



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO - DEPARTAMENTO DE DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN
MESTRADO EM DESIGN

ALINE DA SILVA OLIVEIRA NEVES

**ASPECTOS DO DESIGN GRÁFICO, DA USABILIDADE E DA ERGONOMIA
INFORMACIONAL NO AMBIENTE VIRTUAL PROSIMULADOR: um Estudo de
Caso**

Recife

2017

ALINE DA SILVA OLIVEIRA NEVES

**ASPECTOS DO DESIGN GRÁFICO, DA USABILIDADE E DA ERGONOMIA
INFORMACIONAL NO AMBIENTE VIRTUAL PROSIMULADOR: um Estudo de
Caso**

Dissertação apresentada à Coordenação
do Programa de Pós-Graduação em
Design, da Universidade Federal de
Pernambuco, para a obtenção do grau de
Mestre em Design, sob orientação do
Prof. PhD. Marcelo M. Soares.

Recife
2017

Catálogo na fonte
Bibliotecária Nathália Sena, CRB4-1719

N513a	Neves, Aline da Silva Oliveira Aspectos do design gráfico, da usabilidade e da ergonomia informacional no ambiente virtual prosimulador: um estudo de caso / Aline da Silva Oliveira Neves. – Recife, 2017. 170 f.: il. Orientador: Marcelo M. Soares. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação. Design, 2017. Inclui referências. 1. Design gráfico. 2. Usabilidade. 3. Ambiente virtual de aprendizado. 4. Ergonomia informacional. 5. Simulador de trânsito. I. Soares, Marcelo M. (Orientador). II. Título. 741.6 CDD (22.ed.) UFPE (CAC 2017- 216)
-------	--



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE**

Aline da Silva Oliveira Neves

**“ASPECTOS DO DESIGN GRÁFICO, DA USABILIDADE E DA ERGONOMIA
INFORMACIONAL NO AMBIENTE VIRTUAL PROSIMULADOR: UM ESTUDO DE
CASO”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Planejamento e Contextualização de Artefatos.

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o(a) candidato(a) **Aline da Silva Oliveira Neves**

APROVADA.

Recife, 26 de julho de 2017.

Prof. Marcelo Márcio Soares (UFPE)

Prof. Amilton José Vieira de Arruda (UFPE)

Prof. Luis Carlos Paschoarelli (UNESP Bauru)

Aquele que acreditou no meu potencial quando nem eu acreditava, meu melhor amigo e esposo, Geraldo Neves Neto. E aquela que, para mim é eterna, minha amada filha Isabela, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente aqueles que com todas as dificuldades e mesmo nos momentos mais difíceis da vida, jamais me abandonaram e se esforçaram para que o estudo e o amor incondicional fossem minha herança, meus pais Cícera Belarmino e Cicero João (*in memoria*). Por todo apoio, sacrifícios e ainda assim terem ensinado a ser obstinada naquilo que desejo.

Ao meu verdadeiro amigo, parceiro, financiador e maior incentivador nesta jornada, Geraldo Neves, nada disso seria possível sem você.

Ao Professor Marcelo M. Soares minha gratidão eterna por todas as orientações, paciência e direcionamento, possibilitando o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos meus irmãos, tias, primos (a), avó, sogro, sogra, comadre, pelo apoio.

Em especial à Aurora Assunção, que desde o primeiro momento apiou e me acolheu cheia de amor e boa vontade em sua casa.

As minhas amigas (o) do *Pedrina's house*, pelo apoio, conforto e cuidado nos momentos mais difíceis, amenizando a saudade de casa e da família, Thamires, Kelly, Thalita, Ingrid, Juliana, Thília, Arthur e Romário. Em especial, Thais Lima pelas correções, noites em claro e um compainheirismo ímpar.

Ao colega de mestrado pelo apoio e ajuda diária, Danilo Fernandes.

Ao melhor designer gráfico, Eduardo Leandro.

Aos voluntários, que de forma tão gentil, participaram da coleta.

À FACEPE pelo apoio financeiro que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

“O que é preciso é ser-se natural e calmo
na felicidade ou na infelicidade, o que tem
de ser tem muita força”.

(Fernando Pessoa)

RESUMO

O crescimento na fabricação de softwares e a rapidez com que avança a tecnologia criam necessidades aos desenvolvedores de lançarem novos sistemas no mercado. Muitos desses sistemas são criados apenas sob a visão de um programador que pouco se preocupa com a usabilidade dos usuários. Este estudo tem como objetivo principal avaliar os aspectos gráficos, ergonômicos e de usabilidade do software simulador de direção Prosimulador. Assim descobrir como a interface gráfica pode facilitar ou prejudicar a interação e aprendizagem de seus usuários. Para fazer essa verificação buscou-se referências nas áreas de ensino-aprendizagem em meio digital, do design gráfico e da usabilidade, além de um levantamento histórico e questões culturais sobre a relação humano-computador. Como objeto de análise foi escolhido o Ambiente Virtual de Aprendizagem Prosimulador. Um simulador de trânsito utilizado em várias cidades do país. A partir dos resultados obtidos na verificação das heurísticas, testes de usabilidade e testes com especialistas em design gráfico, elaborou-se uma lista de recomendações baseada nas ocorrências dos erros citados pelos avaliadores.

Palavras-chave: Design gráfico. Usabilidade. Ambiente virtual de aprendizado. Ergonomia informacional. Simulador de trânsito.

ABSTRACT

The growth in software manufacturing and the speed that the technology advances will create needs for developers to release new systems on the market. Many of these systems are created only under the vision of a programmer who cares little about user usability. This study has as main objective to evaluate the graphical, ergonomic and usability aspects of the software director simulator Prosimulador. So find out how the graphical interface can facilitate or hinder the interaction and learning of your users. To do this verification, references were searched in the areas of teaching and learning in digital media, graphic design and usability, as well as a historical survey and cultural issues on the human-computer interface. As the object of analysis, was chosen the Virtual Environment of Learning Prosimulator. A simulator of traffic used in several cities of the country. From the results obtained in the verification of the heuristics, usability tests and tests with specialists in graphic design, a list of recommendations based on the occurrences of the errors cited by the evaluators was elaborated.

Keywords: Graphical design. Usability. Virtual environment of learning. Information ergonomics, Traffic simulator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do Ponto.	24
Figura 2 - Representação da linha	25
Figura 3 - Representação das Formas.....	25
Figura 4 - Representação da direção.	26
Figura 5 - Representação do Tom.....	26
Figura 6 - Representação da escala.	27
Figura 7 - Representação de dimensão.	28
Figura 8 - Representação de movimento.	29
Figura 9 - Representação do Circulo cromático.	30
Figura 10 - Representação da estrutura do olho humano.	41
Figura 11 - Modelo de processamento humano.	47
Figura 12 - Estrutura da Usabilidade segundo a ISO 9241-11.....	51
Figura 13 - Atributos de aceitabilidade do sistema.....	63
Figura 14 - Tela de treinamento Prosimulador.	87
Figura 15 - Recursos disponíveis no ProSimulador.	88
Figura 16 - Exemplos de áreas que utilizam simulador.....	89
Figura 17 - Visão do modelo de Nielsen (1993).	98
Figura 18 - Modelo de usabilidade segundo Leventhal e Barnes (2008, p.36).	99
Figura 19 - Exemplos de Simuladores	141

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Termos empregados na usabilidade.	54
Quadro 2 - Usabilidade: diferentes estudos analisados.	55
Quadro 3 - Características que facilitam o diálogo do usuário com a interface do produto.	58
Quadro 4 - Classificação dos aspectos da interface causadores de problema.	59
Quadro 5 - Elementos essenciais do ensino da condução segundo a matriz de GDE.	72
Quadro 6 - Tipos de imersão.....	78
Quadro 7 - Classificação dos softwares educativos.	85
Quadro 8 - Representação dos estudos realizados e seus respectivos objetivos...125	
Quadro 9 - Resultado do questionário de satisfação.....	136
Tabela 1 - Dimensões de usabilidade a partir de diversos autores e norma ISO.....	94
Tabela 2 - Escala de severidades atribuídas em teste de avaliação heurística.	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
AVA	Ambiente virtual de aprendizagem
CFC	Cento de formação de condutores
CNH	Carteira Nacional de Habilitação
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
GADI	Guia para a Análise do Design de Interface
GDE	<i>Goals for Driver Education</i>
RV	Realidade virtual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo geral	18
1.2.2	Objetivos específicos	18
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2	DESIGN GRÁFICO	21
2.1	CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN GRÁFICO	21
2.1.2	Fundamentos e elementos do Design Gráfico	22
2.1.3	Princípios do Design Gráfico	30
2.2	USO DA COR NO DESIGN GRÁFICO	33
2.2.1	Qualidades individuais	35
2.2.2	Características psicológicas	36
3	ERGONOMIA INFORMACIONAL	38
3.1	ERGONOMIA INFORMACIONAL: CONCEITOS	38
3.2	PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO	40
3.2.1	Visão	40
3.2.2	Cérebro	42
3.3	ERGONOMIA COGNITIVA	44
3.3.1	Percepção	45
3.3.2	Atenção	45
3.3.3	Memória	46
3.3.4	Processo decisório	47
4	USABILIDADE	49
4.1	USABILIDADE E SEUS USUÁRIOS	49
4.1.1	Termos para recomendações de usabilidade	53
4.1.2	Análise de recomendações de usabilidade	55
4.1.3	Problemas de usabilidade de softwares	57
4.1.4	Softwares com boa usabilidade	60
4.2	INTERFACE HUMANO COMPUTADOR (IHC) E A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	61

5	APRENDIZAGEM	65
5.1.1	Formação dos condutores brasileiros	66
5.1.3	A Matriz Goals for Driver Education (GDE)	70
5.1.4	Fundamentação pedagógica	73
5.1.5	Características pedagógicas do simulador de direção veicular	74
6	AMBIENTE VIRTUAL	77
6.1	REALIDADE VIRTUAL	77
6.1.1	Tipos de ambientes virtuais de aprendizado	80
6.2	BREVE HISTÓRICO DOS SOFTWARES EDUCACIONAIS	83
6.2.1	O que são softwares educacionais	84
6.2.2	Características e classificação dos softwares educacionais	85
6.3	PROSIMULADOR E O PROCESSO PARA HABILITAÇÃO	86
6.3.1	Processo de habilitação	89
7	AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	93
7.1	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE - DIMENSÕES E MODELOS	93
7.1.1	Modelos de Usabilidade	96
7.1.2	Heurísticas de Nielsen: Avaliação heurística	100
7.1.3	Regras de ouro de Shneiderman	104
7.1.4	Norma ISO 9241-11	106
7.1.5	Testes prospectivos: Entrevistas e questionários	107
7.2	MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL	113
7.2.1	CrITÉrios adotados para avaliação de softwares educativos	113
7.2.2	Métodos para avaliação de software educacional	115
7.2.3	Métodos para avaliação ergonômica da interface	118
7.2.4	Combinação de métodos, técnicas e ferramentas	121
8	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	123
8.1	METODOLOGIA	123
8.1.1	Avaliação Heurística	125
8.1.2	Teste de Usabilidade	126
8.1.3	Análise gráfica da interface	126
9	ESTUDO DE CAMPO I: AVALIAÇÃO HEURÍSTICA	128
9.1	ASPECTOS ÉTICOS APLICADOS AOS ESTUDOS DE CAMPOS	128
9.1.2	Seleção de participantes na avaliação heurística	130

9.2	ANÁLISE E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA.....	130
9.3	COMENTÁRIOS E LIÇÕES APRENDIDAS DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA.....	132
10	ESTUDO DE CAMPO II: TESTES COM USUÁRIOS	134
10.1	ESTRATÉGIAS PARA ESTUDO DE CAMPO: TESTE DE USABILIDADE..	134
10.1.1	Procedimentos para o estudo de teste com usuários	134
10.1.2	Seleção de participantes na avaliação de usuários	135
10.2	ANÁLISE E RESULTADOS DO TESTE.....	135
10.3	COMENTÁRIOS E LIÇÕES APRENDIDAS NO TESTE	137
11	ESTUDO DE CAMPO III: ANÁLISE GRÁFICA DA INTERFACE	139
11.1	ESTRATÉGIAS PARA ESTUDO DA ANÁLISE DA INTERFACE	139
11.1.1	Procedimentos para o estudo da análise da interface.....	140
11.1.2	Seleção de participantes da análise da interface	140
11.2	RESULTADOS DA ANÁLISE GRÁFICA DA INTERFACE.....	140
11.3	COMENTÁRIOS E LIÇÕES APRENDIDAS	144
11.4	COMPARAÇÃO ENTRE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS FINAIS E ESPECIALISTAS	146
12	CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	148
12.2	RECOMENDAÇÕES.....	149
12.2.1	Recomendações para estudos futuros	150
	REFERÊNCIAS.....	152
	ANEXO A	158

1 INTRODUÇÃO

O avanço das novas tecnologias trouxe para os designers um de seus maiores desafios. Eles agora precisam saber lidar não apenas com os problemas de sua área específica de atuação, tendo que interagir cada vez mais com equipes multidisciplinar, pois o mercado lhes exige versatilidade.

Novos requisitos em projetos surgem frequentemente, as expectativas por qualidade e inovação são geradas pela alta competitividade exigindo atualização constante de suas metodologias, forçando assim, uma adequação a novos projetos nunca imaginados.

Devido à tecnologia, tanto a sociedade quanto o ambiente de negócios e a educação vivenciam um constante processo de transformação. Impulsionando a criatividade e as maneiras mais didáticas de gerar informação.

O design tem um papel fundamental neste cenário, ele busca as informações de maneira a organizá-las, interpretá-las e traduzi-las, através de um pensamento sistematizado, com a finalidade de fazer escolhas, gerando caminhos e opções criativas à determinada situação, compartilhando conhecimento.

O surgimento da tecnologia e das novas formas de comunicação vem proporcionando outras possibilidades para a sociedade, sendo introduzidas também para a criação de um novo modelo educativo.

Os softwares simuladores de aprendizado são um exemplo disso. Usados há mais de 30 anos os simuladores de voo são indispensáveis para o treinamento de pilotos de avião. Em países da Europa, como Holanda e França os simuladores de direção respondem por mais de 70% da formação de novos motoristas, segundo o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

O código de trânsito brasileiro regulamentou o uso de simuladores no dia 31 de outubro de 2013 e começou a ser executado no ano seguinte, segundo o CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito). O objetivo principal é que o aluno vivencie situações de risco, como dirigir à noite, com chuva, neblina, ruas com buracos e até Blitz da Lei Seca. Acreditando que no futuro próximo, quando o aluno for para as ruas em um carro real, já esteja mais familiarizado com os comandos necessários para cada situação.

O uso do simulador torna-se obrigatório para candidatos à habilitação na categoria “A”. Condutor de veículo motorizado de duas ou três rodas, com ou sem carro lateral. Ex.: Motocicleta, ciclomotor, Motoneta ou triciclo. Segundo a tabela de correspondência e prevalência das categorias, conforme Art. 143 do CTB e Res.168 do CONTRAN.

Para que os recursos oferecidos sejam aproveitados corretamente e sua utilização seja eficaz, ou seja, “o usuário atinja seus objetivos específicos com precisão e completeza, acessando a informação correta ou gerando os resultados esperados” (ISO 9241-11, 1988 *apud* DIAS, 2007), é preciso que alguns fatores sejam observados, como a arquitetura da informação e a interface.

A importância da arquitetura da informação e da interface se destaca e se confirma durante toda história da computação. Analisando alguns fatos percebe-se que a interação do homem com o computador só evoluiu à medida que sistemas e periféricos foram aprimorados.

