

A ENGENHARIA DO USO E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS ³

Araripe de Faria

General Motors do Brasil
Engenharia do Produto
Av. Goiás, 2.769
09550-051 – São Caetano do Sul, SP – Brasil
E-mail: araripe.faria@gm.com

Prof. Dr. Laerte Idal Sznelwar

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica
Av. Prof. Mello Moraes, 2231
05508-900 – São Paulo, SP – Brasil
E-mail: laertes@usp.br

Abstract

The scope of this study is to join the worlds of the automobile and computer through the application of the usability principles. The challenge is to define the border between them, once each day becomes more difficult to establish this limit due to the fast growth of the computerized systems in the modern vehicles. While the computer's user has its attention completely directed to the use of the computer, the driver, in its task to guide the vehicle, dedicates its resources to the traffic or to the act of driving. Just a small portion of the driver's time can be expended in the use of on-board devices with the risk to put the driving activity in danger. Thinking about this, the usability study must go beyond simply offering adequate products to the user, customer satisfaction, efficiency and effectiveness. It must also offer solutions that reduce the related activity workload in parallel to the driver's act, through the prevention of errors and improvement in the learnability process in use. This study applies the philosophy of user centered design to the vehicle development process showing that the merging between them is possible and necessary.

Key words: Usability, User Centered Design, Product Development, Vehicle Development Process.

Resumo

O objetivo deste estudo é unir o mundo do automóvel ao mundo do computador através da aplicação dos princípios do uso. O desafio está em definir os limites desta fronteira uma vez que a cada dia torna-se mais difícil estabelecê-la devido ao grande crescimento dos sistemas computadorizados presentes nos veículos modernos. Enquanto o usuário de computador tem sua atenção completamente voltada ao uso do computador, o motorista, em sua tarefa de guiar o veículo, dedica seus recursos quase que totalmente ao trânsito ou ao ato de dirigir. Muito pouco de seu tempo pode ser consumido no uso de equipamentos ou dispositivos embarcados no automóvel, com o risco de colocar a atividade de dirigir em perigo. Pensando nisto, o estudo do uso deve ir além de simplesmente oferecer produtos adequados ao uso, oferecendo ao usuário satisfação, eficiência e efetividade. Deve também oferecer soluções que reduzam a carga relacionada às atividades paralelas a direção do veículo, através da prevenção de erros e melhoria no processo de aprendizagem do uso. O trabalho aplica a filosofia do desenvolvimento de produtos voltado ao uso ao processo de desenvolvimento de veículos mostrando que esta união é possível e necessária.

Palavras-chave: Usabilidade, Engenharia do uso, Desenvolvimento de Produtos. Desenvolvimento de veículos.

³ Artigo extraído da dissertação de Araripe de Faria, apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Automotiva, sob a orientação do Prof. Dr. Laerte Sznelwar.

A Engenharia do Uso e o Processo de Desenvolvimento de Veículos

Araripe de Faria

Mestrando da Universidade de São Paulo - USP

Prof. Dr. Laerte Idal Szelwar

Orientador da Universidade de São Paulo - USP

RESUMO

Este artigo pretende reunir a engenharia da usabilidade, o desenvolvimento de produtos focado no uso, a interação homem-computador e o processo de desenvolvimento de automóveis através da aplicação destes princípios as etapas de desenvolvimento do produto. A melhor forma de atender as necessidades do usuário, inclusive as necessidades do uso, é conhecendo intimamente o usuário, ou motorista. Uma abordagem focada assume que as pessoas são diferentes, e todas elas têm necessidades particulares que precisam ser atendidas e compreendidas. Dentro deste contexto, sempre devem ser consideradas as necessidades de uso e adequá-las ao nível de desempenho humano desejado.

INTRODUÇÃO

No mercado atual, produtos adequados ao uso são cada vez mais desejados. A facilidade com que um produto pode ser usado em relação a um outro é um diferencial competitivo e um grande argumento de venda. Esta característica pode representar que o produto possui um maior valor agregado, o que culminará com a satisfação do cliente e o retorno sobre o investimento. O desenvolvimento focado no usuário aplica métodos e ferramentas para a identificação das necessidades do usuário, conseqüentemente, potencializa o acesso ao produto, aproximando ainda mais o produto de um sucesso comercial. A vantagem de incluir os métodos voltados ao usuário e ao uso do produto está em garantir que produtos reais possam ser usados por pessoas reais quando estas desejam realizar as suas tarefas no mundo real. Este conceito vai além de criar uma interface fácil de ser usada, ele considera também, a funcionalidade apropriada e o suporte necessário às atividades voltadas ao uso e ao negócio como um todo [1].

Conduzindo esta filosofia e sua aplicação a um mundo aparentemente incompatível com este princípio, o mundo dos automóveis, o estudo que aqui tem início irá

mostrar que isto é possível. Os automóveis modernos possuem inúmeros dispositivos que auxiliam o motorista em sua difícil tarefa de conduzir o automóvel através do tráfego das cidades de forma segura. Porém, estes mesmos dispositivos requerem um mínimo de atenção do motorista – ou usuário se for usado um termo relacionado ao universo dos computadores. A atenção é um recurso essencial quando estamos falando de trânsito. Uma forma de reduzir a atenção necessária ao uso do dispositivo embarcado é facilitar a compreensão do modo como este se oferece ao uso. Uma outra maneira é definir uma interface de uso intuitiva que reduza a chance do motorista cometer erros relacionados ao uso, reduzindo o número de comandos, aumentando a velocidade de resposta às ações de uso e garantindo que as tarefas sejam realizadas de maneira objetiva e precisa. O princípio do uso estabelece exatamente as características necessárias a uma adequada experiência de uso dos dispositivos embarcados nos automóveis: facilidade de aprendizado, tolerância a erros, eficiência e efetividade. A aplicação deste princípio e a adequada avaliação de tais características resultarão em um elevado nível de satisfação a quem usa um produto desenvolvido desta forma.

