

## A ergonomia veicular do século XX<sup>1</sup>

Reinier Johannes Antonius Rozestraten – Universidade Católica Dom Bosco

### Resumo

A Ergonomia nasceu oficialmente em 1949 na Universidade de Oxford, porém desde o começo do século XX o automóvel já ganhou diversos melhoramentos ergonômicos. Primeiro veio a carroceria e o problema do campo visual do motorista, janelas e espelhos. O motorista necessitava sempre de mais informações sobre seu veículo, o funcionamento de suas partes e sua velocidade. Junto a estas, vieram os requisitos de conforto para os dois sexos, resolvidos com diversas adaptações ergonômicas nos assentos, no espaço para as pernas, na força sobre os pedais e na regulagem da temperatura. Estudos ergonômicos foram realizados para tornar os movimentos mais eficientes e ergonômicos. Por fim, diversas medidas ergonômicas foram tomadas para a proteção do motorista e seus passageiros em caso de acidente e contra os ladrões. Essas medidas ergonômicas melhoraram muito o trabalho do motorista.

*Palavras-chave:* Ergonomia veicular, Carro, Trânsito e ergonomia.

### Vehicle ergonomics in the XX century

#### Abstracts

Ergonomics was officially born at the Oxford University in 1949, but from the beginning of the XX century the automobile undergoes various ergonomic applications. First came the chassis and the problem of the visual champ of the driver, windows and mirrors. The driver must always have more information about his car and the functioning of its parts and its velocity. With all these came also the requirements of comfort for both sex, solved by various ergonomic adaptations of the seat, of space for legs, of force on pedals and temperature regulation. Ergonomic studies were realized to make movements more efficient and ergonomic. Also various ergonomic measures were made for the protection of the driver and his passengers in the case of accidents and against thieves. These ergonomic measures improve very much the driver's task.

*Keywords:* Vehicular ergonomics, Car, Traffic and ergonomics.

### Ergonomía vehicular del siglo XX

#### Resumen

La ergonomía oficialmente nació en 1949 en la Universidad de Oxford pese al automóvil haber tenido mejoras ergonómicas desde principios del siglo XX. Primero la carrocería y el problema del campo visual del conductor, ventanas y espejos. El conductor precisaba a todo momento más informaciones sobre su vehículo, el funcionamiento de sus partes y su velocidad. Justo a eso vinieron los requisitos de la comodidad para los dos sexos, resueltos con varias adaptaciones ergonómicas en los bancos, en el espacio para las piernas, en la fuerza sobre los pedales y en la regulación de la temperatura. Estudios ergonómicos han sido realizados para dejar los movimientos más eficientes y ergonómicos. Finalmente han sido llevadas a cabo varias medidas ergonómicas para la protección del conductor y sus pasajeros en caso de accidente o contra ladrones. Esas medidas ergonómicas han mejorado mucho el trabajo del conductor.

*Palabras clave:* Ergonomía vehicular, Automóvil, Tránsito y ergonomía.

Uma das primeiras contribuições que a ergonomia forneceu ao veículo no século XX foi a carroçaria, pois os primeiros veículos eram abertos. Alguns leitores podem se lembrar dos carros dos anos vinte e o minúsculo vidro traseiro; mesmo com o retrovisor interno a visão para trás era muito restrita. *A visibilidade ou a extensão do campo visual* é um dos pontos ergonômicos mais importantes, pois, o motorista depende das informações do ambiente. Por outro lado, ele também deve emitir suas mensagens para este ambiente, por meio de diversos sinais, claros e inequívocos,

o que se chama a *facilidade de comunicação*. Outro ponto importante é a *facilidade de movimentos*. Os diversos dispositivos que devem ser manipulados com as mãos ou com os pés devem ser de fácil alcance e de fácil movimento. Outro item é o *conforto*: o assento do carro, bem como a altura do volante e a posição dos pedais devem permitir uma postura cômoda. Frequentemente tem-se que viajar num carro fechado e por isso, o veículo tem que ter uma adequada *ventilação* ou ar condicionado, assim como possibilidade de aquecimento e desembaçadores.

<sup>1</sup> Endereço para correspondência:

Rua 2 de Outubro, 62, Bloco. E, apto. 14, CEP 79118-070. Bairro São Francisco, Campo Grande/MS.

