

Aplicação da Engenharia Baseada em Conhecimento no Desenvolvimento Integrado do Produto através da utilização de funções parametrizadas em Sistema CAx

Carlos Alberto de souza Barroso, cabarroso@unimep.br
Klaus Schützer, schuetzer@unimep.br
André Luís Helleno, alhelleno@unimep.br

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Lab. SCPM, Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, km 1, Cep. 13450.000 Santa Bárbara d'Oeste (SP),

Resumo:

No Desenvolvimento Integrado do Produto inúmeras etapas no desenvolvimento de um projeto são auxiliadas por Sistemas CAx. Mesmo com esse auxílio, pode-se observar que o tempo gasto é bastante significativo e por mais moderno que o Sistema CAx seja, o mesmo não evita que eventuais problemas ocorram ao longo deste ciclo de desenvolvimento. Com isso a Engenharia Baseada em Conhecimento, conhecida como KBE (Knowledge Based Engineering) está entre as principais metodologias voltadas para a otimização do Desenvolvimento Integrado do Produto. A metodologia KBE busca e estruturar informações para que elas fiquem acessíveis de forma explícita no projeto, podendo assim, serem armazenadas em um banco de dados e posteriormente serem transmitidas para o Sistema CAx através de regras ou informações adicionais a todos os envolvidos no instante em que inicia-se um novo projeto. Este artigo tem por objetivo estudar os conceitos da Engenharia Baseada em Conhecimento e aplicá-los a um estudo de caso envolvendo um sistema básico de transmissão por corrente num Sistema CAD de grande porte. Através de funções de parametrização do Sistema CAD foi possível introduzir aos componentes e ao seu conjunto montado conhecimentos técnicos de funcionamento que regem o projeto e as decisões do projetista. A partir desse estudo pode-se verificar as vantagens e características na aplicação da metodologia KBE envolvendo um Sistema CAD e avaliar sua aplicação nas demais etapas do desenvolvimento do produto.

Palavras-chave: *Desenvolvimento Integrado do Produto, Engenharia Baseada em Conhecimento, Sistemas CAx.*

1. INTRODUÇÃO

O dilema dos engenheiros projetistas é desenvolver o melhor produto, pelo menor preço e com o menor tempo de produção. Essa tarefa é um desafio para muitos engenheiros. No entanto, para alcançar essa meta o processo de desenvolvimento do produto tem sido refinado e melhorado.

No final dos anos 70, as pranchetas começaram a ser substituídas por computadores, o que possibilitou ao projetista desenvolver novos projetos em um ambiente CAD (Computer Aided Design) de duas dimensões. Isto foi um grande passo, facilitando o processo de modelamento do produto.

Cerca de dez anos mais tarde o primeiro sistema de modelamento de sólido foi desenvolvido (Sandberg, 2006). Novamente, um grande avanço, dando uma nova dimensão para o engenheiro na hora da realização do projeto, possibilitando uma descrição mais realista do protótipo virtual.

O próximo passo importante para o processo de desenvolvimento do produto ocorreu nos anos 90, quando todos os usuários do sistema começaram a interagir. Desde então, o processo obteve melhorias em diferentes áreas, sendo que, mais tarde, a metodologia identificada por Engenharia Baseada em Conhecimento teve o seu uso popularizado, sendo declarado, então, que o seu uso terá a mesma importância para as empresas em 2010, tanto quanto o sistema CAE/CAD/CAM obteve nos anos 90 (Lovett, 2000).

A representação do conhecimento é um recurso de extrema importância para as empresas. Somente as empresas que efetivamente adquirem, criam e utilizam o conhecimento conquistarão o sucesso no mercado competitivo (Sui e Yang, 2005).

Nort (1999) prevê que o conhecimento e seu efetivo uso controlarão o futuro do mercado competitivo. O autor introduz o termo *Knowledge Oriented Management* que inclui o uso do conhecimento para incrementar e assegurar a eficiência das empresas. Do seu ponto de vista, a geração do conhecimento mudará a qualidade da competição, e também aumentará a sua competitividade. Desta forma, com a globalização em massa e a melhoria da tecnologia da informação, o conhecimento vem obtendo uma grande importância no mercado.