O PRINCÍPIO DO USO

Segundo D. Norman em “The Design of Everyday Things”, três simples regras podem definir o desenvolvimento de um produto com foco na usabilidade: primeiro, conheça o usuário; segundo, envolva o usuário e sua experiência sobre o uso no desenvolvimento; e terceiro, submeta o produto freqüentemente e iterativamente de modo a permitir uma observação das metas de uso [2]. Os usuários sempre serão a maior fonte de melhoria e inovação para o produto. Em geral, os clientes mais exigentes são os melhores parceiros no aprimoramento de um produto. Os usuários irão sempre utilizar os produtos das formas mais variadas e inesperadas, e este tipo de uso – ou abuso – e os problemas decorrentes disto, são freqüentemente motivo de inspiração para o aprimoramento e diferenciação do produto. Os maiores especialistas em definir os requerimentos de um produto são os próprios usuários. Eles

são profundos conhecedores das metas e tarefas relacionadas ao uso, os problemas e dificuldades em atingir seus objetivos. Porém, os usuários não são bons em expressar, descrever, ou até prever o seu comportamento diante do uso. Daí observa-se a necessidade de unir os conhecimentos da engenharia à experiência dos usuários. De modo geral, os usuários desenvolvem seus próprios conceitos de uso. Seus conceitos nunca serão idênticos aos modelos desenvolvidos pelos projetistas, pois os usuários sempre se comportam de forma indeterminada e surpreendente. O sucesso de um produto focado no cliente está no modelamento de seu uso baseado no envolvimento dos usuários.

A USABILIDADE

A palavra “usabilidade” é comumente utilizada para expressar a capacidade de um produto ser bem utilizado pelos seus usuários, porém, a definição de usabilidade não é tão simples assim. Usabilidade pode ser:

- A usabilidade significa pensar sobre “como” e “porquê” as pessoas usam um produto. Um bom projeto interativo é realizado através do foco no usuário e na realização de suas tarefas. O primeiro passo na direção da criação de um produto adequadamente usável é entender os objetivos do uso, as tarefas a serem realizadas, o processo de uso e o contexto dentro do qual este é usado. O contexto de uso também é normalmente relacionado ao ambiente do uso [3].
- A usabilidade significa focar no usuário. A satisfação do usuário é alcançada quando seus objetivos de uso, seu modelo mental de uso, suas tarefas e seus requerimentos são adequadamente atendidos. A combinação de estudo relacionada ao uso, o projeto e a avaliação do produto através do ponto de vista do usuário são à base de um bom produto [7] [4].
- A usabilidade significa mais que simplesmente “fácil de ser usado”. As características relacionadas ao uso – efetividade, eficiência, satisfação, tolerante a erros e fácil de aprender – descrevem as múltiplas faces do uso. A interface com o usuário evolui através da combinação dessas características, as quais descrevem os requerimentos e a satisfação dos usuários [5] [4].
- A usabilidade significa avaliações sucessivas. A confiança na usabilidade está associada ao retorno das experiências adquiridas através de avaliações do produto dentro de seu ambiente de uso. Acreditar simplesmente na experiência e habilidade do projetista não são suficientes. As avaliações de uso devem envolver pessoas

reais, utilizando produtos (ou protótipos) reais, em situações reais, para que o conhecimento desta observação possa ser aplicado no aprimoramento do produto [6].

OS USUÁRIOS

O conceito e a arquitetura de um produto envolvem as decisões de maior prioridade em um processo de desenvolvimento de um produto. Essas decisões, se tomadas de forma equivocadas, são as que representarão as correções de maior custo no projeto. Se essas decisões afetarem a forma com que o produto será utilizado, o produto poderá se tornar inviável. Por essa razão, os usuários devem ser envolvidos tão cedo quanto possível no processo de desenvolvimento. A sua contribuição pode ser na forma de observações, questionários, grupos de discussões, entrevistas ou na análise da realização de tarefas. Para tanto, os projetistas podem criar modelos de uso de modo a se estabelecer as prioridades de uso e relacionamento. Em geral, os usuários não são bons em articular suas necessidades, descrevê-las ou prever como se comporta o uso. Portanto, a observação em campo do produto é sempre efetiva [4].

Por outro lado, os usuários são bons críticos em relação ao uso, e esta característica deve ser aproveitada de forma inteligente. Simplesmente colocar o usuário em contato com uma nova aplicação e pedir por idéias e melhorias não é suficiente, pois, certamente resultará em um estudo com pouca prioridade. Neste momento é que o protótipo torna-se crucial. Os protótipos com alternativas de uso podem ser submetidos aos usuários, de maneira mais ou menos detalhada. As diferentes alternativas de um mesmo projeto têm por finalidade auxiliar os usuários que os operam, a gerar novas idéias e críticas na direção do aprimoramento do produto.

A partir do momento que o projeto torna-se relativamente estável, a meta agora, é refinar e validar os detalhes do projeto. Testes de uso são mais efetivos quando conseguem determinar o desempenho e a produtividade, como por exemplo, a quantidade de erros cometidos e as suas causas. Surge então, a necessidade de se avaliar o produto de forma repetitiva, e em cada repetição podem surgir oportunidades de aprimoramento [7] [8].

