

INTRODUÇÃO DE UMA NOVA TECNOLOGIA NO PROCESSO PROJETUAL

Reflexões sobre a possibilidade de interação Sistemas Especialistas e o Design

Marizilda dos Santos Menezes ¹

MENEZES, S. M. Introdução de uma Nova Tecnologia no Processo Projetual - Reflexões sobre a Possibilidade de Interação Sistemas Especialistas e o Design. Revista Educação Gráfica, Bauru, v1, n.1, p.137- 146, 1997.

ABSTRACT

Design of consumer products received strong innovation due to the new technologies available. Design Technological change embraces computer systems, Expert Systems Program and a variety of CAD Systems. Professional concepts of are changing. The thinking process of project needs new framework. Classical design is based in artistic drawing process, new design follows the engineering drawing process and significance of the graphical representation.

Based in the expert system for Industrial Design the paper presents reflexions about the impact of the new technologies.

Key Word: *Design; New Processes of Graphic Representation; Specialist Systems; Conception of the Object.*

¹ O presente trabalho é parte da pesquisa em desenvolvimento, tendo em vista Tese de Doutorado.

² Professora Mestre do Departamento de Representação Gráfica - FAAC UNESP Bauru. Designer, com curso de Especialização em Design pela Ecole Des Beaux-Arts Et Arts Appliquées de Nancy - (França). Mestrado em Arquitetura pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP, e Doutoranda pela FAU - USP.

Palavras-Chave: *Design; Novos Processos de Representação Gráfica; Sistemas Especialistas; Concepção do Objeto.*

1. INTRODUÇÃO

O design é uma área do conhecimento em constante renovação para a produção de objetos de consumo segundo tendências de moda, aspectos culturais, sociais e econômicos.

A atividade projetual no design é marcada por forte reflexão em torno do desenho artístico e do desenho técnico, como formas de representação das idéias em curso. A criatividade artística, sua prática e qualidade compõe os elementos de reflexão teórica. Dada as novas possibilidades tecnológicas no corpo de representação, como incorporação de informação e arquivo, a prática do design pode ser profundamente alterada, produzindo novos paradigmas e novos conceitos metodológicos para o processo projetual. Neste artigo trataremos inicialmente das questões de como os profissionais do design concebem sua atividade baseada no desenho artístico-técnico de produção manual, e sobre as possibilidades abertas pelo uso de novas tecnologias no processo projetual automatizado ou semi-automatizado. O primeiro capítulo do artigo introduz conceitos sobre as novas tecnologias.

O segundo trata do papel da concepção no processo projetual. A terceira parte trata das possibilidades abertas pela incorporação da informática, através de CAD e Sistemas Especialistas para a produção do design.

A conclusão do artigo versa sobre os impactos das mudanças no processo projetual de base do desenho manual para o automatizado.

2. NOVAS TECNOLOGIAS: O QUE SÃO E COMO INFLUEM NO PROCESSO PROJETUAL

Podemos definir a inteligência artificial como o conjunto de estudos interdisciplinares com implementações práticas, tendo como base o computador. Seu interesse é voltado à pesquisa na aquisição do conhecimento e desenvolvimento da capacidade cognitiva. Ela propõe-se a assimilar a capacidade do ser humano em lidar com diferentes problemas, tendo como repertório o conhecimento adquirido durante a vida profissional. Esses problemas podem ser os mais diversos pois é considerado objeto de estudo, toda ação que requeira raciocínio e tomadas de decisão em situações imprevistas.

A Inteligência Artificial possibilita aprender com a experiência, de tal forma que sua reação não é prevista, mas é resultado deste aprendizado.

Como área da Inteligência Artificial focalizamos os Sistemas Especialistas, programas de computadores que permitem guardar e acessar conhecimentos obtidos através da experiência de especialistas humanos, em uma área de conhecimento, na resolução de um problema significativo, em um domínio específico.

Um Sistema Especialista deve ser capaz, além de achar respostas plausíveis para um problema, fazer um diagnóstico, informar como está desenvolvendo o raciocínio para atingir a resposta, justificá-la e dar-lhe um certo grau de certeza. Um Sistema Especialista pode encontrar uma solução para a qual não foi explicitamente programado, como é na computação tradicional.