Apesar dos avanços da indústria, a maioria dos softwares simuladores desenvolvidos foca bastante em seus componentes tecnológicos e nem sempre dão a devida importância à interface e usabilidade. A eficácia de sistemas tem sido estudada por vários pesquisadores importantes como Cybis, Betiol e Faust (2007), Lévy (1999), Mendel (1997), Nielsen (2000; 2007), Preece, Rogers e Sharp (2005), Shneiderman (1998) entre outros. Os estudos se complementam e englobam a interface de software e outros sistemas computacionais.

Nesse contexto, as indústrias desenvolvedoras de software precisam criar interfaces altamente compatíveis com os objetivos e receber feedbacks positivos quanto à usabilidade desses sistemas por seus usuários. Apesar de serem os mais receptivos a erros, os usuários nem sempre tem a capacidade de apontar sensitivamente os problemas de interface.

Empresas desenvolvedoras de software deveriam fazer testes de usabilidade antes de lançar seus produtos no mercado. Para isso, seriam feitos testes de avaliação na busca de mensurar o quanto a interface mostra de interatividade com o usuário.

Sabendo disso, à avaliação de um software poderia ser dada a devida atenção, objetivando principalmente informações para todas as decisões voltadas

para a satisfação plena e total do usuário no que diz respeito à interação. Sempre com base nas condições que o indivíduo estiver exposto quando faz uso do software.

Além disso, devido à regularização recente destes simuladores, poucos são os estudos no sentido de avaliar a usabilidade dos ambientes. Desta maneira, um relevante questionamento pode ser feito: como poderiam os conhecimentos no âmbito da ergonomia informacional e do *design* gráfico, associados, proporcionar uma melhoria no desenvolvimento da interface deste ambiente?

1.1 JUSTIFICATIVA

O que motiva esse estudo não é apenas o espaço em potencial, na área do Design, para pesquisas e publicações voltadas às interfaces gráficas, mas também dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) que publicou o *Global Status Report on Road Safety 2015* (Relatório Mundial da Segurança Rodoviária, 2015), onde foi constatado que, apesar da melhoria dos números em mortes no trânsito ao redor do mundo, 1,25 milhão de pessoas morrem anualmente por conta de acidentes viários.

Este é um caso de grande repercussão e debate nacional, impactando diretamente na vida da população que está se habilitando na categoria “B”, bem como dos demais atores envolvidos no processo. Além disso, é um caso contemporâneo, tornando-o um bom laboratório para estudos. Para ter uma ideia dos números da área de Trânsito, em 2009, o Brasil tinha mais de 51 milhões de condutores habilitados.

Um dos principais responsáveis pelo aumento dos fatores de risco dos motoristas iniciantes se envolverem em um acidente é a dificuldade de prever e gerir os riscos que irá encontrar. Isso porque eles tiveram menos contato com o trânsito e menos tempo de desenvolver e refinar suas habilidades, portanto, são menos capazes de prever corretamente a evolução das prováveis situações de risco no trânsito.

Wade Allen é um dos maiores pesquisadores na área da simulação de direção no mundo, tendo diversos estudos publicados. Em 2007, no artigo sob título *The Effect of Driving Simulator Fidelity on Training Effectiveness*, Wade Allen

analisou o grau de fidelidade do simulador de direção e o efeito sobre a eficácia no treinamento de condutores.

O treinamento foi realizado durante quatro anos na Califórnia e dois anos na Província de Nova Escócia no Canadá. Neste estudo, Wade Alle conseguiu comprovar que os índices de acidentes em um dos modelos de simulador foram 50% inferiores aos motoristas treinados sem simulador na Califórnia e no Canadá.

A interface gráfica pode contribuir significativamente para a facilidade de uso. Este estudo volta sua atenção para a interface gráfica do software simulador de Aprendizagem: Prosimulador. Considerando que por ser uma ferramenta de apoio ao ensino de novos condutores automobilísticos, percebe-se a importância de garantir uma usabilidade satisfatória para que a ferramenta seja verdadeiramente uma facilitadora no processo de ensino- aprendizagem.

Diante de tais fatos comprovados fica evidente a importância de um estudo criterioso dos simuladores que serão usados no Brasil a partir de 2016. A análise detalhada de uma interface segundo fundamentos do Design e com recomendações de usabilidade caracteriza a proposta principal do projeto, já que diversos estudos apontam este como item fundamental para utilização eficaz e eficiente de um sistema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar e propor recomendações quanto aos aspectos gráficos, ergonômicos e de usabilidade do software simulador de direção Prosimulador.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estudar as ferramentas e os recursos disponíveis no software, seus aspectos gráficos, restrições e limitações.
- Verificar o desempenho e usabilidade enquanto a tarefa é realizada pelo usuário e especialistas.
- Apresentar sugestões de melhoria para o ambiente virtual, capazes de potencializar os níveis de interação, para uma versão futura do simulador.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho segue os padrões e normas propostas pelo Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, (PPD/UFPE). Sendo assim, a estrutura geral desta pesquisa está estruturada em três partes descritas a seguir:

Parte I – Fundamentação teórica: Estão localizados os capítulos 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Esta parte tem como papel conceituar a temática e descrever a importância do estudo a partir de uma revisão da literatura. Os conhecimentos descritos desta parte serviram como estrutura de suporte para as partes II e III adiante.

Parte II – Estudos de campo: Incluem o capítulo 8, 9, 10 e 11, que descreve a metodologia da pesquisa e os experimentos referentes às análises de usabilidade, com especialistas, usuários do simulador e especialista em design gráfico. É interessante destacar que os resultados das análises são discutidos e descritos neste capítulo.

Parte III – Recomendações e considerações finais: Inclui o capítulo 12 que utiliza todo o conteúdo construído e analisado para formular as conclusões e recomendações para futuros trabalhos.

PARTE I

REVISÃO DE LITERATURA

Esta parte tem como objetivo descrever a pesquisa de estado da arte para os temas relevantes ao objetivo da pesquisa. Inicialmente são abordados os temas relacionados ao design gráfico e suas características. Em seguida, a pesquisa relacionada à Ergonomia informacional, usabilidade, aprendizagem e ambiente virtual.



2 DESIGN GRÁFICO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN GRÁFICO

O design, para Gomes Filho (2003, p.21), é uma ferramenta com a qual se pode contar para melhorar o padrão de qualidade de objetos. Essas qualidades são planejadas, concebidas, especificadas e determinadas aliadas a tecnologia e aos processos de sua produção que possam reunir e integrar diversos fatores relativos à metodologia de projeto. O autor considera que essa metodologia deve ser fundamentada num tripé, composto de função, estrutura e forma.

Devido a crescente utilização do termo design nas mais diversas áreas, na maioria das vezes não relacionadas a projetos, torna-se importante uma delimitação de atuações e de papéis, de acordo com os diferentes contextos e com a real conceituação do design.

Pela Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), ligada ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), a formação requerida para os desenhistas industriais (código 2624), também conhecidos como desenhistas de produtos ou designers, é o curso superior completo na área, com habilitação para Design Gráfico (antigos Programação Visual ou Comunicação Visual), normalmente com quatro anos de duração, dependendo do currículo de cada instituição.

Numa comparação de contextos, o autor Gomes Filho (2006, p.14), segmenta o design em cinco áreas: 1) Design de produto; 2) Design Gráfico; 3) Design de moda; 4) Design de ambientes e 5) Redesign. O Design Gráfico é composto, dentro de um contexto geral, por: Design de Sistemas de Comunicação, de Identidade Corporativa, de Sistemas de Informação; de Editoração, de Meios de Comunicação e de programas.

Design Gráfico são as áreas de conhecimento e prática profissionais específicas que tratam da organização formal de elementos visuais (tanto textuais quanto não textuais) que compõem peças gráficas para reprodução, que são reproduzíveis e que têm um objetivo expressamente comunicacional, (VILLAS-BOAS, 1999).

Sendo a interface gráfica o objeto de análise desta pesquisa é necessário se referenciar os fundamentos e elementos do design gráfico. Princípios da percepção

visual, cor e qualidades individuais. Buscando compreender a forma com que eles influenciam na eficiência de uma interface.

Para Nielsen (2000, p. 92) não há dúvida de que a aparência visual é literalmente a primeira coisa que o usuário vê quando entra em um site e visuais atraentes são uma grande oportunidade de estabelecer credibilidade. Porém o design não pode ser visto apenas como “aparência visual”, mas pode contribuir efetivamente para questões cognitivas e funcionais.

Ao comunicar usando o meio visual o designer não precisa apenas entender sobre cor e forma, ele também terá que planejar como o usuário, ou espectador, irá perceber a mensagem. De acordo com Dondis (2000, p.18) dentre todos os meios de comunicação humana, o visual é o único que não dispõe de um conjunto de normas e preceitos, de metodologia e nem de um único sistema com critérios definidos, tanto para expressão quanto para o entendimento dos métodos visuais.

Não havendo um código geral e pré-estabelecido, Dondis (2000) observa que é necessário buscar o “alfabetismo visual”, através da técnica, da observação, da psicologia, da natureza e no próprio corpo humano. Como fatores de influência sobre a percepção visual apontam a cultura, a sociedade e o ambiente.

2.1.2 Fundamentos e elementos do Design Gráfico

A percepção visual pode ser considerada um processo quase instantâneo e inerente ao ser humano. O desafio se encontra em elaborar o projeto gráfico de forma que possa ser percebido da melhor forma possível, com clareza e coerência. Para tanto, alguns elementos, fundamentos e características básicos devem ser observados. No design, há quatro princípios básicos e devem estar presentes em qualquer projeto de sucesso, segundo (WILLIAMS, 2005, p. 13). São eles: Contraste, repetição, alinhamento e proximidade.

Estes princípios estão sempre inter-relacionados, dificilmente serão utilizados separadamente. Em seu livro Design para quem não é Designer, o autor Robin Williams (2005, p.13) faz uma explicação detalhada dos quatro princípios:

- a) Contraste:** seu objetivo é evitar que elementos meramente similares em uma página. Se os elementos (tipo, cor, linha, forma, etc.), não forem os mesmos, diferencie-os completamente. O contraste costuma ser mais importante

atração visual de uma página, é o que faz o leitor antes de qualquer coisa, olhar para ela.

Cria-se o contraste quando dois elementos são diferentes. Se eles diferem um pouco não acontecerá o contraste e sim o conflito. Se os dois itens não forem exatamente os mesmos, diferencie-os completamente (Ex. uma cor quente com uma fria).

b) Repetição: afirma que alguns aspectos do design devem repetir-se no material inteiro. Pode ser uma fonte, relações espaciais e até um elemento do design. O autor cita como exemplo o uso do mesmo sinal de tópicos em listagem referentes ao mesmo trabalho.

c) Alinhamento: nada deve ser colocado arbitrariamente em uma página. Cada item deve ter uma conexão visual com algo na página. O princípio do alinhamento obriga a pessoa a ser consciente: já não se pode simplesmente jogar as coisas na página nos lugares onde houver espaço.

d) Proximidade: itens relacionados entre si não devem ser agrupados e aproximados uns dos outros, para que sejam vistos como um conjunto coeso e não como um emaranhado de partes sem ligação.

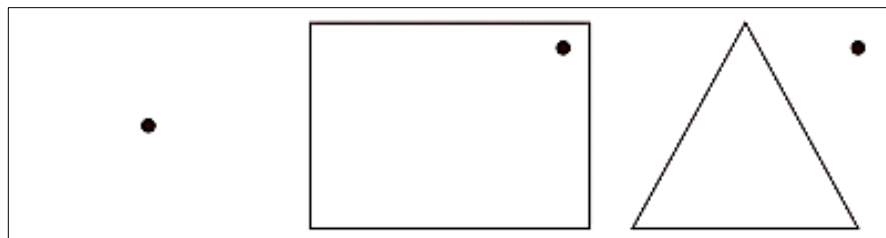
Os elementos são as “palavras” do dicionário do design, e os princípios são as regras de combinação dos elementos, a gramática da linguagem visual. Alguns autores de design classificam diferentes elementos do design, alguns defendem que existem apenas seis outros sete e até dez.

Para a presente pesquisa o estudo sobre os dez elementos visuais do autor Donis Dondis se apresenta como o mais completo para o tipo de interface avaliada. Dondis (2000, p. 51) afirma que para analisar e compreender a estrutura total de uma linguagem visual é conveniente concentrar-se nos elementos visuais individuais, um por um, para um conhecimento mais aprofundado de suas qualidades específicas. Eles constituem a substância básica daquilo que vemos e são elas:

a) Ponto

Segundo Dondis (2000, p. 53) “o ponto é a unidade de comunicação visual mais simples e irredutivelmente mínima” (Fig.1). No meio digital seu equivalente é o *pixel*. Quando fazemos uma marca, seja com tinta, com uma substância dura ou com um bastão, pensamos nesse elemento visual como um ponto de referência ou um indicador de espaço. Qualquer ponto tem grande poder de atração visual sobre o olho, exista ele naturalmente ou tenha sido colocado pelo homem em resposta a um objetivo qualquer.

Figura 1 - Representação do Ponto.

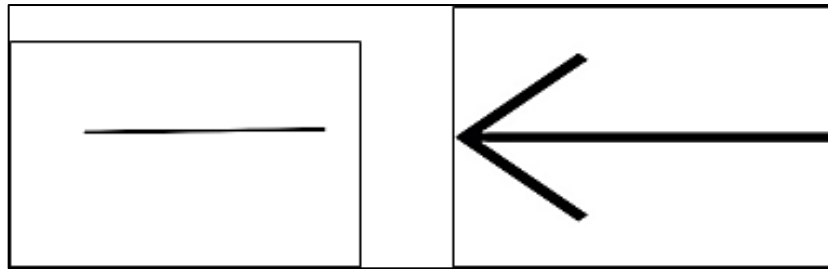


Fonte: Dondis (2000).

b) Linha

A linha é formada a partir de diversos pontos muito próximos entre si ou por outra definição como a trajetória de um ponto (Fig. 2). Quando os pontos estão tão próximos entre si que se torna impossível identificá-los individualmente, aumenta a sensação de direção, e a cadeia de pontos se transforma em outro elemento visual distintivo, a linha (DONDIS, 2000, p. 53). Também poderíamos definir a linha como um ponto em movimento, ou como a história do movimento de um ponto, pois, quando fazemos uma marca contínua, ou uma linha, nosso procedimento se resume a colocar um marcador de pontos sobre uma superfície e movê-lo segundo uma determinada trajetória, de tal forma que as marcas assim formadas se convertam em registro, como por exemplo, as setas.

Figura 2 - Representação da linha



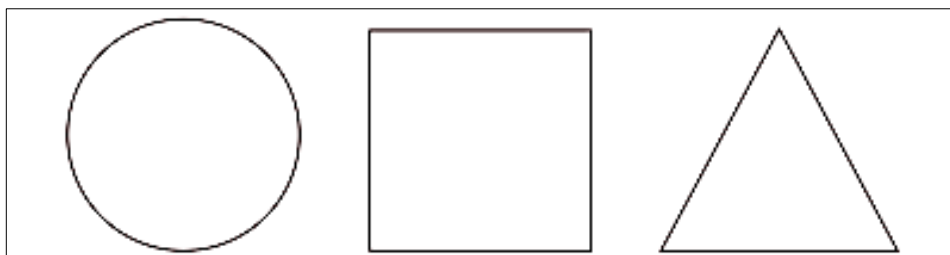
Fonte: Dondis (2000).

c) Forma

A linha descreve uma forma. Na linguagem das artes visuais, a linha articula a complexidade da forma (DONDIS, 2000, p. 53). Combinando-se as linhas é possível obter as três formas consideradas básicas nas artes visuais que são o círculo, o quadrado e o triângulo, cada qual com seus significados atribuídos por associação, vinculação arbitrária ou percepção, alguns significados seriam: Quadrado (honestidade, retidão, esmero), Triângulo (ação, conflito, tensão) e Círculo (infinitude, calidez, proteção).