A realização de iterações em uma fase inicial do projeto pode evitar problemas relacionados ao conceito do projeto, evitando-se assim, elevadas somas de recursos para a sua correção. Os ciclos de iterações devem ser iniciados o mais cedo possível, através de modelos e protótipos, permitindo uma rápida atualização do processo de uso. Toda iteração deve objetivar um resultado esperado de modo a aprimorar o projeto, caso contrário, corre-se o risco de não se prever o momento de se interromper o ciclo de iterações, perdendo-se assim o foco no processo de uso.

O CICLO DA ENGENHARIA DO USO

Basicamente, o ciclo da engenharia do uso é constituído por quatro etapas. As etapas iniciais de coleta das necessidades dos usuários são acompanhadas de uma série de ciclos de iterações entre prototipagem e testes de uso antes da implementação final do projeto. Mesmo após a implementação, melhorias futuras podem ser observadas durante a exposição do produto ao campo, o que deverá ser sucedido por novos ciclos de iteração e possível atualização de versão [6].

PLANEJAMENTO

Objetivamente, o planejamento tem por finalidade garantir que as atividades relacionadas à usabilidade sejam efetivamente incorporadas ao projeto e ao processo de desenvolvimento, em sua fase inicial, e de maneira a contribuir para o objetivo do negócio.

O planejamento permite o gerenciamento individual das atividades do projeto, bem como as regras gerais que delimitam a usabilidade em questão. Ele define os objetivos do uso requeridos de projeto da interface do produto garantindo sua eficiência, efetividade e satisfação. A ISO 13407 é um ótimo apoio a este tipo de processo de desenvolvimento.

O plano envolve as definições e as tarefas relacionadas ao desenvolvimento de produto focado no usuário. Para tanto, relatórios de projeto devem ser criados de modo a controlar o andamento das atividades, monitorarem as ações de desenvolvimento e garantirem o seu cumprimento dentro do tempo estabelecido. Todo este cuidado permite a coordenação do trabalho, facilita o acesso ao progresso do projeto e a priorização com eficiência dos recursos disponíveis. Vale lembrar que em um desenvolvimento focado no usuário, os ciclos de iteração são a razão do projeto. Portanto, a realização das atividades dentro do tempo correto garante um excelente resultado do produto final, uma vez que o sucesso da fase seguinte depende dos resultados – no tempo adequado – da fase anterior.

O planejamento também envolve a análise do custo-benefício aplicado ao desenvolvimento focado no usuário. A análise econômica permite localizar adequadamente o produto e o projeto dentro dos objetivos do negócio e dos requerimentos da organização. Neste momento, torna-se necessário incluir os competidores e os seus produtos na análise.

A análise dos competidores permite identificar suas fraquezas e suas vantagens competitivas. A metodologia empregada nesta análise envolve colocar as

pessoas-chave do projeto em contato com os produtos da concorrência para a identificação do contexto de uso, das tarefas e dos planos de uso adotados. Durante a análise dos competidores é fundamental manter o foco no uso do produto e no atendimento das necessidades dos usuários, e não na tecnologia empregada pela competição. Normalmente, esta perda de foco pode representar desperdício de tempo e desvio no tratamento dos requerimentos perigoso para o sucesso do produto.

REUNINDO OS REQUERIMENTOS

Um produto desenvolvido a partir da ótica do uso deve ser iniciado pela coleta das necessidades de um usuário, ou grupo de usuários. A fonte primária de requerimentos advém da observação dos usuários em realizar suas tarefas e prioridades de uso. A observação é relevante no estudo do modo como o usuário realiza sua atividade, especialmente quando ele não tem ciência do meio-ambiente, das falhas a que a realização da atividade pode estar sujeita e de suas exceções. Neste caso, a inovação do produto e seu uso podem ser valorizados. A observação também pode dar ao projetista acesso ao modo informal com que determinada tarefa é realizada e contextualizando o uso e suas interações com outros produtos e o ambiente.

O projetista também pode ter acesso a seções de entrevistas com os usuários sobre a forma como a tarefa é realizada. Tipicamente, esta iniciativa gera novos pontos de observação do uso, permitindo com que o foco do desenvolvimento seja alterado e aprimorado. A análise das tarefas, normalmente, envolve uma detalhada e formal interação com o usuário. O projetista deve solicitar ao usuário que realize uma tarefa enquanto descreve “como” e de que “modo” a realiza. Uma forma bastante utilizada na análise de tarefas recorre a pares de usuários realizando suas atividades e interagindo entre si. Folhas de processos de usos devem conter o contexto de uso, as atividades e os possíveis resultados das interações, de modo a gerar uma documentação disponível a qualquer fase do ciclo de desenvolvimento.

De maneira geral, as atividades abaixo podem ser combinadas na fase de levantamento dos requerimentos dos usuários [9] [10]:

- Estudo observacional (observação dos usuários);
- Investigação do contexto;
- Estudo das diferenças individuais;
- Análise das tarefas;
- Uso de objetos;
- Questionário, entrevista e pesquisa;
- Outros.

Como resultado das análises e métodos anteriores, pode ser observado os seguintes produtos [3]:

- Regras e tarefas relacionadas;
- Seqüências de eventos e relacionamentos;
- Objetos envolvidos nas tarefas e seus atributos de uso;
- Reações dos usuários e seu comportamento;
- Modos de falhas.

O PROJETO

O objetivo desta fase é criar o produto e desenvolver o projeto da sua interface baseado nas especificações dos requerimentos coletados na fase anterior. O amadurecimento do projeto ocorrerá através do processo iterativo de avaliações e testes, os quais poderão resultar em re-projeto e, conseqüentemente, no sucesso do produto. Para tanto o projetista pode relacionar as tarefas e etapas do projeto utilizando as técnicas abaixo:

- Aplicar guias de projeto de acordo com a solicitação do projeto;
- Recorrer aos guias de práticas e banco de dados referenciados ao projeto em questão;
- Analisar diferentes conceitos através de projetos paralelos;
- Estudar as alternativas de projeto através do método da espiral;
- Avaliar as alternativas de projeto através do desenvolvimento de protótipos.