E-mail: reinier@terra.com.br

O motorista está trabalhando com u'a máquina que lhe deve fornecer informações a respeito do funcionamento das suas partes. Estas *informações do veículo* devem ser rápidas e confiáveis. Cada veículo está sujeito a ter um acidente, além da "primeira colisão" de um carro contra outro, pode haver uma "segunda colisão", do motorista e dos passageiros contra as partes do interior do carro. Portanto, é necessário que os carros tenham *dispositivos de proteção* em caso de acidente e também a proteção contra roubos.

### 1. A Visibilidade e Campo Visual

#### a) Visibilidade de dia

Uma vez que a quase totalidade das informações chega ao motorista por meio da visão, a visibilidade é de máxima importância. A carroçaria, que nos primeiros decênios do século XX ainda lembrava a carruagem, com uma pequena janela traseira, a partir dos anos trinta foi se transformando numa redoma de vidro. Visão desembaraçada para todos os lados, com limpadores na frente e atrás. Assim, uma propaganda da Volvo (1976) diz que a largura das colunas laterais da frente é menor do que a distância normal entre os olhos de uma pessoa, de tal maneira que os olhos vêem em volta delas.

Mesmo que o motorista, na maioria do tempo, esteja olhando para frente, ele também deve saber o que está acontecendo atrás e aos seus lados. Veio o retrovisor interno, que na medida em que a janela traseira aumentou, deu uma visão bastante ampla do tráfego atrás. Veio depois o retrovisor ao lado esquerdo, o lado por onde o motorista freqüentemente entra no tráfego quando está estacionado, por onde ele sai do carro, e por onde os carros conforme as regras devem ultrapassá-lo. Esse aumento da área visual foi ainda melhorado pelo retrovisor ao lado direito, de maneira que o motorista também tem uma visão sobre o tráfego que está se aproximando quando ele teve que estacionar do lado esquerdo da via e tem que entrar no tráfego pelo lado direito. O conjunto desses três espelhos não cobre, no entanto, todo o panorama atrás do carro. Têm-se as colunas que suportam o teto e que estão entre as janelas laterais traseiras e a janela traseira e que são bem mais largas do que as da frente, provocando o fenômeno do "ângulo morto". Um veículo, especialmente uma moto, pode estar nesse ângulo morto, entre o campo de visão do espelho lateral e o do retrovisor interno. A pos-

sibilidade de um acidente é grande. Uma tentativa para eliminar o "ângulo morto" é o espelho periscópio montado no teto do carro, mas que não "venceu".

Para ampliar mais o campo de visão dos espelhos, colocaram-se espelhos convexos. Estes, no entanto, ao mesmo tempo em que ampliam o campo de visão também dão uma imagem distorcida da distância até o carro que está vindo de trás, parecendo estar mais longe. Isso pode causar acidentes. Mortimer (1971) acha que esta distorção quanto à distância, não constitui um problema sério contanto que o raio da curvatura esteja superior a 75 cm. Shinar (1978) menciona um estudo de Burger (1976) no qual avaliou 12 sistemas diferentes de retrovisores e chegou à conclusão de que quanto maior o campo horizontal do espelho, menos tempo se gasta nele. Os espelhos convexos ofereciam um campo maior, mas também exigiam olhadelas mais freqüentes, para avaliar melhor as distâncias distorcidas, de modo que por fim exigiam mais tempo.

Uma solução intermediária é colar um pequeno espelho convexo sobre um espelho comum, de modo que se tenha um campo de visão ampliado ao mesmo tempo em que se tenham suficientes indícios para avaliar mais exatamente as distâncias, o que se vê aplicado mais nos caminhões do que nos carros de passeio. Outro problema, especialmente em países mais ensolarados, são os filmes escuros sobre as janelas dos carros para diminuir a entrada da luz e impedir a visão para dentro do carro, porém, somente são permitidos com determinado grau de transparência.

#### b) Visibilidade de noite

Falta de iluminação, especialmente na periferia de cidades grandes, obriga às vezes a usar luz alta onde normalmente não seria permitido. As regras são claras, mas a realidade nem sempre corresponde a elas. Muitos veículos, especialmente os mais altos, que sofrem pouco ofuscamento pelos faróis de outros carros, passam sem diminuir seus faróis. Ofuscamento é o efeito de luz forte que entra no olho do motorista e que abaixa sua capacidade de ver, detectar, distinguir e discriminar. Por um momento o motorista fica quase-cego. Todo bom motorista nessa situação procura se defender de algumas formas, nunca olhando diretamente para os faróis dos carros que vem vindo e olhando mais fixamente para o lado direito da estrada. Existem também óculos de sol que reduzem o ofuscamento através de filtros polarizantes, o que poderia

ser combinado com o uso de faróis de luz alta polarizada. A luz polarizada é uma luz que passa por um filtro que faz com que todos os raios se tornem paralelos uns aos outros. Usando um segundo filtro do mesmo tipo, mas virado 90 graus, este último bloqueia os raios que o primeiro deixou passar, afastando o perigo de ofuscamento. Os experimentos a esse respeito já foram realizados por Tsongos e Schwab em 1970 com bons resultados.