Para Dondis (2000, p. 60), as formas são repletas de significados e tem grande importância para intenção compositora: Quadrado > horizontal e vertical > bem-estar, equilíbrio; Triângulo > diagonal > instabilidade, movimento; Círculo > curva > abrangência, repetição (Fig. 3).

Figura 3 - Representação das Formas.



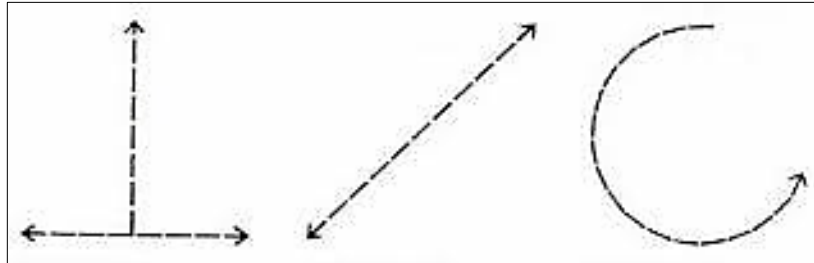
Fonte: Dondis (2000).

d) Direção

No que diz respeito à direção, Dondis (2000, p. 60) diz que todas as formas expressam três direções visuais básicas e significativas: o quadrado, a horizontal e a vertical; o triângulo, a diagonal; o círculo, a curva. Cada uma das direções visuais

tem um forte significado associativo e é um valioso instrumento para a criação de mensagens visuais. (Fig.4).

Figura 4 - Representação da direção.

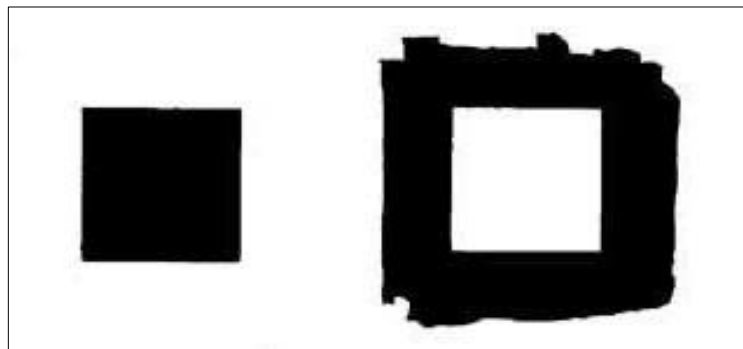


Fonte: Dondis (2000).

e) Tom

As margens com que se usa a linha para representar um esboço rápido ou um minucioso projeto mecânico aparecem, na maior parte dos casos, em forma de justaposição de tons, ou seja, de intensidade da obscuridade ou claridade de qualquer coisa vista. Vemos graças à presença ou à ausência relativa de luz, mas a luz não se irradia com uniformidade no meio ambiente, seja ela emitida pelo Sol, pela Lua ou por alguma fonte artificial. A luz circunda as coisas, é refletida por superfícies brilhantes, incide sobre objetos que têm, eles próprios, claridade ou obscuridade relativa. As variações de luz ou de tom são os meios pelos quais distinguimos oticamente a complexidade da informação visual do ambiente. Em outras palavras, vemos o que é escuro porque está próximo ou se superpõe ao claro e vice-versa (DONDIS, 2000, p.60) (Fig. 5).

Figura 5 - Representação do Tom.



Fonte: Dondis (2000).

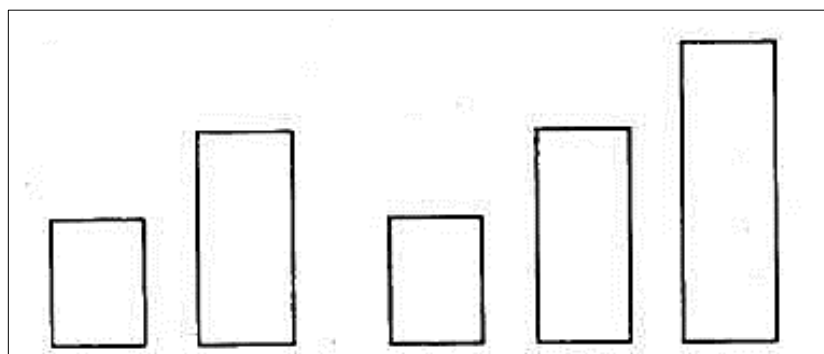
f) Textura

Sobre a textura, é importante observar que pode ser um elemento apenas visual ou tátil e visual. Embora a percepção seja feita por sentidos distintos, visão e tato, o significado é muitas vezes associativo, ou seja, ao olhar para uma textura já se imagina qual será a sensação ao tocar essa superfície (DONDIS, 2000, p.70). Esta característica é muito usada na simulação da realidade em meios digitais. O autor afirma ainda que a escala pode ser estabelecida não só através do tamanho relativo das pistas visuais, mas também através das relações com o campo ou com o ambiente.

g) Escala

Já a escala diz respeito à comparação que se estabelece entre os elementos visuais. Uma forma só pode ser considerada grande se comparada à outra menor. Segundo (DONDIS, 2000, p. 73) “no estabelecimento da escala o fator fundamental é a medida do próprio homem”. Como fórmula de proporção uma das mais conhecidas e usadas na área de design é seção áurea grega. A proporção é obtida através da seção de um quadrado construindo um retângulo a partir dele, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Representação da escala.



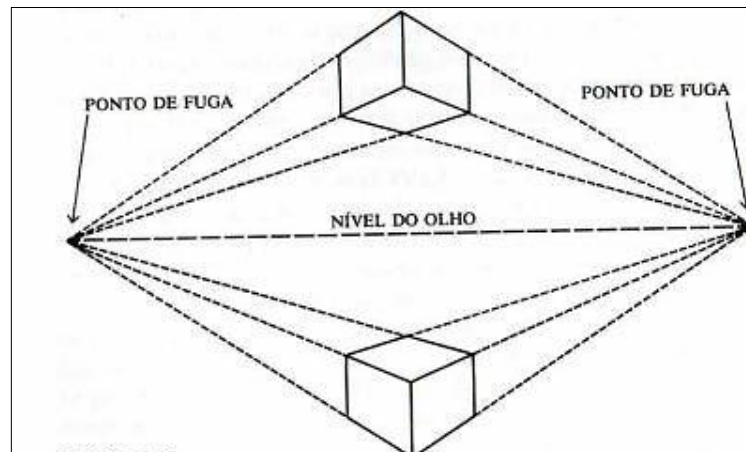
Fonte: Dondis (2000).

h) Dimensão

A dimensão é um elemento visual (Fig. 7) que existe apenas no mundo real e sua representação em meios impressos e digitais é feita usando a ilusão causada pela perspectiva e também pelas variações de tom. Para projetos gráficos para o

meio digital a representação do movimento torna-se mais fácil uma vez que existem diversos recursos de animação disponíveis. No entanto é preciso avaliar a real necessidade de usar esses recursos, evitando uma poluição visual (DONDIS, 2000).

Figura 7 - Representação de dimensão.



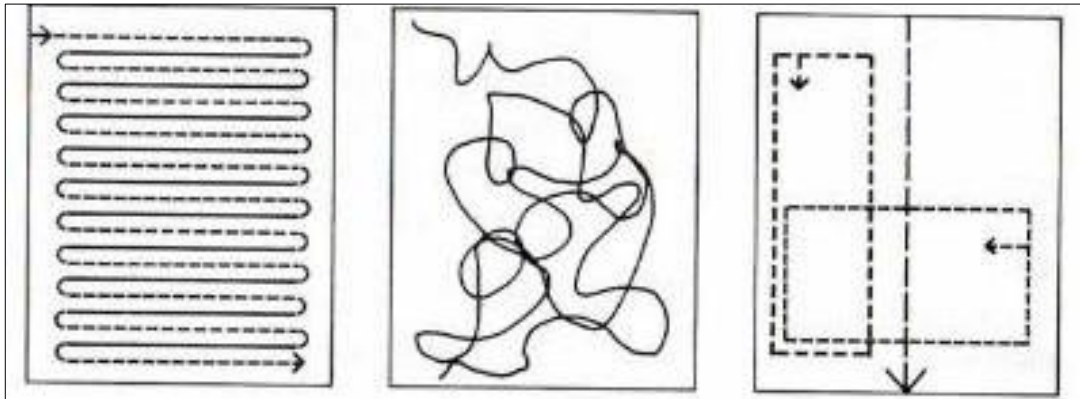
Fonte: Dondis (2000).

i) Movimento

Segundo Dondis (2000), no caso da dimensão, o elemento visual do movimento se encontra mais frequentemente implícito do que explícito no modo visual. Contudo, o movimento talvez seja uma das forças visuais mais dominantes da experiência humana. Na verdade, o movimento enquanto tal só existe no cinema, na televisão, nos encantadores móveis de Alexander Calder e onde quer que alguma coisa visualizada e criada tenha um componente de movimento, como no caso da maquinaria ou das vitrinas.

As técnicas, porém, podem enganar o olho; a ilusão de textura ou dimensão parece real graças ao uso de uma intensa manifestação de detalhes, como acontece com a textura, e ao uso da perspectiva e luz e sombra intensificada, como no caso da dimensão no exemplo da Figura 8.

Figura 8 - Representação de movimento.



Fonte: Dondis (2000).

j) Cor

Enquanto o tom está associado a questões de sobrevivência, sendo, portanto essencial para o organismo humano, a cor tem maiores afinidades com as emoções. A cor está, de fato, impregnada de informação, e é uma das mais penetrantes experiências visuais que temos todos em comum. Constitui, portanto, uma fonte de valor inestimável para os comunicadores visuais. Como a percepção da cor é o mais emocional dos elementos específicos do processo visual, ela tem grande força e pode ser usada com muito proveito para expressar e intensificar a informação visual (DONDIS, 2000).

A cor não apenas tem um significado universalmente compartilhado através da experiência, como também um valor informativo específico, que se dá através dos significados simbólicos a ela vinculados. Em sua formulação mais simples, a estrutura da cor pode ser ensinada através do círculo cromático. As cores primárias (amarelo, vermelho e azul), e as cores secundárias (laranja, verde e violeta) aparecem invariavelmente nesse diagrama. Também é comum que nele se incluam as misturas adicionais de pelo menos doze matizes. A partir do simples diagrama do círculo cromático (Fig. 9), é possível obter múltiplas variações de matizes. (DONDIS, 2000).

Figura 9 - Representação do Circulo cromático.



Fonte: PEDROSA (1982).

2.1.3 Princípios do Design Gráfico

Para Norman muitos produtos que requerem a interação dos usuários para a realização de suas tarefas (p. ex.: comprar um ingresso pela Internet, fotocopiar um artigo, gravar um programa de TV) não foram necessariamente projetados tendo o usuário em mente; foram tipicamente projetados como sistemas para realizar determinadas funções. Pode ser que funcionem de maneira eficaz, olhando-se da perspectiva da engenharia, mas geralmente os usuários do mundo real é que são sacrificados.

O objetivo do design de interação consiste em redirecionar essa preocupação, trazendo a usabilidade para dentro do processo de design. Essencialmente, isso significa desenvolver produtos interativos¹ que sejam fáceis, agradáveis de utilizar e eficazes – sempre na perspectiva do usuário.

Em seu livro “O Design do Dia-a-Dia”, Don Norman nos presenteou com seis princípios de design que ajudam a entender por que alguns produtos satisfazem os consumidores, enquanto outros os deixam completamente frustrados.

a) Visibilidade

As funções mais visíveis são aquelas em que o usuário provavelmente será capaz de saber o que fazer em seguida. Do contrário, quando as funções estão fora

de vista, tornam-se mais difíceis de encontrar, e conseqüentemente de saber como usá-las.

b) Feedback

O Feedback é o retorno de informação que mostra o efeito de uma ação realizada, permitindo que a pessoa continue com a tarefa. Vários tipos de Feedback estão disponíveis no design de interação: áudio, tátil, visual, ou a combinações destes. Sem um Feedback sobre a ação, os usuários podem desligar equipamentos em momentos indevidos ou repetir comandos, executando a mesma tarefa mais de uma vez.

c) Restrições

A maneira mais segura de tornar alguma coisa fácil de usar, com poucos erros, é tornar impossível de fazê-la de outro modo, restringindo a quantidade de escolhas.

d) Mapeamento

Mapeamento é um termo técnico que significa o relacionamento entre duas coisas, neste caso, entre os controles e seus movimentos, e os resultados dessa relação no mundo. Quase todos os produtos precisam de algum tipo de mapeamento entre os seus controles e as ações que eles executam, como por exemplo, ao dirigir um carro, quando para virar a direita, giramos o volante no sentido dos ponteiros do relógio, de modo que a parte superior também se mova para a direita.

e) Consistência

Isto se refere ao design de interfaces, onde precisamos ter operações similares com elementos similares para realizar tarefas semelhantes. Em particular, uma interface consistente é aquela que segue essa regra, como o uso da mesma operação para selecionar todos os objetos em qualquer circunstância, ou o uso de um botão sempre na mesma cor, formato.

f) Affordance

Affordance é um termo que não tem uma tradução literal para o português, mas refere-se ao atributo de um objeto que permite que as pessoas saibam como usá-lo, por tão óbvio que é, ou pelo seu visual sugerir que é fisicamente possível.

Porém, é importante considerar que as necessidades humanas não se cumprem somente sob o ponto de vista funcional, elas estão subordinadas a necessidades culturais e afetivas, e estas normalmente são satisfeitas por experiência estética rica. Por isso, em alguns momentos a beleza pode tornar-se fator decisivo da experiência com os objetos, e a ergonomia, quando vista também sob o ponto de vista estético-cultural, pode ser considerada fator decisivo de um bom projeto de Design (NORMAN, 2008, p. 69).

O design pode ser considerado uma atividade criativa com o objetivo de planejar objetos ou sistemas de comunicação visual levando em consideração aspectos produtivos, funcionais e ergonômicos. Essa definição leva em consideração a necessidade de organização da atividade criativa (método), a especificação do processo produtivo (projeto) e a adequação às necessidades humanas (ergonomia).

O design sempre objetiva uma solução criativa de um problema, contudo, ao contrário da arte e do artesanato, onde o processo criativo está mais relacionado à exploração de técnicas e procedimentos com objetivos estéticos e onde a prática se dá, na grande maioria dos casos, de forma individual, no design o processo está condicionado a uma série de fatores, como restrições dos métodos de produção, tempo de desenvolvimento, necessidades funcionais, questões de viabilidade comercial, além de necessidades cognitivas, funcionais e culturais do seu público-alvo.

Certas limitações requerem do designer uma abordagem objetiva e eficaz do processo criativo, o que resulta na adoção de métodos de desenvolvimento e a necessidade do estudo e aprofundamento de metodologias com o objetivo de estabelecer etapas bem definidas de desenvolvimento criativo.

A atuação do designer pode se dar em diversos setores, industrial, editorial, promocional, identidade visual ou projetos digitais ou interativos, e estabelecimento e estudo de métodos de design específicos para cada um deles contribuem para o

aprimoramento da prática do design. Além disso, em longo prazo métodos consagrados de design podem se estabelecer como práticas aceitas dentro das organizações e tornar-se parte de sua cultura organizacional.

2.2 USO DA COR NO DESIGN GRÁFICO

De acordo com Tausz (1976), o designer deve trabalhar as cores de um projeto visual de acordo com o contexto, estando ciente quanto aos efeitos causados pelas combinações de cores e atento para que essa expresse realmente o que deseja.

A cor exerce influência nas ações e no grau de satisfação dos usuários no ambiente virtual, interferindo inclusive em seus sentidos, emoções e intelecto. O designer da interface deve ter domínio ao utilizar esse recurso para que seja favorável ao projeto, pois o mau uso das cores pode influenciar no tempo de resposta do usuário.