OS PROTÓTIPOS

A captura dos requerimentos do usuário, obviamente, demanda o seu envolvimento. No entanto, desenvolver o produto somente através das necessidades do usuário, certamente comprometerá o sucesso do produto. É preciso ir adiante ao desenvolvimento, permitindo que o processo de avaliações e repetições do uso seja viabilizado através do emprego de protótipos. Os protótipos são a garantia de manter o usuário no centro do desenvolvimento enquanto o produto é mais bem detalhado. Na prática, os usuários pouco se importam com especificações técnicas, preferindo experimentar e criticar o produto de forma física – o que é mais próximo de sua realidade [11]. Os tipos de protótipos são divididos em dois, quando nos referimos ao momento que estes são introduzidos no processo de desenvolvimento:

- Protótipos avançados: relacionados às simulações e avaliações por especialistas;
- Protótipos evolutivos: relacionados a testes de validação e testes de uso real por usuários reais.

Os protótipos avançados são utilizados para se avaliar o projeto, auxiliam na compreensão das necessidades dos usuários e oferecem aos projetistas a oportunidade de experimentarem diferentes alternativas e soluções de projeto. Normalmente, este tipo de protótipo é barato, rápido de se implementar, parcial e descartável. Os protótipos avançados não devem ser representativos. Podem ser baseados em “mock-ups”, simulações por métodos computacionais simples e baratos ou até mesmo através do uso de “papel e lápis”. Sua importância concentra-se na necessidade de colocar o avaliador em contato com o produto em desenvolvimento o mais rápido possível, além de oferecer uma interface simples e inacabada, porém, que não requer um longo período de treinamento e aprendizado. Produzir um protótipo de alta qualidade e complexidade neste momento do desenvolvimento mostra-se inapropriado, uma vez que os esforços de sua preparação podem levar os projetistas a perderem o foco no projeto principal, preocupando-se com pequenos detalhes [10].

Os protótipos evolutivos são utilizados no refino de um produto em sua fase final, normalmente eles são complexos e mais caros que os protótipos avançados [12]. Quando o projeto principal está relativamente estável, ou quando a meta principal do desenvolvimento é atingida, um protótipo representativo deve ser preparado de modo a permitir o detalhamento e evolução do produto em direção a sua conclusão. Em linhas gerais, este protótipo é bastante robusto, confiável e deve atender aos requisitos de qualidade desejados. Os usuários alvo do produto devem testá-los e criticá-los iterativamente, uma vez que ainda existirão certas questões ligadas à interface que poderão ser aprimoradas e afetadas pelo uso contínuo, de maneira mais próxima à realidade [13].

Para auxiliar o projetista na difícil tarefa de representar no laboratório as condições o mais próximas possível da realidade, podem ser aplicadas as mais variadas técnicas e ferramentas virtuais para a criação de modelos e simuladores de uso, entre elas [9] [10] [14]:

RAD: ferramenta de aplicação e desenvolvimento rápido (do inglês “rapid application development”) é largamente empregada no desenvolvimento de aplicações em “software”, pois empregam elementos visuais e gráficos no preparo da interface com o usuário. Em geral, esta ferramenta utiliza linguagem Delphi, C++ ou Java como fonte do código do programa em questão.

UIMS: (do inglês “user interface management system”) é um ambiente de desenvolvimento e construção de interface com o usuário, onde tipicamente são encontrados sistemas gráficos, ícones e símbolos, editor de esquemas, várias linguagens de programação e suporte a diferentes sistemas operacionais empregados no desenvolvimento em larga escala.

GUI: (do inglês “graphical user interface”) é uma interface de uso que apresenta a informação de modo gráfico, tipicamente através de janelas do tipo “clica-e-arrasta”, botões e ícones.

Programação orientada ao objeto: é uma técnica de programação e uma característica da linguagem de programação associada a interfaces gráficas. A programação orientada ao objeto trata os itens da interface como “objetos” pertencentes a uma dada categoria relacionada a uma funcionalidade similar, chamada de “classe”, que por sua vez, estão organizadas hierarquicamente.

Simulador: é o conjunto de técnicas e ferramentas de programação que auxiliam no desenvolvimento de protótipos que criam a realidade de maneira virtual. O simulador permite uma rápida observação dos elementos da interface e do seu comportamento básico. Sua vantagem está em permitir a compreensão da interatividade e na obtenção da capacidade do sistema completamente implementado. Estes protótipos são úteis na determinação da meta do uso, uma vez que podem ser aplicadas em testes de uso, aumentando, assim, a oportunidade de se expor as fraquezas do sistema em uma fase preliminar.

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

A avaliação de uso é uma classe de inspeção do produto realizada por um especialista, ou grupo de especialistas na área de usabilidade, com a finalidade de criticar e examinar a interface. Na inspeção avaliativa, o especialista investiga o produto através da combinação de regras ou guias relacionados às metas de uso definidas no início do projeto e pela caracterização da forma com que o usuário realizará o uso, uma vez que o produto encontra-se em uma fase preliminar e não contém todos os componentes relacionados ao uso completamente desenvolvidos.

Em geral, este tipo de avaliação está vinculado à inspeção aplicada a modelos computacionais ou simuladores virtuais de função analisado de maneira menos formal.