Neste contexto, *Knowledge Based Engineering (KBE)* é uma metodologia chave para reter a competitividade, uma vez que permite que as empresas capturem e transfiram o conhecimento e as experiências entre os seus engenheiros ao longo do tempo. Também é um método de engenharia que representa uma combinação de Programação Orientado a Objetos (OOP - *Object Oriented Programming*), técnicas de Inteligência Artificial (AI - *Artificial Intelligence*) e tecnologias de Projeto Auxiliado por Computador (CAD). Assim sendo, a metodologia KBE geralmente implica o uso de alguns tipos de sistemas computacionais (Penoyer, J. A.; et al. 2000).

Um indivíduo pode ser dotado de conhecimento e utilizá-lo em diversos níveis da consciência, de acordo com sua aptidão ou a oportunidade de ter observado e organizado mentalmente esse conhecimento. Assim, o conhecimento que pode ser expresso em palavras e números descreve apenas a ponta do *iceberg*, do conjunto do conhecimento como um todo (Nonaka; Takeuchi, 1996).

Segundo Polanyi (1996) “*podemos saber mais do que podemos dizer*”, o que se reflete na capacidade de explicar e repassar esse conhecimento. Com isso, essa capacidade reduzida do ser humano em socializar o conhecimento, gera uma complicação no que se diz respeito à qualidade das informações trocadas e da capacidade de absorção da mesma. Assim sendo, isso acaba transformando-se em um problema para a área da engenharia, em sua função principal de obter um alto fluxo de informações.

Nesse sentido pode-se classificar o conhecimento da seguinte forma:

- conhecimento tácito ou implícito: é individual, não formalizado inteiramente, é de um assunto específico de difícil formulação e de ser expresso;
- conhecimento explícito ou codificado: conhecimento que é conscientemente organizado e transmissível em linguagem formal e sistemática.

Baseado nesse conceito de conhecimento, a metodologia KBE originou-se, por volta dos anos 80, no momento em que pesquisadores conseguiram armazenar e gerenciar o conhecimento técnico implícito de um projeto, tornando possível a transformação do conhecimento implícito em explícito, conforme ilustrado na Figura 1 (Sandberg, 2006).



Figura 1: Engenharia Baseada em Conhecimento.

A transformação do conhecimento através da metodologia KBE possibilita a diminuição do tempo no processo de desenvolvimento do produto e no seu respectivo custo, possibilitando assim, uma maior lucratividade para as empresas que retêm essa ferramenta (Gareth, 1999). A Figura 2 ilustra o tempo ganho na utilização da ferramenta KBE, na qual possibilita uma redução de até 60% no Ciclo de Desenvolvimento do Produto (Kochan, 1999).

Atualmente, algumas empresas no Brasil utilizam a Engenharia Baseada em Conhecimento como ferramenta de auxílio para o desenvolvimento integrado do produto. A empresa EMBRAER é um exemplo, pois foi capaz de reduzir, através do auxílio dessa ferramenta, o ciclo de desenvolvimento do produto de algumas partes do avião em que o período de desenvolvimento durava 200 dias para apenas 20 dias. A ferramenta KBE permitiu a realização do mapeamento dos processos de trabalho e aumento nos índices de automação, o que possibilitou a redução de tempo na execução de novos projetos (Silveira, 2002).

Com isso, este artigo tem por objetivo estudar os conceitos da Engenharia Baseada em Conhecimento e aplicá-los a um estudo de caso envolvendo um sistema básico de transmissão por corrente num Sistema CAD de grande porte.