Ao definir as cores para um projeto gráfico é preciso considerar não apenas sua função estética, mas também sua capacidade informativa, uma vez que pode facilitar a identificação de signos e hierarquias, conforme observa Guimarães (GONÇALVES, 2003, p. 129). A teoria da percepção visual sugere o uso da cor como elemento visual e aplica-se principalmente aos princípios de contraste e harmonização.

No design, “a simplicidade desempenha o papel principal. [...] Os melhores produtos do design resultam de um processo contínuo de simplificação e refinamento” (MULLET; SANO, 1995, p. 17).

Uma das técnicas para simplificar o projeto de interfaces, sugerida por Mullet e Sano (1995) é a redução. “Deve-se reduzir o máximo possível a quantidade de elementos e, ainda, reduzir cada elemento para extrair essência de sua forma” (MULLET; SANO, 1995, p. 38).

Por exemplo: obtém-se um pictograma através da técnica de redução, desta forma é possível extrair a essência de uma imagem, ou seja, seu significado. Nielsen (2000, p. 22) faz a mesma menção, reafirmando a importância da simplicidade: “dirija-se aos elementos gráficos e remova-os, um a um. Se o projeto opera tão bem com a exclusão do elemento gráfico, elimine-o. Simplicidade sempre vence a complexidade [...]”.

a) Contraste

Segundo Gonçalves (2004, p. 136), os tipos básicos de contraste são o contraste de matiz, de saturação ou de cores complementares e contraste quente/frio – de acordo com a sensação provocada por cada cor. Os contrastes intensos são úteis quando se deseja destacar informações, porém devem ser usados com critério, pois podem causar desconforto visual e comprometer a legibilidade. O meio digital requer ainda mais atenção, uma vez que não há controle sobre os ajustes dos monitores de todos os usuários.

b) Harmonização Cromática

Assim como nas leis que regem a forma, a harmonia das cores também deve ser observada, para garantir a consistência e uniformidade. As estratégias de harmonização cromática sugeridas em Gonçalves (2004, p. 139) são:

Monocromática: usa uma única cor e suas variações de saturação. De fácil composição, mas pode tornar-se pouco atrativa;

Harmonia Análoga: usa 2 ou 3 cores próximas no disco de cor, o que possibilita combinações versáteis. Também pode tornar-se monótona pelo baixo contraste.

Harmonia Complementar ou Oposta: usa as cores complementares na composição. Os resultados podem ser mais vibrantes e atraentes, porém podem causar problemas de legibilidade devido ao alto contraste.

Harmonia complementar dividida: Não é usada a complementar direta e sim as 2 cores próximas a ela;

Harmonia complementar duplamente dividida: dupla divisão nas complementares.

Harmonia Tripla ou Tríade: usa três cores igualmente espaçadas no disco de cores.

Shneiderman (1998, p. 398) recomenda alguns cuidados para que a cor seja aplicada corretamente a uma interface gráfica, contribuindo de forma efetiva para a qualidade da informação. Segundo o autor é importante:

- Usar cores conservadoras;

- Limitar a 4 o número de cores em uma tela e no máximo 7 para todo o conjunto;
- Reconhecer o processo de codificação das cores e associá-las as tarefas do usuário;
- Elaborar primeiramente o *layout* do conteúdo como se fosse monocromático, usando um padrão lógico;
- Considerar os usuários com deficiência visual;
- Usar a cor para facilitar a organização da informação;
- Ser consistente na aplicação das cores;
- Consultar os usuários para validar o código de cores;
- Ficar atento aos problemas que podem ocorrer na combinação das cores e que venham a dificultar a visualização do conteúdo;
- Usar a mudança de cor para indicar as mudanças no sistema;
- Aplicar recursos cromáticos para amenizar a densidade informacional.

Essas recomendações vão de encontro aos princípios de usabilidade, que serão vistos no capítulo mais a frente, principalmente no que se refere à consistência da interface.

2.2.1 Qualidades individuais

Sobre as qualidades individuais, tanto da cor-luz quanto da cor pigmento, segundo Munsell (2001) apud Gonçalves (2004, p. 100) podem ser definidas a partir de 3 parâmetros considerados praticamente universais, a saber:

- **Matiz ou tom (Hue):** é definida pelo comprimento de onda e distingue uma família de cor da outra, por exemplo, o vermelho do azul e o amarelo do verde;
- **Valor (Value):** é a qualidade que diferencia as cores de acordo com a luminosidade, ou seja, a porcentagem de luz que é refletida. Desta forma, cores de matiz diferente podem ter o mesmo valor, desde que reflitam a mesma quantidade de luz;
- **Saturação (Chroma):** é definida de acordo com a intensidade da cor. Cor intensa tem alto croma e cores cinzentas ou neutras tem baixo croma.

Segundo Gonçalves (2004, p. 102) saturação é a variação da expressão máxima da cor até o seu correspondente em tom de cinza.

É extremamente importante compreender os fundamentos da cor para definir adequadamente as características de nossas aplicações, já que esta nada mais é que a percepção da luz que o olho reproduz. Já o uso adequado das cores pode ocasionar uma rápida e correta assimilação da informação. O cuidado na escolha das cores é fator importante para a funcionalidade de uma interface já que uma cor interfere de forma direta na outra, portanto, é necessário entender as características das cores de acordo com seus contrastes, brilhos e saturação.

2.2.2 Características psicológicas

Não se pode pensar apenas no efeito físico e fisiológico que a cor pode provocar, existem características psicológicas e cognitivas a serem consideradas. A cor é capaz de reforçar aspectos da forma, assim como contribuir para a compreensão dos signos.

Em relação à simbologia da cor, Pedrosa (1999, p. 99) observa que a simbologia da cor nos povos primitivos nasceu de analogias representativas, para só depois, por desmembramentos comparativos, atingir um nível de relativa independência, que corresponde a estágios mais elevados de subjetividade. Esta observação esclarece a grande variedade de sensações e relações atribuídas a cada cor, como nos exemplos abaixo:

- **Vermelho** > fogo e sangue > força > terror > morte > luto
- **Amarelo** > sol e ouro > riqueza > abundância e poder
- **Branco** > luz > ideia > pensamento > tranquilidade > pureza e paz
- **Preto** > noite > escuridão > perigo > maldade > insegurança

Como envolve experiências individuais e coletivas o significado de cada cor pode variar, mesmo assim é relevante conhecer as atribuições mais frequentes para definir com mais facilidade a paleta de cores de um projeto gráfico.

Segundo Guimarães (2003, p. 102) a utilização repetida da mesma carga semântica sobre uma cor vai estereotipá-la e aprisioná-la a um conteúdo único. Acostumado àquela ligação entre cor e significado reduzido, o receptor pode estranhar a mensagem em que a cor faça outra referência, por mais contextualizada

e adequada que seja a relação entre a informação como um todo e a cor como parte dela.

Pode ser tomado como exemplo o significado das cores vermelho e verde, que em geral são usadas para identificar uma ação de perigo, que requer mais atenção e uma ação correta, que deve ser realizada, no caso do verde. É assim no sinal de trânsito e nos botões de muitos equipamentos.

3 ERGONOMIA INFORMACIONAL

3.1 ERGONOMIA INFORMACIONAL: CONCEITOS

Para que o processo de desenvolvimento de produtos informacionais atenda à critérios de usabilidade há duas áreas de conhecimento que segundo a DesignBrasil (2007) se apresentam cada vez mais correlatadas: O design e a ergonomia. Ergonomia da Informação que de acordo ainda com a DesignBrasil (2007) tem por objetivo a adequação de processos e produtos aos limites, capacidades e anseios humanos.

Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2012) e Lida (2005), a ergonomia se divide em três domínios especializados, físico, cognitivo e organizacional. Lida (2005) e Moroni (2010) colocam que a ergonomia cognitiva atenta à adequação dos processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, envolvidos nas interações com os elementos do sistema e nas relações interpessoais. Segundo Moroni (2010), devido à abordagem dada aos elementos do sistema, a ergonomia cognitiva inclui por consequência a tomada de decisão e o desempenho especializado, conforme esses se relacionam aos projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

A Ergonomia Informacional é a disciplina envolvida na análise e design da informação de forma que possa ser usada de maneira eficaz e eficiente pelos usuários, tendo como consequência a sua satisfação e respeitando a sua diversidade em termos de habilidades e limitações (SOARES et al., 2011 apud CAVALCANTI, 2003).

De forma a desmembrar o termo, Vidal (2000) coloca que a ergonomia é composta de finalidades (modificar sistemas de trabalho), propósitos (adequar a atividade às características, habilidades e limitações das pessoas) e critérios (eficiência, conforto e segurança). Essas modificações são apresentadas de forma a melhorar um dos segmentos de especialização da ergonomia, o cognitivo que abrange a avaliação dos custos humanos envolvidos no processamento mental - e seus processos internos, como a atenção, a percepção, a memória, o raciocínio, a percepção de estímulos, armazenamento e recuperação, entre outros (CHAMMAS, 2011).

A preocupação com a ergonomia surgiu com o ser homem primitivo, a partir da necessidade de se proteger e de assegurar a sua sobrevivência. Mas foi com a Revolução Industrial que a mesma começou a ser utilizada na indústria. No mundo contemporâneo, cada vez mais, as pessoas utilizam produtos e sistemas complexos, o que exige ações como receber, processar e agir em função dessas e de outras informações. Essas interações podem ser esquematicamente descritas no modelo homem-máquina, no qual o homem recebe informações da máquina e atua sobre ela, ocasionando algum dispositivo de controle.

Moraes e Mont'Alvão (2007, p.11) complementam, reconhecendo a Ergonomia como multidisciplinar orientada para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana. A Ergonomia pesquisa, estuda, desenvolve e aplica regras e normas, baseada em pesquisas descritivas e experimentais, busca os limites, limites e capacidades humanas para a adaptação entre o meio e o homem. De acordo com Cavalcanti (2003) e Souza (2004), a ergonomia informacional aborda parâmetros ergonômicos que são considerados na linguagem verbal, como:

- **Legibilidade:** indica a facilidade com que as partes podem ser reconhecidas e organizadas num modelo coerente.
- **Visibilidade:** qualidade de um caractere ou símbolo que torna possível sua separação visual do suporte em que é apresentado ou em seu entorno.
- **Leiturabilidade:** qualidade responsável pelo reconhecimento da informação textual quando apresentada em grupamentos significativos como palavras, sentenças ou textos contínuos;
- **Compreensibilidade:** qualidade de entendimento correto do significado do símbolo, como também a compreensão da informação para tomar ou tornar segura a decisão de um ato;
- **Orientabilidade:** define uma sequência lógica de mensagens para facilitar a locomoção em uma edificação (SOUZA, 2004).

Logo, a preocupação com a ergonomia informacional na indústria é extremamente importante, pois pode auxiliar as pessoas a não alterarem significativamente seus comportamentos. O sistema responsável pela transformação das mensagens visuais em pensamentos e no seu armazenamento ou não na memória, é o sistema humano-mensagem visual.

A mensagem visual se bifurca apresentando-se sob a forma de dois estímulos, estabelecendo, assim, dois subsistemas que devem ser ativados paralelamente, os quais são chamados de subsistema fisiológico e subsistema cognitivo (MORAES; MARTINS, 2002). Logo, o tempo de tomada de resposta dos indivíduos é diferente, pois os indivíduos impulsivos requerem menor tempo para a tomada de decisão do que aqueles que têm personalidade reflexiva (SOUZA, 2004).

3.2 PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO

As teorias do processamento da informação (PI) passaram a se concentrar na procura de respostas sobre como o ser humano processa a informação mentalmente (CID; ALVES, 2006). Nos anos 70, a neuropsicologia cognitiva propôs o modelo de processamento da informação para análise dos subcomponentes das habilidades cognitivas, procurando compreender como a informação é transformada e processada para uma finalidade.

3.2.1 Visão

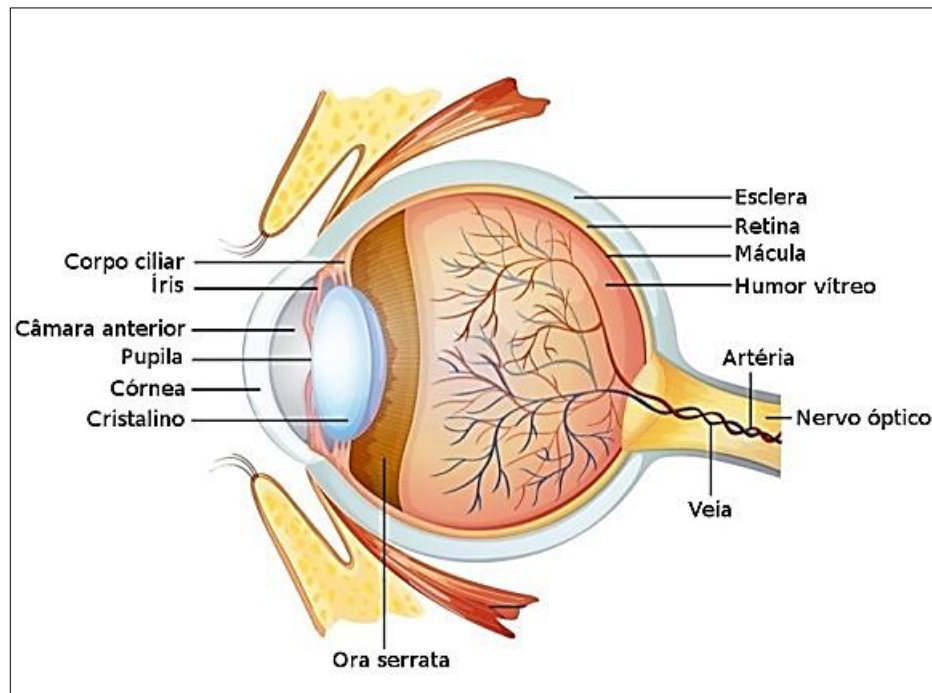
Tendo em vista que o sentido da visão é uma importante fonte de informação por ser capaz de perceber, num mesmo período de tempo, uma grande quantidade de informações, as empresas, de um modo geral, devem se preocupar com a disposição das informações, pois quanto mais adequada for à apresentação das informações, maior a capacidade do olho humano percebê-las e assimilá-las.

Segundo Laville (1997) o complexo funcionamento do aparelho visual se dá a partir da identificação e integração de estímulos físicos representados por informações externas, através da percepção de um objeto, suas características físicas, seu lugar no ambiente e seu movimento no espaço. No entanto, são as funções nervosas localizadas no cérebro que constituem o suporte para a integração das informações receptadas pelo olho.

Para Grandjean (1998), o aparelho ótico é o conjunto dos órgãos e estruturas nervosas que participam do processo de visão. Esse organismo responde, no mínimo, por 90% das atividades exercidas na vida diária. Por consequência, tem ele papel decisivo em qualquer atividade ou trabalho profissional, especialmente em trabalhos de precisão.

A sensação da visão pode ser determinante de pensamentos, decisões e razões, a partir do que se conclui a relevância do estímulo visual. Considerando, ainda, ser o olho humano capaz de perceber simultaneamente uma série de informações, a forma das informações deverá ser adequada à sua capacidade de percepção. Abaixo sua representação na Figura 12.

Figura 10 - Representação da estrutura do olho humano.



Fonte: Info Escola.