O Sistema Especialista permite que o computador, através de uma estrutura de

resolução, descubra qual decisão tomar, qual o caminho a seguir, criar soluções a medida que os problemas forem surgindo, de forma semelhante ao raciocínio humano, ao mesmo tempo que explica e justifica a decisão tomada.

É considerado um sistema inteligente aquele capaz de aprender e produzir conhecimentos, baseando-se na linha cognitiva. Diferencia-se dos sistemas tradicionais de computação que, apesar de solucionarem problemas definidos, cujos estágios são conhecidos, apenas fazem combinações, operando com a ação concreta do conhecimento.

2.1 A estrutura básica de um Sistema Especialista

A estrutura básica de um Sistema Especialista é constituída de três partes distintas:

- A base de dados é a área de trabalho do sistema. Destina-se à armazenagem dos dados. Contém dados de entrada do problema, as respostas fornecidas pelo usuário, as asserções que foram deduzidas do Banco de Dados. Carrega o histórico do que se tem feito a fim de explicar os passos da linha de raciocínio do sistema.
- A base de conhecimento armazena o conhecimento. É constituída de fatos e de um conjunto de regras. Os fatos correspondem aos elementos conhecidos do universo onde se deseja operar.
- A máquina (motor ou mecanismo) de inferência é encarregada do trabalho lógico. É o centro organizador das inferências. É onde se processa o "raciocínio" do Sistema Especialista. É onde o sistema busca regras necessárias para serem avaliadas, são ordenadas logicamente, direcionando o processo de Inferência.

2.2 A alimentação de um sistema especialista

A alimentação de um sistema especialista é feita pelo engenheiro de conhecimento. A aquisição do conhecimento é realizada através da interação direta com o especialista, por meio de entrevistas sistemáticas, intensivas e prolongadas, da observação do especialista em atividade, discussão do problema com o especialista, descrição do problema pelo o especialista, ou qualquer outro meio que permita obter o máximo de informações sobre as formas de solucionar um problema dado.

Feita a aquisição do conhecimento este é então organizado de forma a ser compreendido e processado pelo sistema. Esta organização é o que constitui a Representação do Conhecimento.

3. DESIGNER: O NOSSO ESPECIALISTA EM ATIVIDADE

A palavra design, vem de desígnio (intenção, plano, projeto). Design significa desejo, opção, uma maneira de transformar as condições de vida, de estabelecer relações humanas, de construir a história, o próprio ser humano, a sociedade.

Resumindo diversos conceitos: Design é o planejamento e programa de qualquer ato, porque seu objetivo é desejado e previsto.

O designer está sempre produzindo idéias, que se sobrepõem, se superam. A obsolescência de um objeto ou de uma idéia é fator desencadeador de crise. A emergência de uma idéia pressupõe uma ruptura, um acontecimento inesperado ou não mas que modifica uma situação e permite o surgimento de uma nova idéia. Esta ruptura

pode ser decorrente do aparecimento de novos materiais, novas tecnologias, novos mercados ou mesmo de evoluções de hábitos ou desejos. Ele remaneja o sistema de conjunto de possibilidades permitindo assim a criação de um novo processo. É onde o designer manifesta sua capacidade de criação, relacionando os pontos propostos com as influências obtidas, estabelecendo-se relações entre eles.

A produção de idéias não ocorre instintivamente mas é produzida pela observação. O estado de crise nos leva a ficar atento. A observação leva a interpretação e a criação de idéias novas. O designer abandona a segurança do conhecimento e toma uma postura, muitas vezes temerária, em busca de novas respostas. "Ver não somente uma realização intelectual, mas, além disto, uma realização cultural. Vemos o que a cultura nos possibilita ver".

Aquilo que vemos é comparado com dados armazenados em nosso cérebro, que por sua vez é a base de nossa memória. Vemos tendo como pano de fundo nosso saber. Vemos, pois enquanto pensamos e pensamos enquanto vemos.

... ver como um processo, como um sistema de percepção, visão, compreensão, reconhecimento." (Oti Aicher, *Design Interiores*, ano 5, 1.991, p.79)

A criação é um ato intelectual, vinculado à vivência e à cultura do indivíduo e da sociedade, enfim ao repertório daquele que projeta e daquele que usa. A criação é o resultado da interação entre a parte sensível e a parte racional do ser humano.