Outro sistema é um farol de luz “média”, que gastaria menos luz para o lado esquerdo e iluminaria mais para o lado direito. Conforme Shinar (1978), a visibilidade dos objetos ao lado direito ficaria aumentada em 25%. De acordo com as pesquisas de Mortimer (1971) a intensidade de ofuscamento de um carro vindo com faróis médios seria a mesma do que se estivesse com faróis de luz baixa. Esse tipo de faróis faz com que os sinais ao lado direito sejam vistos a maior distância, aumentando assim o tempo para eventuais reações. Infelizmente, esses dispositivos ergonômicos não entraram em uso. Uma outra maneira de aumentar a visibilidade, especialmente nas curvas, é um farol que gira junto com o volante, e que ilumina assim a curva à frente.

## 2. A Comunicação

Quando o motorista está isolado no seu carro, falar com outros motoristas é praticamente impossível. Apesar disso, ele precisa se comunicar para informar aos outros quais são as suas intenções na direção de seu veículo. Em primeiro lugar temos os faroletes pisca-pisca, que tanto na frente quanto atrás indicam claramente o tipo de conversão que o carro vai fazer. O pisca-pisca, por causa de sua intermitência, chama mais a atenção que o antigo indicador de seta usado nas primeiras décadas do século XX. É lamentável que ainda haja motoristas que não sabem como fazer funcionar o pisca-pisca para a direita ou para a esquerda. Aqui talvez pudesse ser dada uma solução ergonômica mais adequada, uma alavanca em posição horizontal, cujo desvio para a direita acende o pisca-pisca ao lado direito e o desvio para esquerda o do lado esquerdo. Pode se perguntar se a altura em que está colocado o pisca-pisca é ideal. Para o carro que segue a luz do pisca-pisca e a do freio podem estar muito baixo; um pisca-pisca à altura do teto ou um pouco abaixo, talvez fosse mais visível.

Os faroletes vermelhos traseiros sem dúvida são importantes à noite, principalmente na estrada, para

indicar ao motorista que segue a posição e os movimentos do carro a sua frente. O único inconveniente quanto à cor é que conforme as pesquisas de Safford, Rockwell & Banasik (1970) faroletes vermelhos parecem estar mais distantes que faroletes azuis ou verdes, o que pode facilitar batidas traseiras à noite.

Mais criticável ainda é o sistema de luzes de freio atual. Principalmente à noite, o uso do freio é indicado por luzes vermelhas, perto ou até junto dos faroletes que indicam a posição do carro. Provavelmente uma mudança de cor para verde ou azul seria mais bem notada. Os estudos psicofísicos de Stevens & Stevens do ano 1963 já tinham demonstrado que nossa capacidade para julgar diferenças na intensidade de luz não é muito boa. Para ver subjetivamente o dobro de uma intensidade, deve-se aumentá-la dez vezes. Uma boa solução que torna a luz do freio mais visível para o motorista que segue, é a luz do freio quase na mesma altura dos olhos dele, na parte de cima ou de baixo da janela traseira. O uso desta luz foi determinado como obrigatório pelo CONTRAN em 1990, mas não há sanções para seu não-uso, nem entrou no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Outra dificuldade é a luz de freio, que é a mesma se o motorista freia um pouco ou se ele dá uma freada brusca e funda. Ela não informa sobre o grau da frenagem, e esse pode ser um dado importante para quem segue. Diversos sistemas foram propostos. Rockwell e Treiterer realizaram um estudo em 1968 comparando dois diferentes sistemas de freio com o que atualmente é usado. O primeiro era o “*trilight*”, vermelho para o freio, amarelo quando se quer encostar, e verde que indica que se está com o pé no acelerador. O segundo chamado AID (*acceleration information display*) consiste de duas fileiras de lâmpadas ou faroletes, uma vermelha e outra verde, para indicar respectivamente os níveis de desaceleração e de aceleração. No entanto, não detectaram diferenças na resposta de frear entre esses sistemas e o sistema atual quando o carro que ia à frente realmente freava. O resultado desse estudo é criticável, pois os participantes sabiam que era um experimento e por isso ficaram mais alerta.