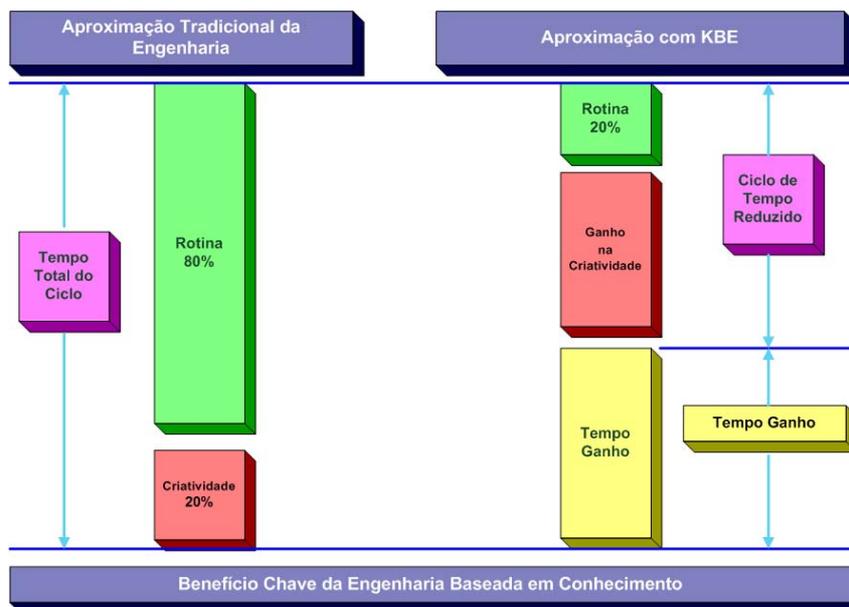


Figura 2: KBE (Tata Consultancy Services; 2006).

2. Integração da metodologia KBE no Sistema CAD

Normalmente em um Sistema CAD são apresentadas duas opções para integração com a metodologia KBE, que são (PENoyer, J.A., et al.2000):

- fazer com que os programadores de sistemas CAD proporcionem as funcionalidades KBE como uma parte integral do sistema, seja pelo desenvolvimento das suas próprias funções ou pela parceria dos criadores do software;
- proporcionar a abertura de APIs (*Application Program Interface*), para permitir o uso dessa interface em alguns tipos de *software* KBE.

O Sistema CAD Unigraphics NX, que foi utilizado neste artigo, oferece em seu ambiente dois tipos de ferramentas que compõem a metodologia KBE, *Knowledge Fusion* e *Expressions*:

- *Knowledge Fusion* (KF) é uma ferramenta integrada à Engenharia Baseada em Conhecimento, que permite uma extensão do conhecimento base pelo usuário final. Comparado a tecnologias tradicionais de KBE, a integração da ferramenta *Knowledge Fusion* proporciona uma significativa vantagem no desenvolvimento digital do produto nas empresas, além de permitir a criação de uma poderosa aplicação que retém a vantagem do conhecimento da engenharia. A utilização dessa ferramenta permite a captura do conhecimento do projeto e seu reuso, e usa a “inteligência” do sistema para acrescentar velocidade e produtividade no projeto, o qual de uma forma inteligente controla a propagação das mudanças. Projetistas e desenvolvedores de aplicações podem trabalhar com o *Knowledge Fusion* diretamente do ambiente CAD para criar regras que capturem a intenção do projetista. Essas regras podem ser usadas para direcionar o projeto do produto, assegurando que os requisitos da engenharia e de projeto sejam completamente entendidos (UGS CAST, 2007). Esta ferramenta utiliza-se de linguagem orientada a objeto, que possibilita ao engenheiro adicionar de uma forma fácil o conhecimento, através da produção de regras. Essa linguagem é de forma declarativa ao invés de ser processual, podendo, desta maneira, ser criada sem estabelecer uma determinada ordem. O KF *system* possui interface com outros sistemas, possibilitando capturar regras e conhecimentos de origem de bancos de dados e planilhas externas.

- *Expressions* é uma ferramenta integrada à Engenharia Baseada em Conhecimento que utiliza equações matemáticas para controlar parâmetros de *Features* e limitações do modelo, que definem relações entre *Parts* ou *Assemblies Expressions*.

3. Desenvolvimento e Resultados

A seguir serão detalhadas, as etapas realizadas no desenvolvimento deste trabalho. Essas etapas têm por objetivo fazer com que o produto virtual escolhido (transmissão por corrente) tenha uma boa flexibilidade, que permita a sua alteração de forma funcional depois de pronto, mostrando, portanto, a utilização de KBE e da ferramenta *Expressions* no Sistema CAD utilizado. A Figura 3 ilustra a visão da aplicação da metodologia KBE na transmissão por corrente.

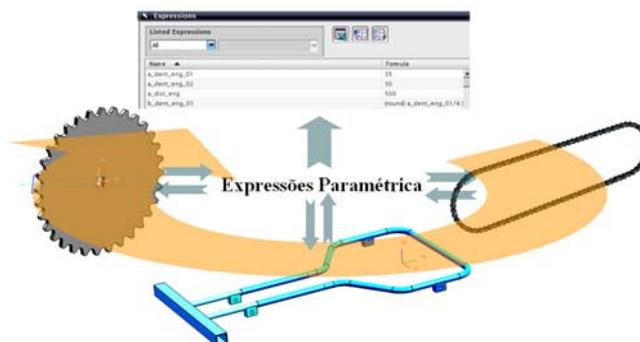


Figura 3: Metodologia KBE aplicada na Transmissão por corrente.