TESTES DE USABILIDADE

Testes de uso incluem métodos os quais usuários reais avaliam o produto. O objetivo maior dos testes é desvendar os problemas que os usuários podem encontrar durante a utilização do produto em uma fase avançada do seu desenvolvimento, de modo a corrigirem falhas e aprimorar a interface com o usuário, antes de seu lançamento no mercado.

Uma forma típica de realização de testes e inspeções de uso é representada por usuários que realizam

uma série de tarefas utilizando protótipos evolutivos enquanto observadores anotam o que cada usuário faz e comenta. Nestes testes são coletados dados referentes à condução que o usuário dá ao processo de uso do produto de modo a realizar determinada tarefa; assim, são levantados os erros cometidos, quando e onde existe confusão na utilização do produto ou o usuário sente-se frustrado por alguma impossibilidade de realizar a tarefa, a velocidade de aprendizado e o quanto rápido a tarefa é completada, e por fim, o nível de satisfação atingido durante a experiência.

INSPEÇÃO DE QUALIDADE

A inspeção de qualidade é a etapa de inspeção de conformidade da usabilidade e validação final dos requerimentos necessários ao atendimento das metas de uso. Esta etapa está localizada imediatamente anterior a liberação do produto para que seja produzido. O produto é confrontado com as especificações, especialmente com relação à funcionalidade e robustez a erros, uma vez que estas características afetam drasticamente a usabilidade. O objetivo da inspeção de qualidade é garantir que o produto tenha sido desenvolvido de acordo com as definições do planejamento inicial.

Porém, não é uma tarefa simples traduzir a expectativa do usuário – que pode ser entendido como a qualidade percebida pelo usuário – em características de qualidade [17], pois a percepção final do usuário é influenciada por:

- Qualidade do processo de desenvolvimento;
- Os fatores humanos e sociais;
- Os fatores organizacionais;
- A arquitetura do produto e conceitos empregados;
- A qualidade dos componentes;
- A qualidade da documentação e artefatos em geral.

Desta forma, a inspeção de qualidade do produto pode ser auxiliada pela aplicação da norma ISO/IEC 9126 que define a qualidade do produto, especificando seis características [15]: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenção e portabilidade; que por sua vez, estas características são decompostas em 29 sub-características.

Ainda assim, não há um método formal ou técnica que especifica como medir a qualidade. O inspetor de qualidade deve concentrar a sua atenção nas características e sub-características de uso que melhor se adaptam ao produto em questão, e em como coletar, ou quantificar, o dado referente à característica. O grau de importância de uma característica ou sub-característica deve ser considerado na inspeção de qualidade. Assim sendo,

adotaram-se três dimensões distintas para a obtenção do deste grau de importância [16]:

- O domínio da aplicação: corresponde ao conjunto de características peculiares da aplicação, definindo-se um conjunto de atributos da qualidade e seus processos de inspeção;
- A função arquitetural: distribuída pelas camadas de interface, negócio, dados e fatores organizacionais, envolvendo seus níveis de interação;
- O nível de abstração: o componente pode ser reutilizado, por exemplo, na forma de especificação, projeto ou código (etapas do ciclo de vida do produto).

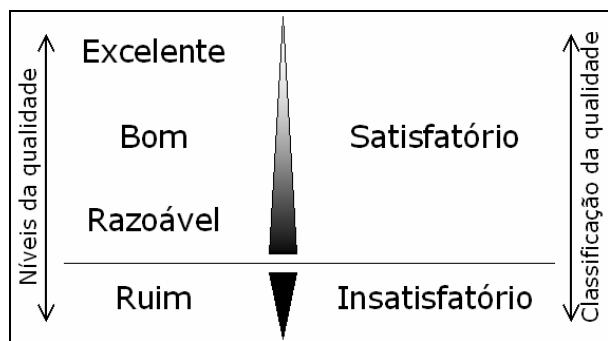


Figura 1 – Níveis e classificação da qualidade do uso [32].

A quantificação da métrica tem por objetivo reduzir a parcela de subjetividade na determinação na qualidade de uso. Os resultados da quantificação da métrica são valores estabelecidos em uma escala que varia em quatro níveis, conforme sugerido na ISO/IEC 9126: excelente, bom, razoável e ruim [15]. Os três primeiros níveis são classificados como satisfatórios e o último como insatisfatório (figura 1).

PRODUTO FINAL

O núcleo do processo de desenvolvimento de um produto voltado ao seu uso, está no ciclo gerado pela iteração dos protótipos e inspeções. Entretanto, as metas e objetivos de uso idealizados no início do projeto serão implementados, demandando uma quantidade enorme de investimentos em preparação, produção, vendas e manutenção.

A implementação de um produto pode ser vista como a evolução natural do ciclo de iterações dos protótipos e inspeções, movendo-se do laboratório ao mercado de consumo. Todo produto pode ser resumido como um conjunto de hipóteses satisfatoriamente testadas, economicamente viáveis [18] e dentro do prazo estabelecido no início do planejamento. Em alguns casos, o

prazo de liberação do produto pode ter forte influência dos testes e validações de usabilidade, uma vez que os resultados encontrados nessa fase podem influenciar diretamente a forma como o produto é usado. Uma forma de conduzir os testes e validações de uso com o mínimo de impacto no prazo de implementação do produto é categorizar os seus resultados em ações de curto e longo prazo. As ações de curto prazo são aquelas que são determinantes ao sucesso do produto no momento de sua liberação no mercado e podem ser incluídas no projeto sem impacto no prazo de lançamento. As ações de longo prazo são aquelas que requerem estudos mais aprofundados, impactam diretamente a meta de investimento inicialmente estabelecida, afetam o prazo de lançamento e não são determinantes no sucesso do produto no mercado. As ações de longo prazo podem ser entendidas como uma evolução do produto pós-lançamento [6].