A criatividade é a capacidade de organizar conhecimentos, fatos idéias de forma original para um indivíduo ou para um grupo. É um potencial inerente do ser humano e está presente em todas atividades desenvolvidas pelo ser humano. A interação

com o computador envolve percepção, conhecimento e atividade motora.

A criatividade pode ter o computador como ferramenta importante de duas maneiras diferenciadas. A primeira como suporte de operações, onde a máquina substitui outros instrumentos gráficos, ou de informações, como por exemplo os diversos programas de CAD. A segunda quando estão incorporados à máquina, sistemas baseados no processo cognitivo humano. Nestes, programas de Inteligência Artificial ajudam no processo de criação através da incorporação de heurísticas do processo criativo, realizados por especialistas.

A criação, ato intencional, deve ser programada e ordenada. Implica numa seleção de informações coletadas nos mundos interior e exterior do indivíduo e da articulação adequada desses dados, origina-se o novo todo, o produto. O criador quando inicia o processo de criação já deve prever, pelo menos em linhas gerais o que vai ser o seu produto final.

As idéias vem de necessidades. Questiona-se, analisa-se porque um determinado objeto não existe, frente a necessidade, a que fim ele deva responder. Trabalham nisto a parte intuitiva do ser humano, com seus desejos, sonhos, cultura própria do indivíduo e a parte racional, que articula o conhecimento com propostas, dúvidas e limitações. Nesta interação da intuição e da razão, o designer habilita-se a examinar o trabalho e a propor novas idéias.

A criação é um ato intelectual, vinculado à vivência e à cultura do indivíduo e da sociedade, enfim ao repertório daquele que projeta e daquele que usa. É o resultado da interação entre a parte sensível e a parte racional do ser humano. Um elemento importante nesse processo é a memória. Ela recolhe as experiências anteriores, estrutura

e arquiva dados trazendo-os à tona quando necessário.

A criação por ser um ato intencional deve ser programada e ordenada. Implica numa seleção de informações coletadas nos mundos interior e exterior do indivíduo e da articulação adequada desses dados, origina-se o novo todo expressado no produto final. O designer quando inicia o processo de criação já prevê, pelo menos em linhas gerais o que vai ser o seu produto final.

4. OS SISTEMAS COMPUTACIONAIS NO PROCESSO PROJETUAL

As áreas colocadas em contato: Design, Sistemas Especialistas e Concepção por Computador (CAD), trabalham com formas de raciocínio diferentes mas complementares. Através delas podemos trabalhar os três pilares que equilibram a produção do conhecimento e daí gerar significados a saber: a percepção, a associação e a representação.

A percepção surge como a etapa de base, gerando, orientando e motivando o conhecimento. É a possibilidade de adquirir informações. A percepção é um elemento que realça a natureza do conhecimento como um signo. Esta é função inerente do designer.

Ao ser humano criativo cabe a percepção que somado ao "raciocínio" do computador, pode acelerar o processo de produção de idéias. O designer usa o tipo de conhecimento quase empírico e não sistematizável sob forma de teorias habituais, parte da abdução, adotando hipóteses provisórias, passíveis de verificação experimental.

O espaço ocupado pelos Sistemas Especialistas, é aquele onde um conjunto de

acertos e erros acumulados pela experiência pode ser transmitida para o computador e servir de orientação de projetos e textos de novas concepções. Os Sistemas Especialistas trabalham por associação, predominantemente por contigüidade. A associação é trazida pela experiência, de um ou mais especialistas.

Ao CAD cabe a representação. A concepção por computador permite a possibilidade de visualizar e modificar projetos de forma estática ou dinâmica, trabalhar com a dedução. O computador proporcionou um novo modo de raciocinar o projeto.

Os computadores estabelecem uma nova relação entre as teorias e os modelos. Se os métodos são escritos em uma linguagem, podem-se expressar teorias com as linguagens de computadores. Estas podem interpretar textos que se lhes dão e estas traduções determinam o comportamento do computador. O entendimento dos textos de uma teoria faz com que os computadores se transformem em um dispositivo ou modelo abstrato. É um modelo de representação do conhecimento e das idéias.

Os Sistemas Especialistas, enquanto meio de armazenamento e fácil acesso ao conhecimento de diversos especialistas humanos em área determinada, contribuem para a resolução de problemas complexos que requerem a perícia do raciocínio humano como uma forma de concentração de larga gama de conhecimento e inferência, através do computador.