Voevodsky (1974) trabalhou com um sistema que além de informar sobre a força da freada também chamava mais a atenção. Usava uma série de luzes amarelas que acendiam progressivamente na medida em que a força da frenagem aumentava. A intensidade dessas luzes amarelas era quatro vezes maior do

que a intensidade dos faroletes de freio normais. Ele realizou o experimento com 500 taxistas e obteve como resultado uma redução de 50% nas colisões traseiras. Que esse resultado não foi por causa de uma participação consciente num estudo, foi demonstrado pelo fato de que os outros tipos de acidentes não aumentaram nem diminuíram nesse período. Houve, no entanto, uma queixa a respeito da luz muito forte que ofuscava os que seguiam o carro à noite.

Na parte traseira do carro temos ainda a luz da marcha à ré. Sendo uma luz branca, ela ajuda a ver melhor o ambiente atrás do carro para onde está se dirigindo e, além disso, para visualizar pedestres ou mesmo outros veículos. É uma mensagem: “Cuidado, sai do caminho, eu vou para trás”. Constitui um dos pontos que deve ser ensinado às crianças, pois graves atropelamentos podem acontecer porque o motorista não vê a criança.

Outro dispositivo que emite uma mensagem é a luz piscante do alarme. Ao mesmo tempo em que é um alerta para outros veículos, é muitas vezes um pedido de auxílio. Sem dúvida uma aquisição ergonômica bastante útil, mesmo que não seja usada com alta frequência.

### 3. *A Facilidade de Movimentos*

Não são muitos os movimentos que o motorista tem que fazer. No entanto, estes movimentos frequentemente têm que ser executados rapidamente e com total segurança e precisão. Assim, a Volvo, na sua propaganda já mencionada, coloca que “a mão humana é mais acurada do que o pé. Por isso a Volvo colocou o interruptor de luz alta e baixa na coluna de direção em vez de no chão do carro”. O que foi seguido por muitas outras montadoras. Ainda colocou um descanso para o pé esquerdo para que fique no mesmo plano que o pé direito, para reduzir assim a tensão muscular. Também se levou em consideração o tempo que o motorista gasta para levar o pé do acelerador para o freio. Este tempo é suficiente para o carro avançar quase 20 metros numa velocidade de 90 km/h. Por isso a Volvo colocou freios nas quatro rodas, aumentando o potencial de frenagem.

A respeito da capacidade de movimento, os clássicos estudos de Fitts (1954, 1964) mostraram que o tempo de movimento continua o mesmo quando o movimento é feito numa maior extensão, porém, a precisão diminui proporcionalmente. A Lei de Fitts reza que o tempo de movimento fica constante contanto

que a razão  $A/0,5W$  permaneça a mesma, sendo que  $A$  é a amplitude do movimento pretendido, e  $W$  o tamanho de tolerância do erro. Quando se precisa de 0,5 segundo para movimentar uma alavanca na extensão de 10 cm, com uma tolerância de erro de 2,5 cm, então se gasta o mesmo tempo para uma extensão de 20 cm, mas com uma tolerância de erro de 5 cm. A conclusão é que quando se exige a mesma precisão do movimento se gasta necessariamente mais tempo. Conforme Murrell (1969), esta relação recíproca entre extensão e precisão se deve à maneira como fazemos os movimentos: começamos um movimento com uma rápida aceleração passando para um movimento mais uniforme entre os pontos de saída e de chegada, e terminamos com uma desaceleração e “ajustamentos” quando estamos perto do ponto de chegada. Ainda deve se acrescentar, conforme os achados de Jenkins & Connor (1949), que quando a extensão dos movimentos aumenta, se verifica que os acréscimos em velocidade causam um aumento no tempo de ajustamentos no ponto de chegada.

Num estudo a respeito da posição das mãos no volante, constatou-se que a força que o motorista tem que fazer ao dirigir depende da posição das mãos no volante. A melhor posição parece ser aquela de 9-3 horas ou no meio do volante aos dois lados. De acordo com Sanders (1981), nessa posição se teria melhor domínio do veículo mesmo quando estoura um pneu. Um melhoramento bastante grande quanto à diminuição da força aplicada ao volante é a direção hidráulica e até uma diminuição grande de movimentos no câmbio automático.