Obviamente, se os testes e validações detectarem um problema catastrófico relacionado à usabilidade, o gerenciamento do projeto deve ser informado de modo a estabelecer um prazo realista de resolução do problema e determinação do impacto no negócio de modo a recolocar o produto dentro da meta de uso. Em acontecendo isto, o processo de desenvolvimento deve ser reavaliado [12].

UMA PROPOSTA DE CICLO DE ENGENHARIA DO USO

Determinar como integrar a usabilidade ao ciclo de desenvolvimento do produto é uma questão que deve ser discutida particularmente por cada companhia que decidir aplicá-la. Devem ser consideradas as características relativas ao desenvolvimento propriamente dito, a cultura da corporação e pelo relacionamento das pessoas envolvidas no projeto [19]. As atividades do ciclo da usabilidade são correspondentes as fases do ciclo de desenvolvimento do produto e devem ser iniciadas nas fases preliminares, onde os ganhos são maiores a custos relativamente baixos [12]. O ciclo de engenharia do uso proposto pode ser observado na figura 2.

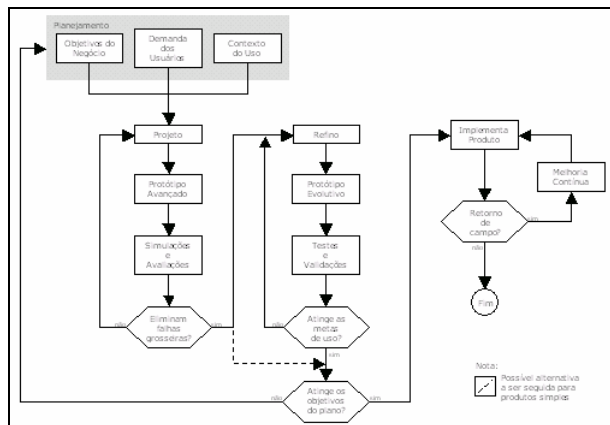


Figura 2 – Ciclo de engenharia do uso

PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS E O CICLO DO USO

O processo de desenvolvimento de veículos aqui estudado é baseado nos conceitos da QS9000, uma reunião das grandes empresas automobilísticas Norte Americanas para a unificação dos seus processos de qualidade, introduzido no ano de 1994. Posteriormente, uma revisão foi criada em 1995 para a inclusão de novas empresas e afiliadas européias. A QS9000 é dividida em três seções tais que, a primeira, define os requisitos especificados na ISO 9001; a segunda, estabelece os requisitos para a sistemática do desenvolvimento de produtos APQP (do inglês “advanced production quality planning”) e do processo de aprovação do produto PPAP (do inglês “production part approval process”); e, finalmente, dos requisitos específicos de cada montadora [20].

O APQP é a metodologia para a implementação do produto dentro de etapas e prazo estabelecidos de maneira tal que a satisfação do cliente final seja atingida. Uma grande contribuição da metodologia APQP é garantir a comunicação através das diversas áreas envolvidas no processo de desenvolvimento do produto e do gerenciamento das atividades relacionadas aos fornecedores, desde a sua qualificação e contratação até a aprovação de partes e colocação destas na linha de produção [21]. As seções que compõem a estrutura do APQP são:

- Planejamento e definição do programa;
- Verificação do projeto e desenvolvimento do produto;
- Verificação do projeto e desenvolvimento do processo;
- Validação do produto e do processo;
- Análise do campo e ações corretivas.

A figura 3 ilustra como as seções que compõem o APQP se inter-relacionam.

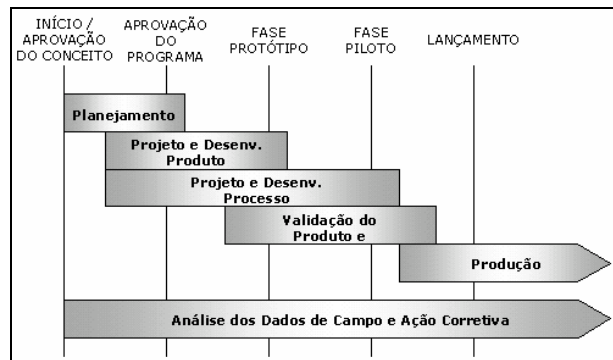


Figura 3 – Processo de implantação do APQP [21].

O processo de desenvolvimento de veículos é chamado de VDP (do inglês “vehicle development process”), o qual é um instrumento de integração aplicado ao controle das atividades de planejamento, concepção, desenvolvimento, manufatura, lançamento, comercialização e assistência técnica dos produtos, através do controle de datas e funções [22].

O processo VDP está dividido em quatro fases distintas:

- Planejamento;
- Desenvolvimento;
- Execução;
- Produção.

O conjunto de todas as fases de desenvolvimento do veículo é chamado de programa. Um programa é a reunião das etapas de execução de um projeto, limitadas por um determinado prazo de entrega e garantidas pela viabilidade técnica, financeira, legal e social do produto.

Cada fase do projeto é dividida em subfases: arquitetura e projeto, conceito e estrutura, integração e validação e por fim, a produção e as atividades relacionadas ao lançamento. Ao início de cada fase é realizada uma reunião, onde é verificado se todos os parâmetros requeridos pelo programa, até aquele momento, foram atendidos corretamente por parte de todos os departamentos envolvidos. Esta reunião é chamada de “gate” e pode ser entendida como um ponto de verificação de atividades [22].

Retomando o fluxo de atividades proposta para o ciclo de engenharia do uso, de modo geral, temos as seguintes fases envolvidas:

- Plano de uso;
- Qualificação e estudo do contexto
- Fase dos protótipos avançados;
- Fase dos protótipos evolutivos;
- Testes e validação;
- Implementação e lançamento.