3.1. Modelamento do Produto

O produto é composto de cinco tipos de peças: chassi 1 (A); chassi 2 (B); roda dentada (C), e corrente (d); eixo (e), conforme ilustrado na Figura 4.

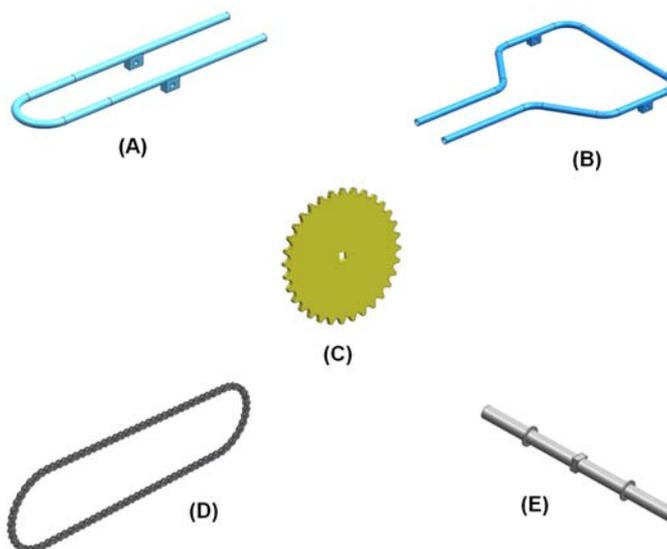


Figura 4: Componentes do produto.

3.2. Montagem do Produto

A montagem do produto é muito importante, pois para aplicar as ferramentas da função *Expressions* é essencial que a montagem respeite todas as relações existentes entre cada uma das peças. Posteriormente, qualquer alteração do produto deverá ser validada respeitando essas relações. A Figura 5 ilustra o conjunto montado da transmissão por corrente.

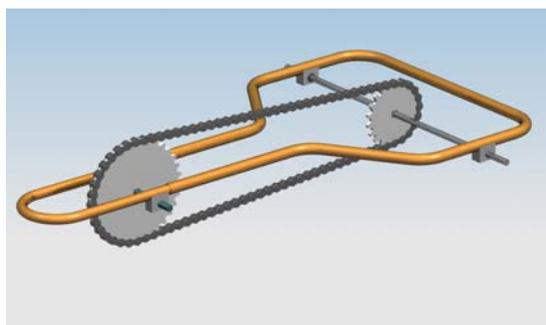


Figura 5: Conjunto montado.

3.3. Aplicação de Expressions - Engrenagens

A intenção não é apenas criar o modelo geométrico de duas rodas dentadas, mas sim permitir que depois de pronto esse modelo possa ser alterado de uma forma funcional, através do parâmetro “números de dentes”. Nesse caso todas as demais informações geométricas da engrenagem, tais como passo, diâmetro primitivo etc., serão parametrizadas em função do número de dentes, através de cálculos realizado pelo projetista.

Esse conhecimento pode ser inserido no modelo geométrico através da aplicação de equações durante o seu modelamento. A Figura 6 ilustra a interface do sistema na aplicação de equações durante o modelamento da engrenagem.