Outra questão que foi estudada, mas cuja solução infelizmente não foi colocada devidamente em prática, é a distância ideal entre o pedal do acelerador e o pedal do freio. Os movimentos aqui devem ser rápidos e precisos. Os estudos de Drury (1975) e de Snyder (1976), que foram feitos independentemente um do outro, chegaram à mesma conclusão: a melhor distância entre o pedal do acelerador e o do freio deve ser perto de 17,5 cm. No entanto, na maioria dos carros a distância é de 10 cm ou menos, o que faz com que o tempo de movimento seja maior porque o movimento deve ser mais lento para ser preciso.

Quanto à localização de manivelas, interruptores e botões, chegou-se à conclusão que sua localização deve combinar com as expectativas do motorista. A *Society of Automotive Engineers - SAE* (1976) mostrou que há bastante divergência a respeito dessas

expectativas, que foram pesquisadas quanto à localização do dispositivo para abrir o capô do motor e quanto à localização do botão de alarme.

Nas pesquisas a respeito das localizações dos diversos comandos se usam medidas como a frequência do uso, à distância da posição das mãos no volante, a hierarquia na importância da ação e a frequência e duração das olhadelas. As olhadelas, ou as vezes que o motorista tem que olhar para acertar o movimento, podem ser reduzidas por uma localização ao alcance dos dedos, isto é, dentro de 18 cm da posição das mãos no volante. Como vantagens, Moussa-Hanouda e Mourant (1981) e Riemersma e Moraal (1989) mencionam um tempo de reação mais curto e sem necessidade de olhar. A desvantagem é que há uma possibilidade de errar, trocando os botões que estão muito perto uns dos outros. Moussa-Hamouda e Mourant (1981) pesquisaram 5 tipos de dispositivos multifuncionais e verificaram que o tempo de reação para dispositivos que giram, era menor do que para interruptores do painel, mas não havia diferenças nos tempos de movimento para os vários tipos. A porcentagem de erros era de 4%.

Nas pesquisas sobre a força necessária para pressionar os pedais entram diversos fatores, como sexo, idade, perna direita ou esquerda, posição dos pedais e da poltrona, o veículo parado ou em movimento, fadiga e/ou sono, tempo de Carteira de Habilitação, experiência na direção, na estrada ou em ambiente urbano, condições de tempo e de via, dentre outros.

#### 4. O Conforto

A Volvo ofereceu numa propaganda uma poltrona ajustável em oito direções diferentes para satisfazer as exigências dimensionais de 97% da população adulta. A sensação de conforto ou de desconforto é especialmente importante quando se tem que fazer viagens maiores. Não é fácil dizer quais são todos os fatores que entram no julgamento se uma poltrona é confortável ou não. Existem variáveis dinâmicas, como as vibrações e as reações dinâmicas do veículo, como acelerações e solavancos. Além disso, há os fatores espaciais, a acomodação do corpo, o espaço para as pernas e a facilidade dos movimentos necessários, a altura do volante e sua inclinação. A Volvo ainda afirma que a posição sentada coloca mais pressão sobre os discos dorsais do que ficar em pé. Por isso se colocou um suporte lombar ajustável na parte estreita das

costas (Shinar, 1978). Ainda entram os fatores como a temperatura, o barulho do motor, e outros. Como afirmam Riemersma e Moraal (1989), não é muito claro se todas essas variáveis são avaliadas de maneira científica para se poder chegar a um julgamento final. Há também diferenças individuais, o que um julga aceitável outro acha intolerável.

O grau de temperatura, a aeração e a ventilação são fatores importantes para tornar o ambiente no carro confortável, especialmente no Brasil. Felizmente grande parte dos automóveis já tem ar condicionado ou pelo menos uma ventilação. No sul do Brasil, a maioria dos carros tem aquecimento e desembaçadores. Outro dispositivo de aeração muito útil nas viagens é o assento e o encosto de bolinhas de madeira ou de molinhas de ferro revestido com pano, que permitem que o suor evapore, evitando que a roupa fique molhada.

Os pneus com ou sem câmara de ar e a suspensão por molas e amortecedores de fato amortecem muito os solavancos causados pela desigualdade do pavimento, tornando a viagem mais confortável para os passageiros e o motorista. Outro conforto é a direção hidráulica e o câmbio automático.