Quando confrontamos ambos os conjuntos de atividades, do processo de desenvolvimento de veículos e do ciclo de engenharia do uso, encontramos uma co-relação imediata como pode ser esquematizada pela figura 4.

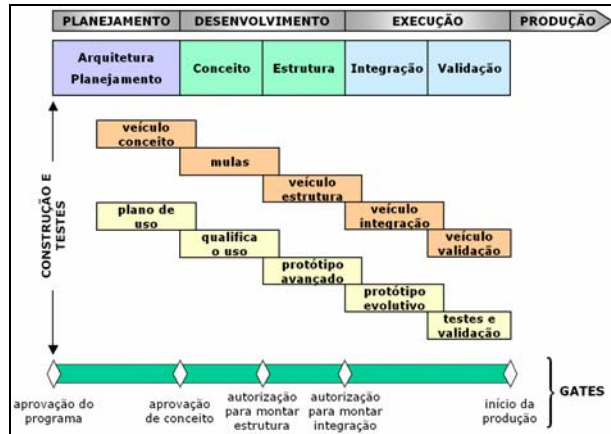


Figura 4 – Composição do processo VDP com as atividades da engenharia do uso [22].

A seguir, temos um paralelo entre as fases do VDP e o ciclo da engenharia do uso [22]:

- **Arquitetura e planejamento:** o objetivo é avaliar os recursos disponíveis na organização diante das informações que irão orientar a caracterização do produto a ser desenvolvido, além de sua viabilidade. Do ponto de vista do uso, a caracterização do produto pode ser relacionada às condições do uso do produto, assim como o perfil do usuário. É nesta fase, que a organização deve procurar estabelecer as metas para que os requisitos de usabilidade sejam garantidos e considerados no decorrer do desenvolvimento;
- **Conceito:** fase onde o desenvolvimento do veículo é iniciado assim que o conceito, ou tema, do projeto é definido em relação à expectativa do mercado. A informação relativa à percepção do mercado é coletada através de estudos de tendências estéticas, faixa de mercado desejado e sua cultura própria, clínicas e pesquisas de campo, análise da concorrência. Com relação ao uso, é nesta fase que o grupo de desenvolvimento estabelece os critérios de qualidade a serem atingidos. Nesta etapa, o grupo estuda o contexto do uso e captura os requisitos críticos necessários para o sucesso do produto. A “voz do cliente” e o estudo da concorrência é uma grande fonte de informação para a qualificação do uso. É nesta fase também, que as várias alternativas de projeto são concebidas e modeladas;

- **Estrutura:** fase onde são tomadas as decisões sobre o projeto, principalmente, referente à estrutura do veículo. Normalmente, é neste momento, que os componentes que requerem maior investimento e prazo de preparo são iniciados. Já do ponto de vista do uso, é o momento onde os especialistas em usabilidade devem tomar a decisão sobre qual é a melhor solução de uso para o produto em questão, traduzindo os requerimentos do uso em especificações de engenharia. O uso de protótipos avançados é a ferramenta principal do projetista para a verificação das atividades relacionadas ao uso e posterior aprimoramento do produto;
- **Integração:** fase onde todas as decisões de projeto já estão finalizadas, os fornecedores estabelecidos e o processo produtivo detalhado. O desenvolvimento do veículo e de seus subsistemas atinge o amadurecimento e a estabilidade do ponto de vista do programa. Não diferente, o processo de uso também se encontra estabilizado e maduro o suficiente para que os protótipos evolutivos sejam iniciados. Nesta fase, os testes de uso são realizados com o objetivo de confirmar as metas de uso através da exposição do produto ao uso real;
- **Validação:** é nesta fase que o produto e o processo são validados e certificados do ponto de vista técnico, comercial, produtivo e legal. Já a inspeção da usabilidade deve ser realizada segundo os critérios de qualidade do uso inicialmente definidos para o projeto – adequação ao usuário e suas expectativas;
- **Produção e pós-venda:** é o ato de se fazer as coisas que serão negociadas ou comercializadas, após a conclusão do projeto e validação do produto. De modo geral, um produto só entra em produção quando todos os requisitos – técnicos, legais, econômicos, financeiros e organizacionais – são atingidos. Na seqüência, entra a fase de pós-venda, onde o produto é exposto ao mercado, onde oportunidades de melhorias será a matéria-prima para o aprimoramento do produto.

CONCLUSÕES

A ergonomia já faz parte do projeto de veículos desde há muito tempo, oferecendo soluções relacionadas ao conforto e a redução da carga física sobre o motorista em sua tarefa de guiar o veículo. Em seguida, o projeto automotivo evoluiu a ponto de considerar a característica humana como uma das metas de projeto a serem atendidas. E mais recentemente, o desenvolvimento de veículos agregou ao seu vocabulário, expressões como fator de uso,

carga psicológica, interface homem-máquina, interação homem-computador e desenvolvimento focado no uso. Até aquele momento, estes termos eram utilizados somente na área de tecnologia da informação. Ou seja, o mundo da usabilidade chegou ao interior dos veículos modernos junto com os sistemas informatizados embarcados. Porém, dirigir um carro não é igual a operar um computador, ou seja, as informações não podem ser tratadas da mesma forma.