No cenário dos simuladores de direção, o treinamento de habilidades de visão para condutores é considerado essencial para a realização do controle básico e avançado do veículo, e para obter resultados consistentes de condução segura. As características da visão têm sido estudadas devido à sua importância para o trabalho e para a vida diária. Segundo Lida (1998), as principais características da visão são:

- a) acuidade visual** – diz respeito à capacidade de visualizar e discriminar pequenos detalhes e depende de fatores como intensidade de iluminação e tempo de exposição;
- b) acomodação e convergência** – ocorrem simultaneamente, dependem da musculatura dos olhos e têm como função manter o foco; sendo que a

acomodação corresponde à capacidade dos olhos para focalizar os objetos a diferentes distâncias, e decresce com a idade, e a convergência refere-se à capacidade dos dois olhos moverem-se coordenadamente, focalizando o mesmo objeto e, como resultado, proporcionando a impressão de profundidade, a partir de uma distância mínima situada em torno de 10 cm e que não se altera com a idade;

c) percepção das cores – está relacionada à capacidade visual de distinguir os diferentes comprimentos das ondas eletromagnéticas visíveis à luz solar ou luz branca, responsáveis por absorver e refletir as infinitas combinações dos pigmentos que irão colorir os objetos.

Grandjean (1998) apresenta como funções da visão, não só o foco, já citado anteriormente, mas também a sensibilidade a contrastes e a velocidade de percepção, descritas a seguir:

a) sensibilidade a contrastes – referem-se ao poder de reconhecer pequenas diferenças de iluminação, tais como gradações das sombras e irregularidades da própria iluminação. Sendo maior em superfícies grandes do que em pequenas e também maior quando há limites nítidos e menor com imagens manchadas;

b) velocidade de percepção – é o desempenho visual que define o espaço de tempo entre o primeiro contato com um objeto e sua percepção. Junto com a acuidade visual, apresentada anteriormente e a sensibilidade a contrastes, a velocidade de percepção depende do nível de iluminação, ou seja, quanto maior a densidade luminosa, maior será a sensibilidade a contrastes e a velocidade de percepção.

3.2.2 Cérebro

Como consta no atlas de anatomia humana Sobotta (2000, p. 367) os cones e os bastonetes são as células visuais. Estas são células fotossensíveis especializadas responsáveis pela captação da luz, que segundo o ABC... (1989, p. 191) geram impulsos que atingem o cérebro. Conforme Grandjean (1998), a energia luminosa é transformada por reações fotoquímicas em energia bioelétrica e via nervo ótico chega ao cérebro, onde se estabelece a percepção visual. Desta forma,

justifica-se fisiologicamente a variabilidade individual da interpretação visual, a qual a projeção da sinalização de segurança e de orientação devem sempre atentar, reafirmando o que já foi colocado conceitualmente.

A qualidade da iluminação no ambiente de trabalho está diretamente relacionada à representação visual dos dispositivos de sinalização de segurança, sendo, portanto, de suma importância na aquisição e comunicação da informação. Em determinadas situações, a iluminação do próprio dispositivo também é indicada ou se faz necessária.

Sistema Motor. Na medida que o Sistema Motor é excitado, o Sistema Límbico envia o que é chamada uma mensagem de referência, alertando todo o Sistema Sensorio para se preparar para responder à uma nova informação. Quando a informação é adquirida, a atividade sincronizada de cada sistema é transmitida de volta ao Sistema Límbico, onde é combinada com outros estímulos para formar a Gestalt.

O cérebro humano pode ser dividido em dois hemisférios e em três partes. O hemisfério esquerdo controla o lado direito do corpo, e o direito controla o lado esquerdo. De muitas formas cada hemisfério é um espelho do outro, mas há especializações no trabalho, por exemplo: as principais áreas que controlam o desenvolvimento e uso da linguagem são do lado esquerdo e as dedicadas ao processamento da visão tridimensional, do lado direito. As três partes do cérebro são:

- **Cérebro anterior** (ou prosencéfalo): que abrange essencialmente o córtex cerebral, localizam-se, a memória, o processo de aprendizado, a consciência, a percepção e os processos mentais do pensamento.
- **Cérebro médio** (mesencéfalo): localizado abaixo do cérebro anterior, configura a passagem do cérebro posterior. Aqui, estão situados os centros de funcionamento autônomo, funções elementares de manutenção da vida, por exemplo, fome, sede, raiva, defesa, fuga e comandos neurovegetativos dos órgãos internos. Partes importantes são o tálamo e o hipotálamo.
- **Cérebro posterior** (metencefalo): forma a passagem para a medula óssea e estabelece a ligação com o cerebelo. É o local de comandos

vitalis (respiração, batimento cardíacos e circulação sangüínea, tossir, etc.). Além disso, encontram-se aqui praticamente todos os feixes nervosos com uma complexa e intrincada rede de conexões. No cérebro posterior localiza-se também a formação reticular.

Segundo Fialho (2001) as entradas do sistema cognitivo são as situações, ou informações resultantes dos tratamentos dos sistemas sensoriais, que provêm de duas origens: natureza espaço – temporal – referente a objetos e eventos; e as de natureza simbólica que veiculam significados e são interpretados no interior dos sistemas de sinais de tal sistema.

Assim, possui como componentes, as atividades mentais, de percepção e de motricidade. Segundo Fialho (2001), cada indivíduo possui estilo cognitivo próprio, uma vez que este resulta de ftores pessoais, tais como idade, habilidade verbal, habilidade especial entre outros. Como exemplo desse comportamento podemos citar individuos impulsivos e os reflexivos, que tem tempo de resposta de tomada de decisão diferente.

3.3 ERGONOMIA COGNITIVA

A atividade mental pode ser definida segundo Kroemer e Grandjean (2005, p.141) como “um termo geral para qualquer trabalho no qual a informação precisa ser processada de alguma forma pelo cérebro”, sendo esta classificada em duas categorias: trabalho cerebral (propriamente dito) e o processamento de informação (parte do sistema humano-máquina).

Fialho (2011) define as atividades mentais em produtos, objetos de atuação e modos de realização e de funcionamento, considerando três classes de atividades mentais: compreender, raciocinar e avaliar. Esta atividade mental, que é requerida em todos os processos cognitivos, é, em termos laborais, conhecida como carga mental de trabalho. O entendimento da atividade mental dos trabalhadores de modo a interferir positivamente no seu ambiente de trabalho é uma das áreas da Ergonomia Cognitiva.

Esta se ocupa do estudo das habilidades e limitações humanas, da tarefa, do ambiente e do uso de faculdades mentais que possibilitam a decisão no trabalho (VIDAL; CARVALHO, 2008, p. 9). No âmbito da Ergonomia Cognitiva, há a

predominância dos aspectos sensoriais e da tomada de decisões. Neste processo ocorre a captação de informações (percepção), armazenamento (memória) e seu uso no trabalho (decisão) (IIDA, 2005).

3.3.1 Percepção

Segundo Iida (2005), entende-se por percepção o resultado do processamento do estímulo sensorial com finalidade de dar significado. Neste processamento, a percepção está diretamente relacionada à recepção e reconhecimento de uma informação, que é comparada a uma informação anteriormente armazenada na memória.

Este processamento depende de fatores individuais como personalidade, nível de atenção e expectativas. Assim, uma mesma sensação pode produzir diferentes percepções em diferentes pessoas, levando-as conseqüentemente a diferentes tipos de decisões.

A questão quanto ao limite entre percepção e cognição ou ainda entre a sensação e a percepção gera muito debate. Assim, estes processos deveriam ser vistos como parte de um contínuo, ou seja, a informação flui pelo sistema (STERNBERG, 2008).

3.3.2 Atenção

Segundo Guimarães (2001), atenção é uma capacidade limitada dos seres humanos que não pode ser observada diretamente, mas, sim, inferida a partir do desempenho humano. Ela, apesar de não ser totalmente controlável, pode ser desenvolvida com maior ou menor esforço. Classifica-se em:

- **Atenção seletiva:** características do ser humano de selecionar o canal perceptual para o qual vai dirigir sua atenção a qualquer momento.
- **Atenção focada:** característica de enfocar determinado canal perceptual e excluir o estímulo de outros canais adjacentes.
- **Atenção dividida:** característica de dividir atenção simultaneamente para dois ou mais canais perceptuais. A atenção é a base para a memória, discutida no próximo tópico.

3.3.3 Memória

De acordo com Kroemer e Grandjean (2005), a memória pode ser definida como o processo de armazenamento da informação no cérebro, onde após um processamento geralmente apenas uma parte é selecionada.

A memória humana está relacionada a interações entre as sinapses da estrutura neural cerebral (IIDA, 2005). Desta forma, as memórias são inicialmente codificadas pelos neurônios, armazenadas em redes neurais e posteriormente evocadas por estas mesmas redes ou por outras. Esses processos são modulados pelas emoções, pelo nível de consciência e pelos estados de humor (LENT, 2013).

Este processo visa armazenar as informações percebidas para seu uso posterior. Estima-se que a capacidade total da memória humana seja cerca de 100 milhões de bits, embora alguns autores considerem cifras até 43 bilhões de bits (IIDA, 2005).

Existem vários diferentes modelos de memória, sendo que os psicólogos cognitivos usualmente descrevem três tipos de armazenagem: sensorial, de curto prazo e de longo prazo. De acordo com Sternberg (2008), a partir das observações de Atkinson e Shiffrin (1968), a armazenagem sensorial tem uma capacidade limitada de armazenagem de informações decorrentes de registros sensoriais (visuais e auditivos, p. ex.) e armazena essas informações por períodos muito breves.

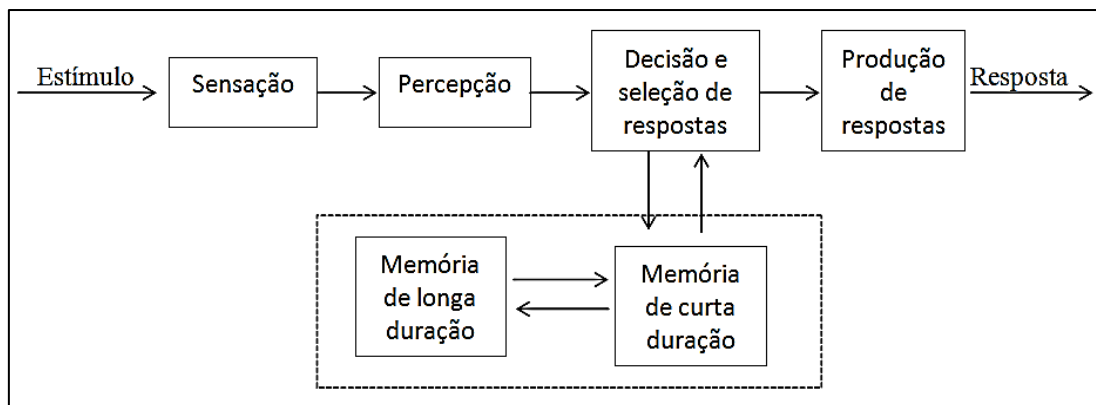
Já a armazenagem (memória) de curto prazo, tem a capacidade de armazenagem de informações um pouco maior, por períodos um pouco mais longos. Por fim, a armazenagem (memória) de longo prazo tem uma capacidade muito grande de armazenagem de informações por períodos muito longos de tempo.

Importante ressaltar que Atkinson e Schiffrin (1968) não estavam sugerindo que esse modelo era composto por estruturas fisiológicas distintas, mas sim por constructos hipotéticos, ou seja, modelo mental para se entender esse fenômeno (STERNBERG, 2008). Nesse sentido, Fialho (2011, p 88) adverte que os processos de tratamento das informações, que realizamos, não são diretamente observáveis, só podendo ser inferido.

De forma resumida, o processo de memorização pode ser compreendido pelo fluxo de informações a partir dos dados do ambiente/estímulos, que são

transformados em registros sensoriais, que serão filtrados, interpretados e armazenados pelas memórias de curto e de longo prazo (Fig.11). As memórias de curto e longo prazo também são nominadas de curto e longo termo ou ainda de curta e longa duração. Para facilitar a compreensão, ao longo deste trabalho serão utilizados os termos Memória de Curta Duração (MCD) e Memória de Longa Duração (MLD).

Figura 11 - Modelo de processamento humano.



Fonte: Iida (2000) apud Wickens (1992, p. 262).

3.3.4 Processo decisório

Diariamente as pessoas precisam fazer escolhas sobre todos os acontecimentos do seu dia e de suas vidas e o julgamento e a tomada de decisão são utilizados para avaliar as oportunidades e selecionar opções existentes (STERNBERG, 2008). Segundo Iida (2005, p 281), decisão “é a escolha de uma entre diversas alternativas, cursos de ação, ou opções possíveis”. Em outras palavras, a tomada de decisão é um termo abstrato que se refere ao processo de selecionar uma opção particular entre uma série de alternativas com a expectativa de se produzir diferentes resultados (LEE, 2013).

Em termos cognitivos, sabe-se que o processo decisório usa tanto a memória de curta quanto de longa duração. A principal causa da dificuldade das decisões complexas está na baixa capacidade da memória de curta duração, o que pode fazer com que algumas opções sejam esquecidas ou omitidas.

A coleta, a quantidade e a seleção de informações relevantes também influenciam na qualidade da decisão. Uma vez coletadas e selecionadas as informações, faz-se necessário interpretar o significado destas informações a partir

de um modelo cognitivo (IIDA, 2005). Numa perspectiva teórica, sabe-se que os primeiros modelos de tomada de decisão eram baseados na teoria clássica da decisão, que se amparava como ponto forte na possibilidade de modelagem matemática e estatística para o comportamento humano.

Este modelo baseava-se em três pressupostos, a saber: 1) quem toma decisões está consciente de todas as possíveis opções e resultados para a sua decisão, 2) princípio da sensibilidade infinita, ou seja, capacidade de distinguir as mudanças sutis entre as opções, 3) princípio da racionalidade, isto é, as pessoas fazem suas escolhas na tentativa de maximizar algo (STERNBERG, 2008).

Por volta dos anos 50, esta ideia de previsibilidade de modelos matemáticos desconsiderando que os seres humanos não tomam decisões ideais e que a elas se atribui considerações subjetivas, questionaram a teoria clássica e deram espaço a uma estratégia de tomada de decisão intitulada *Satisficing* (SIMON, 1976).

Neste modelo, a reflexão se dá sobre cada opção e será selecionada aquela que satisfizer o nível mínimo de aceitabilidade de cada um, mesmo sem a análise de todas as opções (STERNBERG, 2008; SIMON, 1976). De acordo com Lee (2013), até recentemente duas abordagens distintas dominaram o estudo da tomada de decisão. A primeira é a abordagem normativa, direcionada para a questão do que seja a melhor ou a ótima escolha para um dado problema ou tomada de decisão.

A segunda fundamentou-se em estudos empíricos que buscaram identificar o conjunto de princípios que poderiam explicar de forma clara as reais escolhas dos seres humanos e animais. Assim, julgamentos chamados intuitivos puderam ser mais bem analisados a partir de estudos observacionais como a Tomada de Decisão Naturalística, por exemplo Certo (2005), Chiavenato (2010), Maximiano (2009) e Robbins (2010) ressaltam que o processo de tomada de decisão é uma atividade passível de erros, pois ela será afetada pelas características pessoais e percepção do tomador de decisões.

4 USABILIDADE

4.1 USABILIDADE E SEUS USUÁRIOS

O conceito de usabilidade foi primeiramente discutido por Shackel (1984), que define usabilidade de um sistema ou equipamento como a capacidade deste ser utilizado facilmente e eficazmente, em termos funcionais humanos, por uma gama específica de usuários, ao receber treinamento específico e suporte para cumprir uma tarefa específica, dentro de um determinado intervalo e em um cenário ambiental. Ou seja, corresponde a capacidade deste ser usado facilmente e eficazmente por humanos (SHACKEL, 1991, p. 24).

A usabilidade é mais conhecida e melhor definida quanto à abordagem da Interação Humano Computador (HCI - *Human computer interaction*). Estes conceitos são utilizados para aprimorar a interface usuário-*software* (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010; NIELSEN, 1993).

A importância dessa dimensão no design de produtos de consumo foi primeiramente considerada no início da década 1990 por companhias como Thomson Consumer Electronics, Apple Computer e Northern Telecom (MARCH, 1994).