Tendo em vista que o conhecimento do especialista é decorrente de seu repertório e que quanto mais denso o repertório cultural, e considerando o potencial dos sistemas inteligentes, mais fácil se torna preencher a lacuna entre a representação do objeto e o objeto representado e também,

maior facilidade de surgimento de idéias novas.

Chegamos ao cerne da relação entre as áreas em questão: encontrar um meio de entendermos como se produz o conhecimento em determinada área do Design, e como este conhecimento pode ser traduzido através de programas computacionais. Qual o papel e qual a contribuição de cada um, Sistema Especialista e Designer, no projeto projetual.

Do ponto de vista fundamental das relações do processo criativo é preciso identificarmos o lugar do Design e explicitarmos seu campo de abrangência. Esta conceituação contribui para o entendimento do processo criativo e das heurísticas de realização de que é um discurso prévio para a compreensão de como se desenvolvem os projetos.

A inferência é a ordenação da mente que articula semelhanças entre coisas que não tem proximidade. A inferência é um processo desamparado por códigos (não é um código que aproxima as idéias, a não ser seu processo referencial). O design é basicamente inferencial. A linguagem do computador é uma linguagem altamente codificada, entretanto, os Sistemas Especialistas pela sua capacidade em lidar com heurísticas e graus variáveis de certeza, permitem um diálogo direto entre o computador e o ser humano: a percepção, a associação e a representação. Podemos então através deles trabalhar os três pilares que equilibram a produção do conhecimento: a percepção, a associação e a representação, e, a partir daí gerar significados.

Se observarmos as três leis sobre inferência temos:

-noção de inferência é produzir idéias. É próprio do ser humano produzir idéias;

-só se produz idéias em um encadeamento necessário de idéias primeiras, que darão origem a idéias novas.

-a produção de idéias acontece a partir de dois modos: associação por contiguidade e por similaridade.

A associação por contiguidade é trazida pela experiência. Opera por metonímia (quando um elemento surge, ele lembra todo o sistema ao qual ele pertence ou está relacionado), quase que automaticamente.

A associação por similaridade é um processo mais complexo, não habitual. A mente articula a semelhança entre coisas que não são semelhantes. Não existe um código que as aproxime. É a mente que cria um novo código de acordo com sua experiência. É uma articulação pela natureza interior das idéias e da mente.

Sempre existe uma predominância de um processo sobre o outro, mas não existe um sem uma parcela do outro.

Nos Sistemas Especialistas, a associação se dá principalmente por contiguidade. A associação é trazida pela experiência, algumas vezes, não de apenas um, mas de vários especialistas.

O ser humano criativo trabalha predominantemente por similaridade, e somando-se ao "raciocínio" do computador, pode acelerar o processo de controle de idéias.

Aprender não é o mesmo que saber ou sentir que se entende. O sentir é o impulso de todo o processo criativo, com seu inerente afim de ir além das concepções do ponto de partida até mesmo quando a contradigam. Uma vez realizada a função criativa emerge um novo ponto de referência que resolve as contradições antes observados com a referência anterior.

"É próprio da abdução produzir idéias, à indução cabe generalizá-las e abstra-

tamente transformá-las em teorias ou leis” (Lucrecia d’A. Ferrara, notas de aula).

Sistemas Especialistas adotam a indução, a pesquisa controlada de fatos. A concepção por computador permite a possibilidade de visualizar e modificar projetos de forma estática ou dinâmica, que permite através dos métodos computacionais tradicionais, trabalhar com a dedução, modo de raciocínio que examina o estado das coisas colocadas nas premissas, sintetizando. O computador proporcionou um novo modo de raciocinar o projeto.

O pensamento criativo envolve a justaposição de idéias, que são usualmente pensadas separadamente; são trazidas juntas. Pensamentos criativos são ligados, entretanto, rigorosamente ao raciocínio pela analogia, por metáforas.

O computador simula processos cognitivos tais como a percepção, aprendizado, formação de conceitos e indução.

Os Sistemas Especialistas concorrem positivamente, fornecendo informações que contribuem para o conhecimento, forçando aquele que cria a refletir sobre aqueles atos que, pela prática, o criador realiza quase que automaticamente. Os sistemas inteligentes racionalizam a intuição ao oferecer a razão para tal conhecimento.