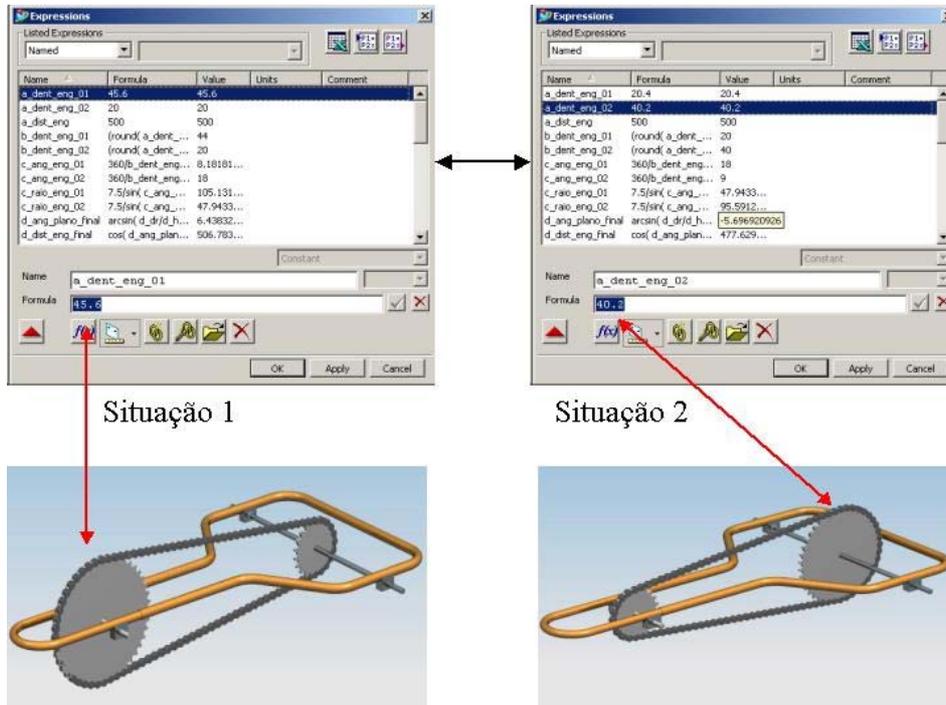


Figura 6: Dimensionamento da engrenagem.

No campo “Formula” da variável números de dentes, (*a_dent_eng_01*) na Figura 6, observa-se que o valor inserido não é inteiro, (45,6 e 40,2 respectivamente para as situações 1 e 2) possibilitando erros, uma vez que o conhecimento técnico implícito não permita a utilização de dentes fracionados em uma engrenagem.

Com os recursos da ferramenta *Expressions* do sistema KBE utilizado, pode-se transformar o conhecimento implícito em explícito. Para isso, podem-se desenvolver inúmeras formas para a resolução desse problema, desde uma mensagem do sistema informando que não é possível construir uma engrenagem com dentes fracionados ou um sistema de aproximação numérica.

Para este artigo, foi utilizado uma aproximação numérica, obedecendo a regras de projeto estabelecidas pelo projetista, como por exemplo, quantidade máxima e mínima de números de dentes nas rodas dentadas. Na Figura 7 é ilustrado um algoritmo do trabalho realizado pelo sistema para calcular o número de dentes da engrenagem.

Na ação “Cálculo de nº dentes”, é mostrada uma das equações utilizadas pelo o sistema para a criação das rodas dentadas, na qual foi inserida pelo projetista durante o desenvolvimento do produto.

Através da função “*round*” oferecido pelo sistema, é possível fazer com que as rodas dentadas obtenham somente dentes inteiros, conforme ilustra a Figura 7.

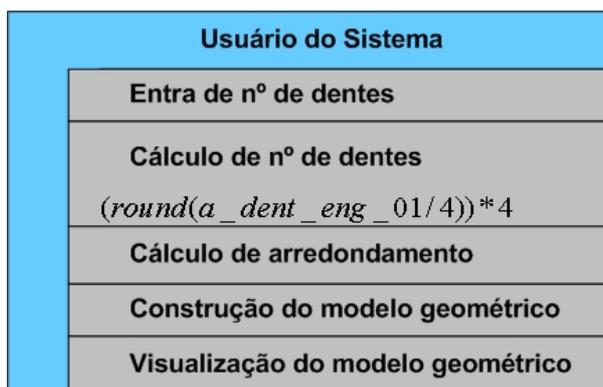


Figura 7: Sequência para cálculo dos números de dentes.

3.4. Aplicação de *Expressions* – Distância entre Eixos

No sistema proposto, o conhecimento implícito do projeto relacionado com a distância entre eixos também foi transformado em conhecimento explícito através da ferramenta *Expressions*. Com isso, qualquer alteração do projeto poderá ser realizada de uma forma funcional.

Para que isso ocorra o valor da distância entre eixos, definido pelo usuário, deverá ser validado pelo o sistema. Essas validações ocorrem para que haja um encaixe funcional entre os elos da corrente e as rodas dentadas, conforme ilustrado na Figura 9.

Após o sistema receber o valor da distância entre eixos, o mesmo verificará a quantidade de dentes existentes nas rodas dentadas e determinará a quantidade necessária de elos para a formação da corrente. Encontrada a quantidade de elos necessários, o mesmo irá verificar se ocorreu sobre posição de elos da corrente nas rodas dentadas. Se esta condição for verdadeira, o sistema recalculará um novo valor da distância entre eixos. A Figura 8 ilustra o funcionamento do algoritmo à distância entre eixos.