Jordan (1998; 2000) já assinalava um crescimento do tema com mais literatura sendo escrita, mais profissionais de usabilidade sendo empregadas, mais conferências sobre o assunto e uma maior sensibilização do público para sua existência.

A partir de então a usabilidade vem sendo aplicada em ampla escala para a concepção de produtos de uso fácil, compreensível, acessível e confortável. Nielsen (1993) considera usabilidade como um aspecto, entre outros, que influencia na aceitação de um produto, cujo objetivo consiste em elaborar interfaces transparentes, capazes de oferecer uma interação fácil, agradável, com eficácia e eficiência, permitindo ao usuário pleno controle do ambiente sem se tornar um obstáculo durante a interação.

Nielsen também indica que usabilidade e utilidade em conjunto formam o sistema utilizável. A utilidade é a questão de saber se a funcionalidade do sistema,

em princípio, pode fazer o que é necessário e usabilidade é a questão de como tão bem o usuário pode usar essa funcionalidade.

Apoiada por Eason (1984), ao afirmar que usabilidade pode limitar o grau em que um usuário pode realizar uma utilidade em potencial de um sistema de computador. Steve Krug (2000), em seu famoso livro *Don't Make me Think!* (Não me faça pensar!), caracteriza usabilidade, a partir de uma simples perspectiva, como a certeza de que alguma coisa funciona bem, que uma pessoa com habilidade e experiência média (ou mesmo abaixo da média) pode usar uma coisa, seja um website, um jato de caça ou uma porta giratória, a qual se destina sem ficar irremediavelmente frustrado.

De acordo com Bevan (1995), usabilidade é frequentemente definida como facilidade de uso e caracteriza a aceitabilidade de um sistema para uma determinada classe de usuários que realizam tarefas específicas em um determinado ambiente. Facilidade de uso afeta o desempenho do usuário e sua satisfação, enquanto afeta o sistema quando utilizado. No entanto a expressão 'fácil de usar' oferece pouca orientação sobre a interface do usuário.

A ISO 9241-11 de 1998 traz o mais clássico e reconhecido conceito de usabilidade: “o alcance pelo qual um produto pode ser usado por certos usuários para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em certo contexto de uso”. Eficácia: refere-se à dimensão pela qual um objetivo ou tarefa são atingidos. A eficácia mede a relação entre os resultados obtidos e os objetivos pretendidos, ou seja, ser eficaz é conseguir atingir um dado objetivo. Eficiência: refere-se à quantidade de esforço requerido para se atingir um objetivo. Quanto menor o esforço, maior a eficiência. Satisfação: refere-se ao nível de conforto que o usuário sente quando usa um produto e o quanto aceitável o produto é para o usuário em relação ao desejo de atingir os seus objetivos.

Comparando a definição da ISO pela proposta por Shackel (1991), fica evidente a importância dada pelo autor de que a usabilidade é dependente do contexto de uso. Jordan (2006) apoia ao destacar que a definição dada pela ISO deixa claro que a usabilidade não é simplesmente uma propriedade do produto de forma isolada, mas que depende também de quem está usando o produto, o objetivo que pretende atingir e em que ambiente o produto está sendo utilizado. Neste caso,

bom em fazer o que se espera dele”. Eficiência se refere à maneira como o sistema auxilia os usuários na realização de suas tarefas.

Cybis, Betiol e Faust (2007, p. 23) apresentam uma definição mais detalhada de usabilidade, envolvendo mais elementos. E diz que a usabilidade é a qualidade que caracteriza o uso de um sistema interativo. Ela se refere à relação que se estabelece entre usuário, tarefa, interface, equipamento e demais aspectos do ambiente no qual o usuário utiliza o sistema.

Nielsen é um pesquisador respeitado, experiente e reconhecido internacionalmente por suas contribuições em questões de usabilidade associados aos estudos de HCI e Ergonomia. Suas definições quanto à interação entre utilizadores e sistemas tecnológicos de informação são muito utilizados por diversos pesquisadores e estudiosos da área.

Segundo o autor a “usabilidade é um atributo de qualidade que avalia quão fácil uma interface é de usar” ou “a medida de qualidade da experiência de um usuário ao interagir com um produto de um sistema”. Ou seja, a usabilidade está associada à utilização de métodos que contribuam com a facilidade de uso durante o processo de criação do produto (*software*, *website*, ou qualquer dispositivo que vá ser operável por um utilizado).

A usabilidade está distribuída a diversos elementos, sendo associada, segundo Nielsen (1994) aos seguintes fatores: a) Facilidade de aprendizado; b) O sistema deve ser fácil de assimilar pelo utilizador, para que este possa começar a trabalhar rapidamente;; c) Ser eficiente para que o utilizador, depois de o saber usar, possa atingir uma boa produtividade; d) Deve ser facilmente memorizado, para que depois de algum tempo sem o utilizar, o utilizador se recorde como usá-lo; e) Prever erros, evitar que os utilizadores os cometam e, se o cometerem, permitir fácil recuperação ao estado anterior; f) Segurança e satisfação.

O sistema deve ser usado de forma agradável, para que os utilizadores fiquem satisfeitos. Outros pesquisadores além de Nielsen definem princípios e regras ergonômicas para interfaces humano-computador. É possível perceber a semelhança e a abrangência proposta por cada autor, envolvendo questões que dizem respeito à interface humano-computador no seu sentido mais amplo.

A usabilidade é parte integrante do desenvolvimento do software tanto nos requisitos quanto no teste do sistema. Varias empresas reorganizaram seus testes de usabilidade a fim de prover serviços não só para análises competitivas, mas também para garantia de qualidade. Durante os anos 70 eram poucas as bases científicas para o entendimento da usabilidade, assim, vários programas de pesquisa foram criados nas ciências sociais e na engenharia de produção. Usabilidade corresponde à questão específica de saber se as pessoas são capazes de usar determinada coisa.

Outros conceitos, tais como prazer, aceitação do consumidor ou como as pessoas irão utilizar, adquirir ou desfrutar de um produto, devem complementar a usabilidade, conforme sugerem Kahman e Henze (2002). Sendo assim, a usabilidade é um dos muitos conceitos avaliativos para descrever a experiência do consumidor de um produto. Como bem descreve Jordan (2000, p. 5), a "Usabilidade é vital, mas não toda a história".

4.1.1 Termos para recomendações de usabilidade

As recomendações de usabilidade são consideradas conselhos para o desenvolvimento de sistemas que sejam fáceis de usar, fáceis de aprender, fáceis de lembrar, que sejam eficientes e que satisfaçam subjetivamente durante o uso. As recomendações são muito importantes para guiar os profissionais durante o desenvolvimento dos sistemas.

Tanto na fase inicial de criação dos sistemas, projetando-os de acordo com as recomendações, como também durante o seu desenvolvimento e finalização, como forma de avaliação, verificando se as recomendações foram cumpridas, buscando situações que sejam propícias ao erro ou que estejam em desacordo com alguma regra de usabilidade para eliminá-las antes mesmo de serem colocados para o uso.

Vários são os termos dirigidos para representar recomendações de usabilidade e esta multiplicidade costuma confundir estudantes e profissionais, como afirma Preece et al. (2005, p. 50). Os vários termos propostos para descrever os diferentes aspectos da usabilidade podem ser confusos. Geralmente são

intercambiáveis e apresentam combinações diferentes. Algumas pessoas falam sobre princípios do design da usabilidade; outras sobre conceitos do design.

Muitos são os termos empregados para apresentar recomendações que guiem o projeto de interfaces computacionais para melhorar a usabilidade. Entre eles, podem ser expostos: Diálogo Homem-Máquina (DUL; WEERDMEESTER, 1991); Critérios Ergonômicos de Usabilidade (BASTIEN; SCAPIN, 1993); Princípios Gerais e Heurísticas (NIELSEN, 1994); Princípios de Usabilidade (JORDAN, 1998; PREECE et al., 2005); Regras de Ouro (SHNEIDERMAN, 2005); Guidelines ou Guia de Estilos (DIAS, 2007; WINCKLER, 2001).

No Quadro 1, retirado de Preece et al., (2005, p. 50), explana as diferenças sobre alguns dos termos utilizados para recomendações de usabilidade.

Quadro 1 - Termos empregados na usabilidade.

Conceito	Níveis de Orientação	Outro Termo conhecido	Como utilizar
Metas de usabilidade	Geral	-	Estabelecer critérios de usabilidade para avaliar a aceitabilidade de um sistema (ex.: Quanto tempo leva para a realização de uma tarefa?)
Metas decorrentes da experiência do usuário	Geral	Fatores de satisfação	Identificar os aspectos importantes da experiência do usuário (ex.: Como se pode tornar o produto interativo divertido e agradável?).
Princípios de design	Geral	Heurística, quando utilizados na prática. Conceitos do design.	Como lembretes do que fornecer e do que evitar durante o design da interface (ex.: Que tipo de <i>feedback</i> você vai fornecer na interface?).
Princípios de usabilidade	Específica	Heurística, quando utilizados na prática.	Avaliar a aceitabilidade das interfaces, utilizadas durante a avaliação heurística (ex.: O sistema oferece saídas claramente indicadas?).
Regras	Específica	-	Determinar se uma interface adere a uma regra específica, quando está sendo projetada e avaliada (ex.: Sempre oferecer um botão <i>backward</i> e <i>forward</i> em um navegador).

Fonte: Preece et al. (2005).

4.1.2 Análise de recomendações de usabilidade

Acreditando-se que diferentes estudos de usabilidade possam apontar recomendações em comum, consideradas básicas, foram analisados os estudos dos autores Bastien e Scapin (1993), Jordan (1998), Shneiderman (2005) e Nielsen (1994), conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Usabilidade: diferentes estudos analisados.

Apresentação dos Estudos Analisados	
Bastien e Scapin (1993)	Critérios Ergonômicos para Avaliação de Interfaces Humano- Computador: Os autores utilizam o termo Critérios Ergonômicos para representar o estudo e o determinam como parte de um estudo maior. Apontam que os critérios podem auxiliar na forma de padronização de avaliação, mas não devem substituir outros métodos e sim, complementá-los. Destacam que estes podem auxiliar no ensino de questões de IHC, além de poder ser utilizado por profissionais não especialistas em ergonomia.
Jordan (1998)	Princípios para design com usabilidade: O autor apresenta dez princípios onde são colocadas características de design associadas à usabilidade. Explica como e porque cada um dos princípios afeta a usabilidade.
Nielsen (1994)	Dez heurísticas da usabilidade: O autor utiliza o termo “heurístico” para representar os estudos e os apresenta como princípios gerais para o projeto de interfaces. Os princípios foram retirados e refinados de uma análise de 249 problemas de usabilidade. Contudo, o autor ressalta que já desenvolveu uma guideline de usabilidade mais recente.
Shneiderman (2005)	Uso das oito regras de ouro da interface do design: O autor classifica as oito regras de ouro como princípios e apresenta-os como sendo aplicáveis à maior parte dos sistemas interativos. Destaca que as regras precisam de validação e refinamento para projetos mais específicos e que podem ser úteis para estudantes e designers.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os autores selecionados para o estudo apresentaram diferenças quanto à estrutura na apresentação do material. Alguns estudos são mais longos e detalhados, utilizando muitos exemplos, enquanto outros são mais curtos e objetivos, apresentando algumas sugestões e indicações.

- Bastien e Scapin (1993) apresentaram oito critérios, subdividindo a maior parte deles. Mantiveram uma estrutura fixa com definição, resultados, exemplos e comentários, facilitando o entendimento e aplicação das

recomendações. Apesar de ser um dos estudos mais antigos, os autores apresentaram maior nível de detalhamento e maior número de informações, considerado, portanto, o estudo mais amplo em relação aos outros autores citados.

- Dul e Weerdmeester (1991) apresentaram sete conjuntos de recomendações utilizando uma estrutura fixa com definição e características de como deve ser o sistema para que cumpra as recomendações. Os próprios títulos dos grupos de recomendações são apresentados em forma de recomendação, já explanando os objetivos principais. Os autores utilizam poucos exemplos, são diretos e utilizam linguagem fácil e acessível para estudantes. Pode ser considerado o material de mais fácil compreensão em relação aos estudos considerados na pesquisa.
- Jordan (1998) apresentou dez princípios que podem ser aplicados a outros produtos além das interfaces de sistemas. O autor utilizou basicamente exemplos para explicar os princípios, permitindo fácil entendimento para pessoas leigas. Além disso, em muitos exemplos, apontou soluções simples para o problema da falta de usabilidade.
- Nielsen (1994) apresentou dez conjuntos de recomendações e os definiu de forma direta e geral com poucos exemplos, porém o autor ressalta que desenvolveu guidelines mais completas. Nota-se, contudo, que, quando traduzidas para o português, suas recomendações exigem bastante interpretação.
- Shneiderman (2005) apresentou oito conjuntos de recomendações de forma detalhada e com vários exemplos. O material é bastante completo, porém, o autor utiliza alguns termos muito específicos, de difícil compreensão para estudantes iniciantes e leigos.

Importância da usabilidade de software: As necessidades de aplicação de recomendações de usabilidade e, portanto, de melhorias nas interfaces vão além da fácil utilização. Para Moraes (2002) cabe minimizar: o tempo necessário para a

aprendizagem; a irritação dos usuários, quando se veem incapazes de navegar nos programas; a subutilização de recursos; as possibilidades de erros na operação e o baixo rendimento do trabalho.

4.1.3 Problemas de usabilidade de *softwares*

A Usabilidade de *software* pela ISO/IEC FCD 9126-1 pode ser definida como a capacidade do *software* ser compreendido, aprendido, usado e apreciado pelo usuário, quando usado nas condições especificadas.

A usabilidade é uma qualidade de uso, ou seja, ela é definida ou medida para um determinado contexto no qual um sistema é operado. Assim, um sistema pode proporcionar boa usabilidade para um usuário experiente, mas péssima para um iniciante, ou vice-versa; ou ainda, pode ser fácil operar se o sistema for usado esporadicamente, mas difícil se for utilizado freqüentemente. (CYBIS, 2003).

Um problema de usabilidade é um aspecto do sistema e/ou uma demanda ao usuário que torna o sistema ineficiente, desagradável, oneroso ou impossível para o usuário alcançar seus objetivos. Numa situação comum, tem como origem um projeto equivocado e acabam surgindo durante a interação do usuário com o *software*. Seus efeitos repercutem diretamente sobre o usuário aborrecendo, constrangendo ou traumatizando e indiretamente sobre a tarefa realizada retardando, prejudicando ou inviabilizando (CYBIS, 2003; LAVERY, 1997).

Os efeitos impostos por um sistema ao desempenho do usuário, por apresentar problemas de usabilidade, podem gerar sobrecarga ou sofrimento de três aspectos, geralmente, inter-relacionados: o físico, o cognitivo e psíquico. O aspecto cognitivo é o que apresenta a maior carga nas tarefas informatizadas, por elas terem a característica de interação digitalizada, composta de operações simbólicas com ênfase na entrada e resgate de dados (GUIMARÃES, 2002; WISNER, 1987).

Araújo (2004), em sua pesquisa sobre a ocorrência de usabilidade na formulação de textos suficientemente informativos, curtos e adequados à *web*, baseia-se nas recomendações de Nielsen e Tahir (2002), que quando transgredidas geram problemas de usabilidade para os leitores.

Os problemas de usabilidade são detectados pelos métodos de avaliação

de usabilidade das interfaces, seja por prospecção, diagnóstico ou observação. Já a sua priorização de tratamento é pautada pelo grau de severidade dos problemas, baseado na análise de suas causas e de seus efeitos, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Características que facilitam o diálogo do usuário com a interface do produto.

