sendo todas utilizadas como contêineres ou marcação de ponto de início, fim ou nó;



- elementos esquemáticos: a grande maioria das RGSs incluiu linhas (conectoras ou separadoras), barras separadoras, chaves (associadoras ou comparadoras) e setas (uni ou bi-direcionais);
- uso da cor: não houve uma tendência nesse aspecto, ocorrendo RGSs em preto e branco puro, escala de cinza, monocromáticas e policromáticas. A cor (quando utilizada) teve função de diferenciação ou ênfase.



Figura 5: Exemplos de ilustrações em RGS (2010)  
Fonte: Utilizado com autorização de Rosana Aparecida Vasques

Na Figura 5, tem-se um detalhe de uma RGS cuja autora optou por combinar imagens simplificadas (semelhantes a pictogramas) com palavras-chave e perguntas que explicam o significado das palavras-chave para explicar cada um dos aspectos que devem ser considerados no planejamento de uma avaliação. A RGS foi bem compreendida pelo grupo durante a discussão coletiva, havendo apenas algumas sugestões de mudança de aspectos gráficos ou semânticos de parte dos pictogramas.

## 5.2. Avaliação da utilidade das RGSs pelos alunos

Após a etapa de discussão coletiva em sala de aula, solicitou-se que os alunos opinassem sobre a utilidade das RGSs tanto na fase de produção quanto de discussão. Sobre a fase de produção das RGSs, as observações mais frequentes foram:

- necessidade de revisar o material para selecionar conteúdo para a representação gráfica;
- necessidade de consultar e fundir informações de diferentes fontes (em alguns temas) para poder montar a representação gráfica;
- para cada decisão de representação, precisa-se novamente revisar o conteúdo, para evitar transmitir informação equivocada;
- para organizar as informações na representação gráfica, precisa-se rever as relações entre conteúdos;
- produzir uma representação gráfica faz pensar mais do que escrever um resumo sobre o mesmo tema.

Percebe-se, portanto, com base nas observações dos alunos que vários dos benefícios cognitivos esperados (conforme item 3.3.) aparecem refletidos no discurso dos alunos como, por exemplo: a revisão de conteúdo, o entendimento de relações

dentro do conteúdo, a transição entre abstrato e concreto e a imposição de estrutura ao conteúdo selecionado. Benefícios cognitivos mais complexos previstos como, por exemplo, exploração de visualização local e global do problema, revisão de dificuldades de apreensão e identificação de informações mais abstratas e difíceis não foram mencionados pelos alunos. Entretanto, como não foi produzido um instrumento estruturado para avaliação da utilidade das RGSs, sendo os resultados aqui reportados baseados apenas em depoimentos espontâneos dos alunos, não é possível afirmar se esses benefícios ocorreram e não foram relatados ou se efetivamente não ocorreram.

Sobre a fase de discussão coletiva das RGSs em sala de aula, as principais observações trazidas pelos alunos foram:

- é mais interessante e motivador analisar uma representação gráfica do que corrigir o texto-resumo de um colega;
- para analisar as RGSs produzidas pelos colegas é preciso comparar o conteúdo entendido na leitura da RGS com o conhecimento adquirido pela leitura dos textos e aulas expositivas e ver se coincidem ou não;
- quando explicamos nossa RGS, revisamos novamente o conteúdo e precisamos pensar nas palavras para explicar de forma inteligível aos colegas;
- quando defendemos um aspecto gráfico da RGS, precisamos ter muito certo o conteúdo que está por trás dele;
- quando surge uma dúvida de um colega na discussão, precisamos questionar o nosso conhecimento.

Mais uma vez, o depoimento dos alunos sobre a utilidade da discussão de RGSs confirma vários dos benefícios cognitivos previstos. Destacam-se a revisão do conteúdo, a ativação de conhecimento anterior, a revisão coletiva de conteúdos e a alternância entre os modos visual e verbal. A discussão das RGS trouxe ainda benefícios não previstos anteriormente como, por exemplo, maior interesse e motivação, além do aprimoramento do discurso verbal ao utilizar a RGS como referência para explicação do conteúdo ao grupo. Importante ressaltar ainda que produção e discussão de RGSs trouxeram benefícios cognitivos complementares.

## 6. Conclusões e Desdobramentos

O presente estudo teve como objetivo propor uma nova forma de trabalhar conteúdos teóricos em Design a partir do uso de RGSs (representações gráficas de síntese). A aplicação da proposta junto a 4 turmas consecutivas (2008, 2009, 2010 e 2011) em disciplina de IHC em nível de pós-graduação demonstrou que as RGSs possuem uma série de benefícios cognitivos tanto na fase de produção individual quanto de discussão coletiva em sala de aula. Destacaram-se nos resultados obtidos o maior interesse e motivação dos alunos, revisão individual e coletiva dos conteúdos e alternância entre os modos verbal e visual de pensamento.