#### 5. Informações a respeito do Veículo

Vários leitores devem se lembrar do tempo em que os vidros dos mostradores do painel eram retos e refletiam com facilidade as “coisas” iluminadas no carro. Bastava dar uma ligeira inclinação para evitar esse efeito de espelho e tornar as informações dos mostradores mais claras. Os resultados dos estudos ergonômicos dos mostradores na indústria foram aproveitados para os mostradores do carro. Em primeiro lugar, as informações binárias como ligado/desligado, suficiente/falta de..., cheio/vazio, luz alta/luz baixa, aberto/fechado, dentre outros, podem ser mais bem indicadas por pictogramas e com luz colorida. Bastante útil seria uma informação a respeito da pressão dos pneus e sobre a quantidade de combustível usado por 10 km. Shinar (1978) oferece uma sugestão, que é a de uma luz mestra ou luz de aviso geral, que indica que alguma coisa no carro não está funcionando bem. Dessa forma, o motorista fica avisado e pode depois verificar o que está errado. Conforme Mourant e Langolf (1976) essa luz mestra seria especialmente útil para os motoristas mais idosos, para os quais a visibilidade dos diversos dispositivos não é adequada.

Já há algum tempo, tem-se uma preocupação com a diminuição do tempo que o motorista gasta em olhar o painel. A esse respeito inventaram-se algumas maneiras que reduzem esse tempo de pelo menos um segundo, ou quase o eliminam. De acordo com Kerihuel (1990) o tempo pode ser decomposto em três fases:

1) a fase balística, na qual a pessoa movimenta os olhos para o alvo;

2) a fase de adaptação ao ambiente (luminosidade, distância do alvo, profundidade, por exemplo);

3) a fase de leitura, na qual se dá a compreensão e a interpretação da informação.

Convém reduzir o mais possível cada uma dessas fases. 1) Na fase balística conta-se com o movimento do globo ocular, cuja velocidade é superior a 60 graus por segundo. Para reduzir o tempo gasto nesse movimento o alvo deve ser colocado à altura do olho. 2) Na fase de adaptação ao ambiente se usam os mecanismos de acomodação, de convergência binocular, de adaptação à luz e ao escuro e da sensibilidade ao contraste. A acomodação à distância é uma atividade muscular que ao longo do tempo causa uma fadiga visual. A curvatura variável do cristalino determina essa nitidez, mas ela diminui com a idade. A convergência binocular permite enxergar a profundidade e a distância do objeto. A adaptação à luz e ao escuro depende de dois mecanismos. O primeiro é a abertura ou fechamento da pupila. Essa adaptação demora por volta de um quarto de segundo. No entanto, no segundo mecanismo, a adaptação da retina demora bem mais, como se pode verificar saindo de um ambiente bem iluminado e entrando num ambiente escuro. No carro pode haver essa adaptação quando o motorista adapta seus olhos ao ambiente iluminado na estrada e depois olha para o painel relativamente escuro. 3) Na fase de compreensão e interpretação se pede que as características de tamanho dos caracteres, da cor e do contraste sejam as melhores possíveis. Isso favorecerá a tomada de informação, e essa fase é de duração fixa e irredutível, pois depende da “velocidade” do próprio sistema nervoso. Esse tempo pode sim ser aumentado quando a pessoa não tem o conhecimento necessário ou pouca experiência. Os sistemas que tentam reduzir o tempo: estrada-painel-estrada; são três:

1) O sistema Cabeça Para Cima (CPC) conhecido na literatura norte-americana como *Head-Up Display* (HUD).

2) O sistema Cabeça Para Baixo (CPB) conhecido como *Head Down Display* (HDD).

3) O sistema Cabeça Posição Média (CPM).

No sistema CPC, cria-se uma imagem virtual através do pára-brisa a uma distância predeterminada, não além do capô. Assim, os condutores têm permanentemente as informações do painel dentro de seu campo visual, ao olhar para o trânsito. O sistema CPB ou visor de cabeça baixa permite afastar mais a posição clássica das informações do painel e assim reduzir a necessidade de acomodação e de convergência. A imagem virtual parece estar na continuação do painel, mas mais longe, mais ou menos na altura das rodas dianteiras do carro. O sistema CPM é uma posição intermediária entre CPC e CPB.

## 6. Dispositivos de Segurança e Proteção

Trânsito é uma situação de risco. Dois milhões e duzentas mil mortes por ano no mundo inteiro mostram isso claramente. Dessa forma, a atenção dos ergonomistas se voltou para esse ponto, pois um dos objetivos principais da ergonomia é evitar acidentes.

Um dos dispositivos de segurança para os ocupantes do veículo e também para os pedestres e outros veículos em volta é o freio. Freios só nas rodas da frente fazem com que o carro levante a cauda quando se freia, enquanto o contrário acontece quando os freios estão apenas nas rodas de trás. O mais seguro é ter os freios nas quatro rodas. Os freios percorreram uma evolução desde o tempo em que eram somente mecânicos acionados por uma enorme manivela externa ao veículo. Todo carro deve possuir dois tipos de freios, quais sejam, um acionado pelo pedal agindo por meio do fluido de freio sobre as pastilhas por dentro das rodas, e outro, um freio mecânico de mão.