Diversidade	A interface deve prever a maioria das classes de usuários. Identificar e se adaptar a cada usuário individualmente.
Complacência	Permitir aos usuários reverter erros cometidos por ele e também recuperar informações já apresentadas.
Eficiência	Minimizar o esforço gasto para executar uma tarefa.
Conveniência	Fácil acesso a todas operações.
Flexibilidade	São as várias maneiras oferecidas ao usuários para execução de uma operação.
Consistência	É o modelo conceitual desenvolvido pelo usuário em relação à interface. Composto pelo comportamento e pela apresentação física da interface, embasados em regras definidas e conhecidas pelo usuário.
Prestimosidade	Oferta de ajuda, na forma de mensagens de erro, conselhos etc., quando requisitada ou quando detectar que o usuário se encontra em dificuldades.
Imitação	A interface deve imitar o diálogo humano, explorando aspectos da comunicação humana não orientados a comandos.
Naturalidade	Deve-se comunicar com o usuário sem exigências de conhecimento de terminologia não referente à tarefa.
Satisfação	Não deve causar frustrações nas expectativas do usuário.
Passividade	Deve permitir que o usuário detenha o controle da interação.

Fonte: Barros (2003); Dehning (1981), Fischer (1990), Liang (1987), Petry (1993) e Tru (1985).

Devem ser priorizados os aspectos que forem verificáveis para qualquer tipo de usuário, os causadores de perda de tempo em tarefas freqüentes, os causadores de falhas ou perda de dados em tarefas de elevada importância (CYBIS, 2003), de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4 - Classificação dos aspectos da interface causadores de problema.

Classificação	Aspectos causadores de problemas de usabilidade
Quanto à natureza	• Barreira: no qual o usuário esbarra sucessivamente e não aprende a suplantá-lo. Implica prejuízos definitivos, podendo inviabilizar o sistema. • Obstáculo: no qual o usuário esbarra, mas aprende a suplantá-lo.
Quanto ao tipo de tarefa	• Principal: que compromete a realização de tarefas freqüentes ou importantes. • Secundário: que compromete a realização de tarefas pouco freqüentes ou pouco importantes.
Quanto ao tipo de usuário	• Geral: que atrapalha qualquer tipo de usuário durante a realização de sua tarefa. • De iniciação: que atrapalha o usuário novo ou intermitente. • Avançado: que atrapalha o usuário especialista.
Quanto à categoria	• Falso: são os que, apesar de serem problemas, não são causadores de problemas ao usuário, nem à sua tarefa. • Novo: representa um obstáculo, devido a uma revisão de usabilidade equivocada.

Fonte: Cybis (2003).

De tal modo, para que um software possa ser considerado com boa usabilidade, não basta que apresente apenas uma interface agradável, satisfazendo subjetivamente o usuário, mas atenda a requisitos de eficiência, facilidade de aprendizado, memorização, baixa taxa de erros e seja acessível por qualquer pessoa, independente de suas limitações.

4.1.4 Softwares com boa usabilidade

Uma das características que distingue um *software* com qualidade, em termos de usabilidade, é a sua adequação à funcionalidade do usuário, sem exigir para o seu uso que o usuário tenha que se adaptar a ele. Um sistema realmente efetivo é aquele que é projetado a partir do ponto de vista do operador e não da perspectiva de uma simbiose operador/máquina (ARAGÃO, 2001; MORAES; MONT'ALVÃO, 2000).

Além de ouvir a opinião do usuário e entender o que ele precisa, os sistemas computacionais com uma boa usabilidade devem preocupar-se em determinar uma interação eficiente, eficaz e segura, entre um indivíduo ou um grupo de indivíduos e o computador; compreenderem os fatores psicológicos, ergonômicos, organizacionais e sociais que determinam como as pessoas farão uso efetivo da tecnologia computacional disponibilizada; desenvolverem ferramentas e técnicas, que auxiliem os projetistas de sistemas computacionais, a implementar sistemas que auxiliem as pessoas na execução de suas atividades; preocuparem-se com a facilidade do usuário aprender e reaprender a usar o sistema, onde, no reaprender, não haja perda do conhecimento após um período de inatividade.

Em se tratando de um período longo, seja possível lembrar suas principais características; terem consciência que o índice de satisfação do usuário está diretamente relacionado às facilidades que o sistema oferece na identificação de quais funções devem ser utilizadas em quaisquer (ou pelo menos na maioria das) circunstâncias, na exploração das suas facilidades, na intuitividade da interface (adaptada ao modelo cognitivo do usuário), no tempo de resposta às solicitações (adequados à expectativa do usuário); saberem lidar com o grau de frustração do usuário, decorrente dos erros cometidos durante a interação, minimizando ao máximo a probabilidade de erro acontecer, minimizando e permitindo reverter suas conseqüências; e, finalmente, transmitirem ao usuário a sensação de segurança durante todo desenrolar da interação (KANTNER; ROSENBAUM, 1997; MARMION, 2004).

As recomendações de usabilidade são tão importantes como a própria usabilidade, pois é por meio daquelas que esta pode ser alcançada. De acordo com Andrade (2003), o desenvolvimento de interfaces gráficas deve seguir recomendações e critérios ergonômicos e da comunicação visual. Santos (2006) destaca que interfaces desenvolvidas sem o atendimento aos requisitos de

usabilidade levam a uma performance deficiente e a uma redução da qualidade da interação do usuário com um aplicativo.

Os projetos onde as recomendações de usabilidade são obedecidas têm maiores chances de serem bem elaborados e estruturados, colaborando para o menor esforço do usuário, ao diminuir, por exemplo, a realização de tarefas repetitivas e ao evitar que este se perca na navegação do sistema.

As recomendações são um importante guia para desenvolvedores de sistemas, para testarem e finalizarem os softwares. Elas podem, e devem ser aplicadas desde o início do projeto, construindo estruturas e layouts que considerem aspectos de bom funcionamento, agradabilidade, facilidade de aprendizado, entre outros fatores. Mas as recomendações também podem ser utilizadas para testar e avaliar os softwares, apontando situações inadequadas e propícias ao erro.

4.2 INTERFACE HUMANO COMPUTADOR (IHC) E A AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

De acordo com Galitz (2007), Interação Humano-Computador é o estudo, planejamento e design de como as pessoas e computadores trabalham juntos para que as necessidades do usuário sejam satisfeitas da maneira mais eficiente. Galitz (2007) também diz que os projetistas de interface devem considerar uma variedade de fatores: o que a pessoa espera e deseja do sistema, quais as limitações físicas e as habilidades que os usuários possuem como a percepção deles e o processamento de informação do sistema trabalha, e o que as pessoas acham mais agradável e atrativo.

Também devem ser consideradas as características técnicas e as limitações do hardware e do software do computador. A disciplina Interação Humano-Computador (IHC) se preocupa com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Sendo assim, IHC trata do design de sistemas computacionais que tornem as tarefas dos usuários mais fáceis e simples, e que estes possam realizá-las de forma produtiva e segura.

Atualmente a IHC obteve muitos avanços, com a evolução dos dispositivos móveis e com um maior poder de processamento gráfico, logo, possibilita-se que a interação-humano computador seja mais dinâmica.

O estudo do uso humano de computadores tem sido alvo de pesquisa e desenvolvimento que se expandiu de forma significativa nas ultimas décadas, pois o número de pessoas que utilizam computadores vem aumentando, devido a este fato a importância de IHC se torna evidente, pois se preocupa com o design e a usabilidade de sistemas computacionais para que tornem as tarefas dos usuários mais fáceis e simples.

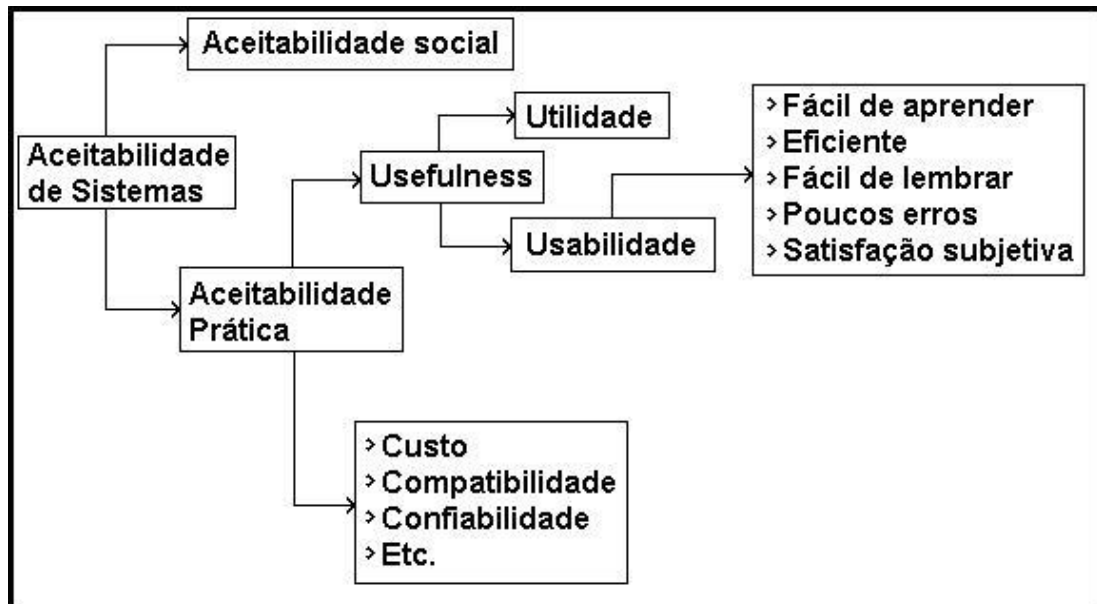
Considera-se IHC importante, pois ela é responsável pela comunicação entre o usuário e o software, a interface deve assumir um papel facilitador no uso do software, permitindo fácil aprendizagem e simples utilização. Entretanto, o que observamos é uma grande quantidade de interfaces confusas, que não possibilitam a fácil aprendizagem, e que não possuem boa funcionalidade, ou seja, interfaces com problemas de usabilidade. Sendo assim são necessários bons métodos para avaliar as interfaces visando evitar ao máximo esses problemas.

Quando o usuário é o centro das atenções na relação humano-computador, a preocupação com o estudo do homem é tão importante quanto o estudo de novas tecnologias, ou seja, os fatores humanos. Perguntas do tipo: Quem é o usuário? Como o usuário interpreta as informações produzidas pelo sistema? São questões fundamentais que devem ser considerados durante um processo de desenvolvimento de interface.

Em meio a os fatores humanos a considerar, os componentes que merecem maior destaque são: a percepção humana, o nível de habilidade do usuário e o comportamento humano. Como o ser humano percebe o mundo através do sistema sensorio, o planejamento de uma interface deve considerar, principalmente, os sentidos: visual, tátil e auditivo. Porém estes elementos por si só, não são suficientes, uma vez que cada usuário possui o nível de habilidade e personalidade individual. Estas características terão grandes impactos na saída de informações significativas de uma interface e na resposta eficiente às tarefas promovidas.

Os objetivos do estudo de IHC são o desenvolvimento de sistemas usáveis, seguros e funcionais. Nielsen (1993) denomina estes objetivos como aceitabilidade de um sistema, conforme representado na Figura 13.

Figura 13 - Atributos de aceitabilidade do sistema



Fonte: Adaptado de Nielsen (1993).

O autor define aceitabilidade geral de um sistema como a combinação de sua aceitabilidade social e sua aceitabilidade prática. A aceitabilidade social pode ser exemplificada através dos sistemas atuais de controle de portas de entrada em bancos.

Esses sistemas são utilizados em benefício da sociedade, pois previnem assaltos, porém não são aceitos socialmente pelo fato de que qualquer indivíduo que queria entrar no local tenha que passar por diversas vezes e retornar até que não possua mais nenhum objeto suspeito ao sistema. Já a aceitabilidade prática trata dos tradicionais parâmetros de custo, confiabilidade, compatibilidade com sistemas existentes, entre outros, e também da categoria denominada “Utilidade do Sistema”, que se refere ao sistema poder ser utilizado para alcançar um determinado objetivo, sendo esta categoria uma combinação de duas outras, a saber:

- **Utilidade** (*usefulness*): verifica se a funcionalidade do sistema está de acordo com o seu objetivo, como se um software de pesquisa está realmente auxiliando seus usuários ou não;
- **Usabilidade**: visa verificar o quanto o usuário pode utilizar a funcionalidade definida, sendo este o conceito principal em IHC. A usabilidade está relacionada com:
 - Facilidade de aprendizado e memória
 - Eficiência para uso;
 - Diminuição de erros;
 - Satisfação subjetiva.

Atualmente as interfaces humano-computador são projetadas com base em estudos, visando principalmente fatores humanos, a fim de desenvolver interfaces adaptáveis às necessidades de cada usuário, pois cada um possui uma maneira individual de aprender.

5 APRENDIZAGEM

5.1 APRENDIZAGEM E SEU DESENVOLVIMENTO

Estudos indicam que os treinamentos em simulador de direção apresentam boas Taxas de Transferências de Aprendizagem das lições realizadas, sendo que a formação convencional em conjunto com a formação em simuladores conduz a uma qualificação mais elevada do educando (HIRSCH; BELLAVANCE; PIGNATELLI, 2011; STRAYER; DREWS, 2003).

Para Morgan et al. (2011), estas constatações indicam a necessidade de um nível mínimo de competências e habilidades adquiridas com o apoio do simulador para a entrada nos próximos níveis de aprendizagem, no entanto, comenta que a tecnologia atual precisa melhorar constantemente com o foco nos objetivos a serem atingidos.

Esse argumento é consonante com a teoria de Vygotsky, que defende que a aprendizagem está necessariamente ligada a um contexto social, e como complemento à teoria cognitiva construtivista de Piaget que entende a aprendizagem como sendo em grande parte um processo de construção interna dentro do indivíduo, embora este possa ser motivado socialmente. Para a abordagem Piagetiana, o comportamento humano adulto é compreendido dentro de uma perspectiva evolutiva onde o ensino deve visar o desenvolvimento da inteligência por meio do construtivismo interacionista, que em essência parte do princípio segundo o qual a estrutura mental anterior de um funcionamento menos sofisticado é assimilada criando uma nova estrutura mais sofisticada.

Sem desprezar o papel dos fatores sociais para o desenvolvimento humano, para Piaget todos os indivíduos evoluíram obedecendo a uma sequência de quatro estágios que compreende um maior grau de sofisticação na medida em que se avança em direção ao último, sendo esses quatro períodos responsáveis por cobrir o desenvolvimento cognitivo. São eles: sensório motor, o pré-operatório, o operatório concreto e o operatório formal (FILHO, 2008; PIAGET, 1976; PIAGET, 1988).

Vygotsky concebe a relação entre aprendizagem e desenvolvimento de uma maneira diferente sendo para ele o desenvolvimento dependente da aprendizagem.

Não é o desenvolvimento que precede e torna possível a aprendizagem, mas é a aprendizagem que antecede, possibilita e impulsiona o desenvolvimento.

Se uma criança não tiver contato com adultos ou outras crianças mais velhas para lhes auxiliar com experiências proporcionando a origem das competências e aptidões, esta criança não irá se desenvolver humanamente, ou seja, não haverá a manifestação das chamadas funções psicológicas superiores (FILHO, 2008). Para tanto, as atividades que utilizam a colaboração entre pares são, na concepção de Vygotsky mais adequadas para a aprendizagem de habilidades e estratégias (VYGOTSKY, 1981).

Em comum, Piaget e Vygotsky afirmam que aprender é processo de construção conceitual em que atividades complexas têm como base as atividades mais simples. Para Mizukami (1986) o pensamento é à base da aprendizagem, que se constitui de um conjunto de mecanismos em que o indivíduo movimenta para se adaptar ao meio ambiente. Pela assimilação, o indivíduo explora o ambiente, toma parte dele, transforma-o e incorpora-o a si. Santos (2003) reforça que o conhecimento é adquirido por meio de uma construção dinâmica e contínua.