O Design é antes de tudo, uma forma de organização, uma ordenação de idéias, as quais ele expressa em um produto. Para isto o designer procura uma forma de trabalho que lhe permita a realização de seu projeto. O designer necessita de estabelecer um certo rigor no seu procedimento para que seu pensamento não se desvie do objetivo. Este rigor é a metodologia.

A metodologia projetual é ao mesmo tempo um processo criativo e um processo de resolução de problemas. Envolve a personalidade total, o modo do indivíduo

diferenciar-se, ordenar e relacionar-se consigo mesmo, ao mesmo tempo que relaciona-se com o seu entorno. Criar é tanto estruturar como comunicar. É integrar significados e transmiti-los. O processo criador é ordenador e configurador.

O designer ao submergir em um processo criativo percorre várias etapas distintas e iterativas para atingir seu objetivo final, um produto industrial, que se aproxime ao máximo das especificações.

A primeira fase do processo projetual é a de reconhecimento do problema, ponto de partida que desencadeia o processo. É preciso que o designer mergulhe profundamente e procure apreender todas as informações inerentes ao objeto a ser projetado: suas relações com os outros objetos, sua produção e principalmente sobre o usuário potencial. Efetuar um prognóstico de todas as situações a que está exposto o objeto desde sua concepção até o uso. O criador lê, anota, discute, indaga, explora, propõe possíveis soluções e pondera suas forças e fraquezas. Esta é a fase mais importante para o Sistema Especialista.

Na segunda fase, a da definição, são feitas as articulações dos dados obtidos, a ordenação das linhas diretrizes do projeto e a hierarquização das prioridades, pois os requisitos a serem atendidos não são, na maioria das vezes compatíveis.

É ainda nessa fase que são escolhidos os métodos e instrumentos para a solução do problema proposto. É uma fase de elaboração interior onde o inconsciente e o consciente interagem. São feitas diversas conexões que podem ser auxiliadas pela computação tradicional, com a execução de desenhos, ensaios periódicos de movimentos de peças, mas que podem ser implementados se forem utilizados sistemas inteligentes.

A terceira fase, é aquela da geração de soluções possíveis. Respeitadas as limitações impostas e de acordo com as informações obtidas na fase anterior, o designer dá asas à sua imaginação. Surgem uma ou mais idéias e de acordo com os parâmetros, uma é eleita, por atender melhor os requisitos.

Finalmente vem a fase de verificação. A concretização da idéia, para ser avaliada e adequada. Através de representações diversas, como desenhos, desenvolvimento de modelos, são realizados testes, submetendo-os às condições externas de uso, para observação de seu comportamento.

O computador aqui permite uma representação mais adequada a uma melhor avaliação, com a simulação de situações de uso real. É uma fase de idas e voltas para que ocorram correções e ajustes. É quando o designer toma distância do objeto e avalia seu trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial tem aberto caminhos de aumento da aplicabilidade do computador para aquisição e representação do conhecimento em formas computáveis, em lugar de métodos tradicionais de processamento de informação.

O computador até então utilizado como banco de dados e ferramenta importante na agilização da representação gráfica, e que participa ativamente na fase de produção do processo projetual, pode, face aos novos avanços tecnológicos intervir também na fase de concepção.

O desenvolvimento de um projeto e sua solução dependem do modo como o problema é definido, especificado e conduzido. No processo projetual, podemos

notar que o próprio sistema se realimenta com a verificação e o aprendizado sobre seus erros, pontos fracos e falhas. Esse conhecimento acumulado e a experiência dos especialistas permite uma reestruturação e uma reutilização da experiência em problemas semelhantes ou análogos. O uso intensivo do conhecimento e a importância das experiências passadas, reafirmam o interesse de aplicação dos Sistemas Especialistas nas áreas projetuais, e no nosso caso, o Design.

A descoberta do processo metodológico é facilitada pelo próprio processo de trabalho de Sistemas Especialistas e, certamente, a explicitação da possibilidade de um processo metodológico em design deve causar uma revolução na conceituação dessa atividade profissional.