Além dos novos sistemas de freio que não bloqueiam imediatamente a roda, também os pneus foram aperfeiçoados. Estes, sem câmara, já substituíram com sucesso os pneus com câmara. Mas, o que mais interessa é o desenho dos mesmos que pode dar maior aderência ao asfalto, o que é importante tanto nas curvas, quanto na estrada com pista molhada. Dirigindo em estrada molhada convém não ultrapassar os 70 km/h, para evitar hidroplanagem, que torna o carro ingovernável. Nesse caso nunca se deve fazer movimentos bruscos ao volante, mas deixar diminuir a velocidade, seguindo por alguns momentos a direção que o carro está tomando. Na Europa e nos EUA um pneu

é considerado gasto se a ranhura tem uma profundidade menor do que a largura de um fósforo. No Brasil, infelizmente, o conceito de “pneu gasto” para muitos é idêntico ao de “pneu careca”. É bastante compreensível que um pneu careca esteja muito mais sujeito à derrapagem.

Outros dispositivos do carro que visam a segurança do motorista e dos passageiros são aqueles que evitam a “segunda colisão”, quer dizer, a colisão dos ocupantes do carro com o volante, com o pára-brisa ou outras partes do carro, ou mesmo o ser ejetado do carro. Em primeiro lugar, temos o Cinto de Segurança, que começou como um cinto de duas pontas pelo colo da pessoa. No entanto, se viu que a cabeça e grande parte do tronco não estavam protegidas dessa forma. Inventou-se assim o cinto diagonal que protegia essas partes, mas que permitia que a pessoa deslizasse para baixo, ferindo ou quebrando facilmente as pernas. Ambos os cintos eram de dois pontos, ou seja, fixavam-se num ponto aos dois lados. Veio em seguida uma combinação dos dois: o cinto de três pontos, dois ao lado da parede do carro e um no centro. O argumento de que o cinto de segurança dificultaria a saída do carro em caso de incêndio e em caso de cair na água, não tem muito sentido, pois esses casos constituem apenas 0,5 % dos acidentes, quer dizer, em 99,5% dos casos se está melhor com o cinto de segurança do que sem. Além disso, o argumento de que seria difícil soltar o cinto nesses casos também não procede, pois se um simples apertar de botão para destravar o cinto seria difícil, como conseguiria uma pessoa abrir a porta, o que é mais difícil.

As crianças menores de 10 anos devem viajar no banco traseiro do carro, de preferência com cinto e, quando pequenas, presas numa cadeirinha. Em todo caso é absolutamente desaconselhável viajar com o bebê no colo do passageiro ao lado do motorista, mesmo com cinto, pois o choque de uma colisão por meio da inércia faria com que a pessoa não conseguisse segurar e a criança seria jogada contra o porta-luva ou através do pára-brisa. Se o acompanhante ainda estiver sem cinto, a criança poderia ser esmagada entre o corpo do adulto e o porta-luva. Nos anos oitenta, foi difícil tornar o uso do cinto de segurança obrigatório, fato que pode ser atribuído à euforia da “libertação” pós-ditadura. A partir dos anos noventa temos o *airbag*, que se enche automaticamente em caso de colisão. Hoje está disponível também para os motociclistas.

Tem-se pensado também nos pedestres, que são as pessoas mais vulneráveis no trânsito, e que muitas vezes quebram as pernas em contato com o pára-choque metálico do carro, em caso de atropelamento. Por isso se fizeram os pára-choques de material mais elástico, mesmo que isso pouco resolva em colisões com o veículo acima de 20 km/h.

A aplicação de radar que pára o carro a determinada distância de um objeto não pertence mais ao mundo dos sonhos, mas sua aplicação geral aumentaria bastante o custo do carro, bem como os dispositivos que permitem estacionar de marcha à ré entre dois carros sem a intervenção do motorista. É possível que a engenharia se desenvolva tanto que o computador de bordo possa vir a ser um verdadeiro motorista-robô, substituindo o motorista de “carne e osso”, podendo evitar todos os acidentes e não furar nenhum sinal vermelho. É sonho de futuro, mas não é um futuro muito longínquo. Praticamente já se tem o *know-how*, o que impede a aplicação, são os altos custos.