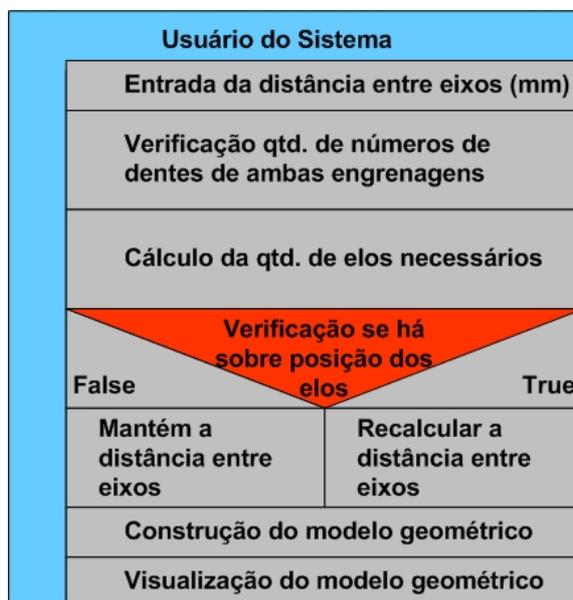


Figura 8: Algoritmo do cálculo da distância entre eixos.

A Figura 9 ilustra duas situações de distância entre eixos, em que observa-se um agrupamento perfeito entre a corrente e as engrenagens, não importando a distância entre eixos inseridos pelo o usuário, pois o sistema sempre respeitará as regras impostas pelo projetista. Isto faz com que as informações funcionais do projeto estejam sempre armazenadas para qualquer usuário.

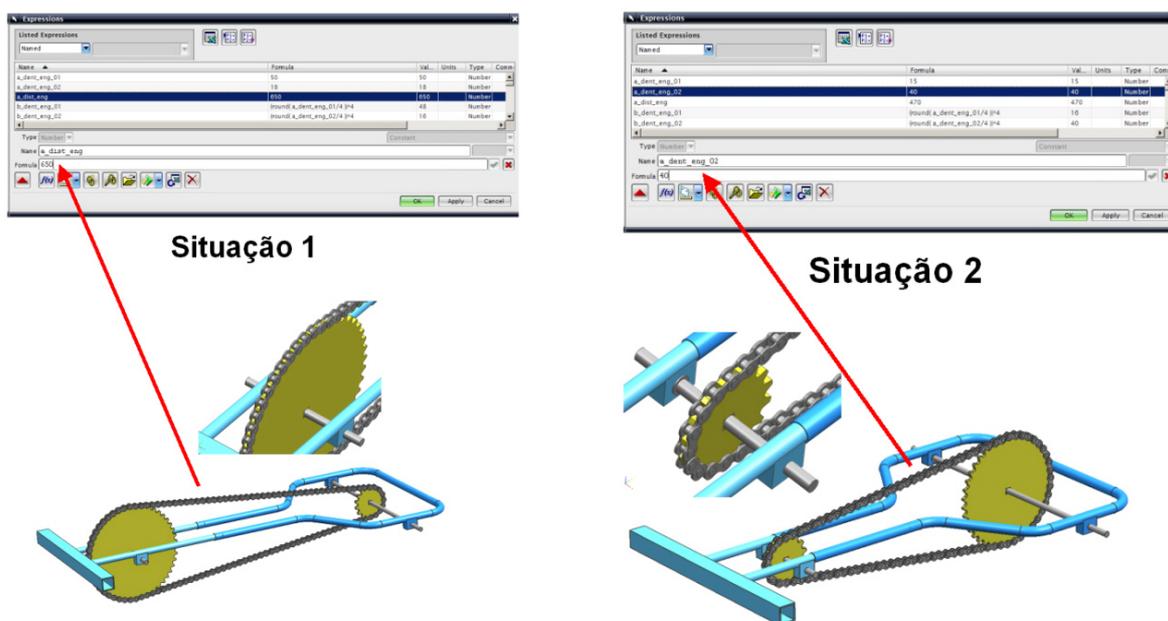


Figura 9: Distância entre eixos.

4. Conclusão

Através da aplicação da metodologia KBE no modelamento do sistema de transmissão por corrente foi possível verificar a possibilidade da transformação do conhecimento implícito em conhecimento explícito contido no modelo geométrico do produto.