Como desdobramentos deste trabalho, vislumbramos estudos mais estruturados versando, por exemplo, sobre o processo de produção das RGSs e aplicação de instrumento de avaliação junto aos alunos em que devam selecionar aspectos cognitivos específicos em que as RGSs tenham (ou não) influência direta. É necessário também

verificar a eficácia das RGSs em outras disciplinas e por outros professores, na forma de um estudo comparativo. Outro desdobramento possível é investigar o uso de RGSs por pesquisadores quando desenvolvendo projetos ou quando divulgam o resultado dos mesmos na forma de artigos científicos.

### Referências

- ANTUNES, C. **Como desenvolver conteúdos explorando as inteligências múltiplas**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2001.
- BUZAN, T. **The mind map book**. London: BBC Books, 1995
- CLARK, R. C.; LYONS, C. **Graphics for learning: proven guidelines for planning, designing and evaluating visuals in training materials**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.
- DERRY, S. Learning strategies for acquiring useful knowledge. In **Dimensions of thinking and cognitive instruction**. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum, 1990.
- DORNER, D. **Approaching design thinking research**. *Design Studies*, 20, 5, 1999. p. 407–415.
- DORTA, T. Design flow and ideation. **International journal of architectural computing** issue 03, volume 06, 2008. p. 299-316.
- DORTA, T.; PEREZ, E.; LESAGE, A. The ideation gap: hybrid tools, design flow and practice. **Design studies** 29, 2008. p. 121-141.
- ENGELHARDT, Y. **The Language of Graphics: a framework for the analysis of syntax and meaning in maps, charts and diagrams**. Amsterdam: ILLC- Publications, 2002.
- IARE. **Graphic Organizers: A Review of Scientifically Based Research**. Charleston, WV: AEL, 2003.
- JONASSEN, D. H.; REEVES, T. C. Learning with technology: using computers as cognitive tools. In D.H. Jonassen, (Ed.) **Handbook of Research on Educational Communications and Technology**. New York: Scholastic Press, 1996.
- MATLIN, M. W. **Psicologia cognitiva**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2004.
- MCGRATH, M. B.; BROWN, J. R. Visual learning for science and engineering. **IEEE Computer Graphics and Applications**, sept-oct, 2005. p. 56-63.
- MCLOUGHLIN, C.; KRAKOWSKI, K. Technological tools for visual thinking: What does the research tell us? In **Proceedings of Apple University Consortium** 2001. p. 13.1- 13.12.
- MEIRELLES, M. I. Diagrams and problem solving. In **Anais do 2º Congresso Internacional de Design da Informação**. São Paulo: SBDI, 2005. p.
- NORMAN, D. A. Cognitive artifacts. In John M. Carroll (red), **Designing interaction**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- NORMAN, D. A. **Things that Make us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1993.

- PADOVANI, S.; PECE, C. A. Z. Aprendizagem colaborativa impulsionando o desenvolvimento de dissertações de mestrado em design: uma proposta didático-metodológica. **Revista Design em Foco**, v. III, no 01, 2006. p. 63-79.
- PECE, C. A. Z.; PADOVANI, S.; MAFIOLETTI, D.; GALEB, A. C.; PARANHOS, P. S. R. Desenvolvimento de material didático instrucional para Geometria Descritiva: uma experiência de design participativo. **InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação** 6 – 1, 2009. p. 1-14.
- PETTERSSON, R. Image Functions In Information Design. In **Proceedings of the 30th Annual Conference of the International Visual Literacy Association**. Georgia: The University of Georgia, 1998. p. 21-25.
- PORTUGAL, C.; COUTO, R. Design em situações de ensino-aprendizagem para auxiliar a aquisição, por crianças surdas, do Português escrito e da LIBRAS. In **Anais do 3º Congresso Internacional de Design da Informação**. Curitiba: SBDI, 2007.
- PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, 93:3, 2004. p. 223-231.
- SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.
- STAHL, G. A Model of Collaborative Knowledge-Building. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds.), **Fourth International Conference of the Learning Sciences**. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000. p. 70-77.
- TRUMBO, J. Visual Literacy and Science Communication. **Science Communication**, 20, 1999. p. 409-425.
- ULUSOY, Z. To design versus to understand design: the role of graphic representations and verbal expressions. **Design Studies** 20, 1999. p. 123-130.
- VISSER, W. Designing as Construction of Representations: A Dynamic Viewpoint in Cognitive Design Research. **Human-Computer Interaction**, 21(1), 2006. p. 103-152.
- VISSER, W. Le design comme construction de représentations. **Collection** [version française](2), 2010. p. 29-45.
- WILLIS, C. L.; MIERTSCHIN, S. L. Mind maps as active learning tools. **Journal of Computing Science in Colleges** 21 Issue 4, 2006. p. 266-272.
- ZHUKOVSKIY, V. I.; PIVAROV, D. V. The nature of visual thinking. **Journal of Siberian Federal University**. Humanities & Social Sciences 1, 2008. p. 149-158.