Desde os anos sessenta já foram inventados diversos dispositivos contra roubo de carros tanto mecânicos como eletrônicos, até se eliminaram os quebra-ventos que favoreciam a entrada dos ladrões. Apesar disso, centenas de carros são roubados cada semana.

Ainda existem vários aspectos no carro que merecem um estudo mais aperfeiçoado. Por outro lado, há diversos melhoramentos apresentados por pesquisadores, mas que não são aplicados nos carros brasileiros. O grande ideal ergonômico, tanto individual como social, seria um carro que funcionasse por comandos de radar e sinais de satélites completamente computadorizados e robotizados, eliminando quase por completo o “fator humano”. Os projetos existem, porém, sua realização é de muito alto custo e em geral os governos não são muito sensíveis ao fato de que um milhão e duzentas mil pessoas morrem anualmente no trânsito mundial.

## Referências

- Burger, A. C. (1976). What's ahead in rear vision devices, *Traffic Safety*, 76, 22-32.
- Drury, C. G. (1975). Application of Fitts Law to Foot-pedal design. *Human Factors*, 17, 368-373.
- Fitts, P. M. (1954). The Information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.

- Fitts, P. M. (1964). Perceptual-motor skill learning. Em A. W. Melton (Org.). *Categories of human learning*. New York: Academic Press.
- Jenkins, W. L. & Connor, M. B. (1949). Some design factors in making sittings on a linear scale. *Journal of Applied Psychology*, 33, 395-409.
- Kerihuel, H. (1990). *Vision Collimatée et vision a travers pare-brise*. Trabalho apresentado na Journée Spécialisée du 23 Novembre 1989. Recueil des Communications: Perception Visuelle et Ergonomie dans les Transports.
- Mortimer, J. (1971). From reaction time to automobile design: The validity of human factors measures. *Human Factors Society Bulletin*, 29, 10-20.
- Mourant, R. R. & Langolf, G. D. (1976). Luminance specifications for automobile instrument panels. *Human Factors*, 18, 71-84.
- Moussa-Hamouda, E & Mourant, R. R. (1981). Vehicle fingertip reach controls: human factors recommendations. *Applied Ergonomics*, 12(2), 66-70.
- Murrell, K. F. H. (1969). *Ergonomics, Man in his working environment*. London: Chapman & Hall.
- Riemersma, J. & Moraal, L. J. (1989). Ergonomie van het voertuig. Em K. Rothengatter & Michon (Orgs.). *Handboek Sociale Verkeerskunde*. Van Gorcum: Assen/Maastricht.
- Rockwell, T. H. & Treiterer, J. (1968). *Sensing and communication between vehicles*. NCHRP Report N° 51. Highway Research Board.
- Safford, R. R., Rockwell, T. H. & Banasik, R. C. (1970). The effects of automotive rear-signal system characteristics on driving performance. *Highway research Record*, 336, 1-20.
- Sanders, M. S. (1981). Peak and sustained isometric forces applied to a truck steering wheel. *Human Factors*, 23(6), 655-660.
- Shinar, D. (1978). *Psychology on the road, The human factor in traffic safety*. New York: John Wiley and Sons.
- Snyder, H. L. (1976). Braking Movement Time and accelerator-brake separation. *Human Factors*, 18, 201-204.
- Society of Automotive Engineers – SAE (1976). *Driver expectancy and performance in locating automotive control*. Report 407. Pennsylvania: Warrendale.
- Stevens, J. C. & Stevens, S. S. (1963). Brightness function: Effects of adaptation. *Journal of the Optical Society*, 53, 375-385.
- Tsongos, N. G. & Schwab, R. N. (1970). Driver judgments as influenced by vehicular lighting at intersections. *Highway Research Record*, 336, 21-32.
- Voevodsky, J. (1974). Evaluation of the deceleration warning light for reducing rear-end automobile collisions. *Journal of Applied Psychology*, 59, 270-273.
- VOLVO (1976). Of all the thinking that went into VOLVO, this is what we thought of most. Em D. Shinar (Org.). *Psychology on the Road, The human factor in traffic safety*. New York: John Wiley and Sons.

Recebido em março de 2006  
 Reformulado em abril de 2006  
 Aprovado em maio de 2006

Sobre o autor:

**Reinier Johannes Antonius Rozestraten** é professor titular aposentado da USP em Psicofísica, Psicologia da Percepção e Psicologia do Trânsito. Desde 2000 é professor no curso de graduação e pós graduação em psicologia na Universidade Católica Dom Bosco. Autor de livros sobre trânsito, psicopedagogia e educação para o trânsito para o Ensino Fundamental.