As diferenças existentes entre a criação e a produção não automatizada e a tentativa de automação geram dificuldades conceituais que criam obstáculos que deixam de existir a medida em que se entende suas divergências e similaridades. Pelo aprofundamento do estudo das possibilidades tanto do processo automatizado, quanto do processo não automatizado é possível encontrar o elo elaborador de um caminho de proposta metodológica. Este elo parte da formalização dos processos através de regras o que possibilita ordenação do processo e a criação de uma metodologia de trabalho.

Não pretendemos aqui, que os Sistemas Especialistas trabalhem substituindo o Designer, mais sim que o ser humano e máquina trabalhem em simbiose, identificando claramente o papel dos Sistemas Especialistas e do Designer dentro da estrutura do conhecimento.

Os Sistemas Especialistas ao capturar e agregar o conhecimento de diversos

especialistas em determinada área proporcionam entre outros fatores: o pensar sobre a atividade desenvolvida o que resulta em uma mudança de comportamento perante o projeto; desenvolvimento e disseminação do saber técnico; universalização da linguagem; intercâmbio de experiências, pois transferência de experiência é mais fácil e segura entre sistemas do que entre seres humanos, pois implica em tempo de aprendizado e assimilação de conhecimentos.

Peritem ainda conservação do saber técnico que se perde na transmissão entre pessoas. Um sistema especialista tendo adquirido um conhecimento, este será conservado para sempre, enquanto que um especialista humano, por ter uma memória seletiva corre o risco de desprezar ou negligenciar informações.

O ser humano deve comunicar-se com este sistema que está provido de certa "inteligência" e este último deve entender o que se disse. Aqui se chega a pergunta chave: entendimento implica conhecimento? - não. O ponto de referência de cada um está em constante evolução. A comunicação perfeita implica a total compreensão da experiência inteira da vida de uma pessoa. O entendimento do computador limita-se a significados não múltiplos tal como foi desenhado.

Por mais abstrato que seja o conteúdo do programa de computador, no sentido mais estrito, processo de inferência limitada, certamente aquém das habilidades humanas.

Os Sistemas Especialistas devem participar do processo projetual, fornecendo informações que contribuem para o conhecimento, sem direcionar. O designer funcionará como juiz qualificando e intervindo no produto final.

A integração ser humano-máquina contribuem para o aumento das potencialidade do ser humano no desenvolvimento da profissão e do conhecimento e integração com a sociedade.

6. BIBLIOGRAFIA

1. AICHER, O. , "O olho e o cérebro: uma visão sistêmica", in Design Interiores, São Paulo, Projeto Ed.,ano 5 no 27, pp. 76-91.
2. BORGES, A. "Uma ferramenta que só não tem criatividade" in Design e Interiores, São Paulo, Ed. Projeto, no 05, nov./dez./1.987, pp. 64-68.
3. FERRARA, Lucrécia D'A., "A Ciência do Olhar Atento", Trans/Form/Ação, São Paulo, 9/10, 1.986/87, pp.1-7.
4. FERRARA, Lucrécia D'A., notas de aula.
5. HAYES-ROTH, F., Knowledge-based expert system: a tutorial, IEEE Computer, sep. 1984, pp. 11-28.
6. KELLER,R., Tecnologia de Sistemas Especialistas, São Paulo, Makron Books do Brasil, Ed. Ltda./ Ed. McGraw-Hill Ltda, 1.991
7. LEVINE, R. I., DRANG. D. E., EDELSON, B., Inteligência artificial e sistemas especialistas - aplicações e exemplos práticos, São Paulo, Ed. McGraw-Hill, 1.988.
8. REDIG, J. , "Intuição e método", in Design Interiores, São Paulo, Projeto Ed.,ano 5 1.992 no 30, pp. 95-96.
9. RICH, E., Inteligência artificial, São Paulo, Ed. McGraw-Hill, 1.988.

10. SEFIK, M. ET ALL, "The organization of expert systems, a tutorial," Artificial Intelligence, v. 18, n° 2, march 1.982, pp. 135-173.

11. SHAPIRO, S.C.; ECKROTH, D.; VALLASI, G.A.; Encyclopedia of Artificial Intelligence, Wiley - Interscience Pub. John Wiley & Sons, N.Y., 1.987

12. SIMON, H.A., Artificial intelligence: where has it been, end where is it going, IEEE Transaction on knowledge and data engineering, vol. 3, n° 2, jun 1.991, pp. 128-136.