Com essa transformação grande parte do conhecimento relacionado ao projeto do sistema de transmissão por engrenagem está organizado e acessível a todos os envolvidos em projetos futuros.

Além disso, foi verificado que o modelamento através de funções paramétricas, apesar de ser simples, pode ser o início da inserção do conhecimento em modelos geométricos, permitindo a inserção dos tradicionais métodos para o dimensionamento de elementos de máquinas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo, por ter feito eu chegar até aqui;
 Aos meus queridos Pais por tudo que eles fizeram por mim;
 Ao Prof.Dr.- Ing. Klaus Schützer por ter acreditado em mim para a realização deste trabalho;
 Em especial ao meu amigo André Helleno, pois sem a sua ajuda não seria capaz de concluir este trabalho;
 A minha amiga Beatriz Pantaroto pela ajuda e contribuições;
 E a todos os integrantes do Lab. SCPM.

6. REFERÊNCIAS

- CALLOT, M, et al. A Methodology for Developing Knowledge Base Engineering Applications. MOKA, p. 1-6, 2000.
- COOPER, S.; FAN, I.; LI, G. Achieving Competitive Advantage through Knowledge Based Engineering. A BEST PRACTICE GUIDE, 1999.
- KOCHAN, A. Jaguar uses Knowledge Based Tools to Reduce Model Development Times. Assembly Automation, p. 114-117, 1999.
- LOVETT, P.; INGRAM, A.; BANCROFT, C. Knowledge- based engineering for SMEs- a methodology. Journal of Materials Processing Technology, p. 384-389, 2000.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H., A theory of Organizational Knowledge Creation. Unlearning and Learning, p. 833- 845 Novembro,1996, Tokyo.
- PENOYER, J.A., et al. Knowledge based product life cycle systems: principles of integration of KBE and C3P. Computer-Aided Design, p. 311-320, 2000.
- POLANYI, M. The logic of tacit Inference - The Journal of the Royal Institute of Philosophy. Vol. XLI, N° 155, January 1966.
- SANDBERG,M., Knowledge Based Engineering- In Product Development. Department of Applied Physics and Mechanical Engineering Division of Computer Aided Design. Disponível em: <<http://epubl.luth.se/1402-1536/2003/05/LTU-TR-0305-SE.pdf>>. Acesso em: 15 setembro 2006.

SIEMENS PLM Software, NX Cast Online Library, 2007.

SILVEIRA V. Embraer Avança em Setor Estratégico. Jornal Gazeta Mercantil. 24//07/2002- Disponível em:. <<http://indexet.gazetamercantil.com.br/arquivo/2002/07/24/237/Embraer-avanca-em-setor-estrategico.html>>. Acesso em: 23 Dezembro de 2006.

SUI, L.;YANG,R. Study of Knowledge Sharing and Strategy in Enterprise Knowledge Management. Institute of Electrical and Electronics Engineers, p. 336-340, 2005.

TATA Consultancy Services. Engineering Service Pratices: Knowledge Based Engineering.Disponível em:. <http://www.tcs.com/industries/pages/default.aspx>. Acesso em: 18 Dezembro de 2006.

UGS Corp., UGS The PLM Company, Cast Online Library, 2004.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos no seu trabalho.

Application of the Knowledge Based Engineering in the Product integrated Development with functions of parameterization of the Systems CAD

***Abstract.** In the Integrated Product Development countless stages of a project are supported by CAx Systems. Even with this support, can be observed that the time used on it is quite significant and for more modern the CAx Systems is, it doesn't avoid eventual problems during the development. Therefore the Knowledge Based Engineering, known as KBE, is among the main support methodology KBE to constitute and structure information to become accessible and explicit in the project. In this way the information can be kept in a database and later it will be transmitted to the CAx Systems, through rules or additional information that will be available at the moment the new project begins. This article has as a main goal, to study the concepts of the Knowledge Based Engineering and apply them in a case study involving a transmission basic system through chains and gears in high-end CAD Systems of great load. Through functions of parameterization of the Systems CAD it was possible to introduce to the components and to their assembly technical Knowledge that commands designer's decisions. With this study it can be verified the advantages and characteristics in the application of the KBE methodology involving CAD Systems and to evaluate it's application of the other stages of the product development.*

Keywords: *Product integrated Development, Knowledge Based Engineering; CAx Systems*