O artigo aqui apresentado mostrou como um dos ramos da ergonomia moderna concilia os princípios da usabilidade e do desenvolvimento focado no usuário aos processos de desenvolvimento de veículos automotivos. No entanto, este trabalho pode ser resumido na compreensão em como o usuário (motorista) e o ambiente a sua volta (trânsito) influenciam o uso (do veículo e seus dispositivos). Em qualquer projeto, onde a característica humana está envolvida, existe uma parcela objetiva e uma parcela subjetiva. Na parcela objetiva, as regras e guias de projeto, as normas ISO/IEC e as especificações de projeto mostram-se suficientes. Porém, quando a subjetividade entra em cena, nem sempre os guias de melhores práticas podem atender todas as necessidades do projeto. Portanto, os maiores especialistas em definir os requerimentos de um produto são os próprios usuários. Eles são profundos conhecedores das metas e tarefas relacionadas ao uso, os problemas e dificuldades em atingir seus objetivos. Porém, os usuários não são bons em expressar, descrever, ou até prever o seu comportamento diante do uso. Daí observa-se a necessidade de unir os conhecimentos da engenharia à experiência dos usuários. De modo geral, os usuários desenvolvem seus próprios conceitos de uso. Seus conceitos nunca serão idênticos aos modelos desenvolvidos pelos projetistas, pois os usuários sempre se comportam de forma indeterminada e surpreendente.

Por fim, a proposta de aplicar a usabilidade ao universo automotivo é trazer à discussão o ponto de vista do motorista perante o uso dos dispositivos embarcados, uma vez que a interação com estes sistemas é uma tarefa secundária para o motorista; dirigir é a principal. Observar o princípio do uso viabiliza a oferta de sistemas que não desviem, ou desviem pouco, a atenção do motorista quando o veículo está em movimento. A aplicação do estudo das características humanas e da usabilidade é fundamental para a escolha da melhor modalidade sensorial a ser utilizada na apresentação dos estímulos ao motorista, transformando a atividade de dirigir um ato mais seguro e confortável.

REFERÊNCIAS

- [1] BEVAN, N. **Cost Benefit Analysis**. Serco Usability Services. Teddington, 2000.
- [2] NORMAN, D. **The Design of Everyday Things**. Doubleday. New York, 1990.
- [3] THE INTERNATIONAL ENGINEERING CONSORTIUM. **Proforum Tutorial**. Disponível em <www.iec.com>. Acesso em novembro de 2004.
- [4] CURSON, I e BEVAN, N. **Planning and Implementing User-Centred Design**. National Physical Laboratory, Usability Services, Crown. Teddington, 1998.
- [5] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Norma ISO 9241, parte 11: Requerimentos de ergonomia para trabalho em escritório com terminal de vídeo – guia da usabilidade**. Genebra, 1998.
- [6] ROSENBAUM, S. **Usability Evaluations versus Usability Testing**. IEEE Technical Paper, volume 32, número 4, 1989.
- [7] QUESENBERRY, W. **What Does Usability Mean: Looking Beyond 'Ease of Use'**. 48ª Conferência Anual da Sociedade de Comunicações Técnicas (Society for Technical Communication - STC). San Francisco, 2001.
- [8] REDISH, G. **Usability Interface – Six Tips to Ensure a Successful Usability Test**. Usability & User Experience Community Newsletter, edição de fevereiro de 2005. Washington, 2005.
- [9] DIAMOND BULLET DESIGN. **Usability First**. Disponível em <1st.diamondbullet.com>. Acesso em janeiro de 2005.
- [10] USABILITY NET. **Usabilidade: Ferramentas e Métodos**. Consórcio da União Européia para Ergonomia e Usabilidade. União Europa. Disponível em <www.usabilitynet.org>, acessado em fevereiro de 2005.
- [11] MANSUROV, N.N. e VASURA, D. **Scenario-based Approach to Rapid Prototyping of HMS**. SAE Technical Papers Series. Warrendale, 2001.
- [12] MAYHEW, D.J. **The Usability Engineering Lifecycle**. Deborah J. Mayhew & Associates. Boston, 2004.
- [13] SOUZA, F. e BEVAN, N. **The Use of Guidelines in Menu Interface Design: Evaluation of a Draft Standard**. IFIP Interaction'90. London, 1990.
- [14] ERGONOMICS METHODS AND TOOLS. **Infopolis – European Commission Telematics Application Programme / University of Limerick**. Disponível em <www.ul.ie>. Acesso em março de 2005.
- [15] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND INTERNATIONAL

ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **Norma ISO/IEC 9126, parte 1: Engenharia de “Software” – qualidade do produto e modelo de qualidade.** Genebra, 2001.

[16] SIMÃO, REGIS S. e BELCHIOR, ARNALDO D. **Uma Avaliação das Características de Qualidade para Componentes de Interface, Negócio, Dados e Infra-estrutura.** Serviço Federal de Processamento de Dados e Universidade de Fortaleza / UNIFOR. Fortaleza, 2003.

[17] CENTRE OF SOFTWARE ENGINEERING. **Information on Software Product Quality.** Cidade Universitária de Dublin. Dublin. Disponível em <www.cse.dcu.ie>, acessado em fevereiro de 2005.

[18] BIAS, R.G. e MAYHEW, D.J. **Cost-Justifying Usability.** Boston Academic Press, Boston, 1994.

[19] BACHMANN, K. **Where does usability fit in the development life cycle?** Seascope Consulting – UPA 2003. Scottsdale, 2003.

[20] FIORAVANTI, A. **Aplicação da Metodologia DFSS em Projetos Automotivos.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

[21] GENERAL MOTORS DO BRASIL. **Desdobramento da Função Qualidade.** Apostila de treinamento. São Caetano do Sul, 1997.

[22] GENERAL MOTORS CORPORATION. **Global Vehicle Development Process.** Disponível em <vdp.gm.com/gvdp> (General Motors intranet). Acesso em março de 2005.