Para Falkmer e Gregersen (2003) a formação dos condutores deve centrar-se não apenas nas competências e conhecimentos, mas também nas atitudes dos condutores. Considerando estes resultados, defende que parece necessário treinar competências cognitivas e aprender através de estágios, avaliando suas próprias competências para que possam avaliar melhor as consequências dos atos que se realiza.

5.1.1 Formação dos condutores brasileiros

A Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) trata em seu capítulo XIV da formação do condutor, estabelecendo as diretrizes para a formação dos futuros motorista. Além do CTB, diversas Resoluções, Portarias, Decretos e Leis complementam o processo de habilitação objetivando a atualização das normas e procedimentos, tentando assim, adequar às necessidades do país.

Para se habilitar, o candidato deve preencher alguns requisitos básicos como ser penalmente imputável, saber ler e escrever, possuir carteira de identidade

e o Cadastro de Pessoa Física (CPF). O processo antevê a avaliação psicológica, o exame de aptidão física e mental, um curso teórico, um treinamento pré-prático no simulador de direção e um curso de prática de direção veicular. Além dos cursos, o candidato será submetido aos exames teórico e prático de direção perante órgão executivo de trânsito do Estado, o DETRAN (BRASIL, 1997; CONTRAN, 2004).

5.1.2 Estudos e pesquisas internacionais

Ao apresentar os métodos para a concepção de cenários a serem desenvolvidos em treinamento utilizando simulador de direção com estudantes, Allen et al. (2011) procuraram detectar os aspectos relacionados a uma possível transferência de treinamento para a percepção de risco. Os resultados deste estudo demonstram que o desempenho no controle do posicionamento do veículo (simulador) na via foi semelhante no grupo treinado com o simulador com o grupo treinado sem o simulador. No entanto, o desempenho em eventos de risco e comportamentos de excesso de velocidade foi melhor no grupo que passou pelo treinamento.

Os participantes do grupo que receberam o treinamento no simulador obtiveram melhor precisão para evitar colisões, violaram menos os limites de velocidade e apresentaram um melhor desempenho em relação à detecção de uma placa de parada obrigatória que estava difícil de ser vista. Da amostra, poucos condutores não treinados conseguiram sair de uma situação de risco em que o motorista deveria extrapolar sua visão para a perspectiva de outro condutor sem se envolver em um acidente.

Para os autores, isso sugere que a repetida exposição a situações de risco como nas sessões de treinamento, podem ter feito com que os motoristas treinados tivessem acesso a um esquema mental melhor da situação que os não treinados e que, o ganho de experiência na percepção de risco e na tomada de decisão tenha acontecido de maneira mais efetiva.

Em outro estudo desenvolvido, Allen et al. (2007) avaliaram um grupo de aspirantes à carteira de motorista instruídos e outro grupo não instruídos em simuladores de direção. O treinamento foi realizado com uma amostra de 554 alunos

do ensino médio durante quatro anos na Califórnia e dois anos na Província de Nova Escócia no Canadá.

Com os objetivos de identificar se o treinamento no simulador resultaria em redução de acidentes e se seria eficaz na formação dos novos condutores, os autores analisaram o comportamento dos estudantes formados em três configurações diferentes de simuladores e compararam as taxas de envolvimento em acidentes com motoristas novatos que não foram formados com o simulador.

Os dados publicados demonstram que a taxa de acidentes na amostra dos alunos treinados no simulador com um amplo campo de visão, foi 1/3 menor após os quatro anos de acompanhamento na Califórnia e 50% menor após dois anos de acompanhamento na Nova Escócia em comparação com a amostra dos alunos que se habilitaram da maneira tradicional, sem o simulador de direção.

Uhr et al. (2003) identificaram que os condutores de veículos de emergência treinados em um simulador em comparação com os condutores que receberam apenas formação no veículo, reduziram significativamente o tempo do treinamento considerando o período necessário para desenvolver as competências e habilidades necessárias.

Goode, Salmon e Lenné (2013) revisaram a literatura científica e relataram evidências de vários estudos indicando que os condutores que foram treinados em simuladores de direção perceberam e responderam adequadamente às situações de riscos de uma condução simulada e obtiveram melhor desempenho em tarefas objetivas, como por exemplo, nas frenagens e o movimento dos olhos. Para os autores, embora alguns programas de treinamento que utilizam o simulador de direção desenvolvam habilidades cognitivas de ordem superior e tenham demonstrado ser eficazes, em geral a adoção da tecnologia como ferramenta pedagógica predominou amplamente o ritmo da pesquisa empírica na área.

Estruturado com base na matriz GDE, um estudo realizado com uma amostra de 60 alunos nas escolas de condução da Bélgica, Países Baixos, Espanha, Suécia e Grécia, utilizando dois tipos de simuladores sendo um de baixo custo e outro de custo médio, concluiu que existe uma potencial vantagem para a segurança viária ao se melhorar os conteúdos educativos da formação de condutores utilizando simuladores de direção (DOLS; PARDO, 2001).

Pradhan et al. (2009) em uma análise do comportamento argumentam em seu estudo que em geral, os condutores treinados em simuladores de direção foram significativamente mais propensos a olhar para áreas da via que continham informações relevantes para a redução de riscos (64,4%), como por exemplo, um cruzamento do que os condutores não treinados (37,4%). No entanto, essa comparação foi realizada apenas com a formação em simuladores, sem comparar com a condução no ambiente real.

Para avaliar o comportamento do condutor em condições climáticas específicas, Snowden, Stimpson e Ruddle (1998) avaliaram a percepção da velocidade em situações de tráfego com neblina em que os participantes aumentavam a velocidade sem perceber, à medida que o ambiente ficava mais nebuloso. O estudo revelou que um ambiente com neblina é interpretado pelo cérebro como uma mudança de velocidade, ou seja, o condutor tem a sensação de estar em uma velocidade menor do que a desenvolvida. Com isso, a atitude de aumentar a velocidade.

Na Holanda os simuladores de direção foram introduzidos nas escolas de condução para formação com foco na didática proporcionada pela ferramenta objetivando ensinar aos alunos noções básicas de condução como, por exemplo, a operação do veículo, a interação do aluno com o trânsito, os procedimentos a serem seguidas diante de outros usuários da via, as habilidades básicas em estrada e rodovia, bem como habilidades mais complexas como condução na chuva e em outras condições adversas. Os alunos realizaram 8 aulas de 20 minutos no simulador e depois praticavam os mesmos exercícios na prática de direção com um automóvel.

Para Kappé (2005), os alunos aprendem tarefas diárias de maneira estruturada, com situações predefinidas pelo instrutor, sendo que o simulador fornece instruções durante o trajeto e *feedback* ao final. Em seu estudo, relata que os instrutores holandeses comentam que na prática em via pública gastam menos tempo explicando conceitos básicos, deixando mais tempo para as habilidades que precisam de maior refinamento.

Em 2010, foi iniciado um estudo em Montreal com o objetivo de analisar a eficácia da substituição de parte do treinamento prático nas ruas pelo treinamento em simuladores de direção. Os simuladores utilizados durante o estudo possuíam

uma plataforma de vibração e movimento, além de telas com uma visão de 180°. Objetivou-se identificar se os alunos iniciantes aprendem as habilidades de condução com igual ou maior eficiência em um simulador de direção, medido de acordo com o seu desempenho nas provas práticas nas ruas e se o treinamento no simulador influencia no risco de acidentes envolvendo novos condutores durante os primeiros anos de condução.

Além desses dois objetivos, os autores buscaram analisar a percepção dos alunos e as avaliações dos instrutores sobre as competências adquiridas por seus alunos. Os resultados preliminares indicam que uma boa taxa de transferência do aprendizado, demonstrando a possibilidade de equivalência de uma hora no simulador para uma hora de aula prática de direção.

Em relação à percepção dos alunos que realizaram as aulas nos simuladores, foi demonstrada uma facilidade maior de relaxamento nas aulas do simulador do que nas aulas de rua. A maioria dos alunos relatou que acharam o simulador mais eficiente ou igualmente eficiente em relação às aulas de direção para todas as habilidades, exceto estacionamento e controle de velocidade (HIRSCH; BELLAVANCE, 2013).

5.1.3 A Matriz *Goals for Driver Education* (GDE)

A pesquisa na área da psicologia do trânsito tem demonstrado não apenas a importância do desempenho do condutor, ou seja, o que se pode fazer, mas também a relevância dos fatores relacionados à sua atitude, que seria o que o condutor está disposto a fazer (FALKMER; GREGERSEN, 2003).

De origem Finlandesa, a matriz *GADGET Goals for Driver Education*, em português: objetivos para a educação rodoviária. É uma estrutura que descreve a tarefa da condução com base em uma hierarquia. Com o objetivo de ajudar na elaboração dos currículos das escolas de condução, as diretrizes da Matriz GDE, como é chamada, têm sido amplamente reconhecidas na Europa como um ponto de partida teórico para o desenvolvimento da educação e formação do motorista (PERÄÄHO; KESKINEN; HATAKKA, 2003).

Na matriz GDE o nível Metas e habilidades para a vida é o mais alto nível hierárquico e refere-se às motivações e tendências pessoais em uma concepção

mais ampla. Este nível baseia-se no conhecimento de que os estilos de vida, o contexto social, o sexo, a idade e outros aspectos individuais influenciam nas atitudes, no comportamento ao conduzir um veículo, bem como no envolvimento em acidentes.

Para os autores, esses fatores estão profundamente ligados à sociedade e à cultura em que o condutor vive. Ressaltam que os familiares, amigos e outros modelos de convivência dos condutores são fontes importantes para a formação deste nível hierárquico que tem autoridade fundamental sobre os outros. As estruturas cognitivas e pré-condições neste nível estabelecem o estágio para as escolhas que serão feitas e os modelos internos que serão aplicados por um condutor durante uma viagem (PERÄÄHO, KESKINEN; HATAKKA, 2003, p. 6).

A Matriz tem como objetivo fornecer uma ferramenta de trabalho que defina as competências necessárias para ser um condutor seguro. Pode ser utilizada para determinar objetivos de educação e índices em treino de condução. A Matriz GDE é fundamentada na ideia que a tarefa da condução pode ser descrita por uma hierarquia. O conceito da hierarquia é que as habilidades e pré-condições num nível superior influenciam as decisões e o comportamento num nível inferior, mostrados no Quadro 5.

O ensino tradicional foca-se essencialmente nos níveis nos níveis 1 e 2. No entanto, um condutor seguro, não é apenas um condutor habilidoso, mas também um condutor consciente dos riscos e das suas características e capacidades como pessoa. Como conclusão deste estudo, são apontadas algumas recomendações para um ensino da condução e uma educação rodoviária mais eficientes:

- Maior número de horas de prática de condução;
- Alternar a ministração do ensino teórico-prático (já praticado em Portugal);
- Definir padrões para os instrutores de condução, em todos os Estados-Membros da UE;
- Definir novas formas de exames de condução, em que não seja avaliado apenas a habilidade ao volante e o conhecimento das regras de trânsito;
- Reduzir situações de exposição de alto risco, tal como o caso de condutores recentes. Poderão ser definidas medidas excepcionais, mais restritivas para este tipo de condutor.

Quadro 5 - Elementos essenciais do ensino da condução segundo a matriz de GDE.

Níveis	Conhecimento e habilidades	Fatores de risco acrescido	Auto avaliação
Características Pessoais, Ambições e Competências (Nível Geral)	Conhecimento e controlo das ambições gerais de vida, valores e normas e tendências pessoais que influenciem o comportamento ao volante: Estilo de vida, normas de grupo, motivações de vida, autocontrolo, valores pessoais.	Tendências de Risco: Aceitação do risco, sensação de autovalor ao volante, adaptação à pressão social, consumo de álcool e drogas.	Autoconsciência em relação a: controle dos impulsos, tendências de risco, motivos pessoais de insegurança, características pessoais de risco.
Contexto e Considerações relacionadas com a viagem (Nível Estratégico)	Conhecimento e habilidade em: definir e escolher a rota, estimar o tempo de viagem, estimar a urgência da viagem.	Riscos relacionados com: condição fisiológica do condutor, tipo de estrada (urbano/rural), contexto social e companhia no veículo, outros motivos como competição no tráfego.	Autoconsciência em relação a: habilidades pessoais relativas ao planeamento de uma viagem, motivos de risco típicos quando conduz.
Domínio de Situações de Tráfego (Nível Tático)	Conhecimentos e habilidades relacionados com: Regras de trânsito, observação e utilização de sinalização, antecipação, adaptação da velocidade, comunicação, distâncias de segurança.	Riscos causados por: Fraco poder de decisão, estilo de condução de risco (por exemplo, agressivo), excesso de velocidade, infracção de regras de trânsito, comportamento imprevisível, excesso de informação, más condições de circulação (escuridão, mau tempo), automatismos insuficientes.	Autoconsciência em relação a: Forças e fraquezas relacionadas com a habilidade ao volante, estilo pessoal de condução, forças e fraquezas perante situações de perigo, avaliação realística das próprias capacidades.
Controlo Básico do Veículo (Nível Operacional)	Conhecimentos e habilidades relacionados com: Controlo da direção e da posição do veículo, controlo da pressão dos pneus, percepção correta das dimensões do veículo, aspectos técnicos do veículo.	Riscos relacionados com: automatismos insuficientes das habilidades básicas, más condições de circulação, utilização imprópria do cinto de segurança, posição de condução incorreta.	Autoconsciência em relação a: Forças e fraquezas relacionadas com o controlo básico do veículo, forças e fraquezas ao manobrar em situações perigosas, avaliação realística das próprias capacidades.

Fonte: Missão Condução.

5.1.4 Fundamentação pedagógica

Aprender a dirigir um veículo exige do aluno a aquisição de habilidades motoras, sensoriais e cognitivas. As funções cognitivas, quando relacionadas à direção veicular, incluem memória, atenção, recolha da informação, tomada de decisões, o tratamento da informação e a ação. Para Pirito (1999, p. 27), estas funções devem se processar de modo dinâmico incluindo as informações sobre o trânsito, suas implicações técnicas, preventivas, defensivas e punitivas.

Para Hirsch e Quimper (2015) utilizando um Simulador de Direção Veicular (SDV), é possível desenvolver uma metodologia que permita aperfeiçoar diversas competências do aluno usando uma variedade de situações, capaz de analisar as tarefas mais complexas da condução, as manobras realizadas e as situações de risco ocorridas durante o treinamento.

Podem ser criadas tarefas complexas, divididas em tarefas mais simples e mais fáceis de serem compreendidas permitindo que os alunos progridam em seu próprio ritmo. Durante o treinamento e a evolução do aluno, é possível modificar e melhorar a eficiência do treinamento adaptando-o de acordo com o desenvolvimento e *feedback* do instrutor e do próprio aluno.

A partir disso, novos desafios podem ser criados com o objetivo de fazer com que o aluno evolua em seu processo. Segundo os autores, os simuladores proporcionam situações de aprendizagem seguras e têm grande potencial para ajudar os condutores a adquirir habilidades que ajudarão a mantê-los seguros para a transferência para a vida real.

Em outro estudo Hirsch (2015), complementa que a aprendizagem auto-estimulada fornecida por um simulador, facilita a compreensão, retenção de conhecimentos e a transferência de habilidades para o mundo real. Comparado ao treinamento tradicional, o uso do simulador oferece uma quantidade e qualidade de eventos permitindo que os alunos repitam as aulas e lições necessárias ao desenvolvimento das competências importantes para a condução.

Essas ações repetidas vezes, tornam-se habituais, gerando o chamado automatismo correto ou "memória muscular", que são gestos realizados suavemente e rapidamente com pouco ou nenhum pensamento consciente. Para o autor, a memória muscular, reduz a carga mental do condutor e aumenta a sua capacidade

de antecipar e evitar conflitos de trânsito. Essa visão é consonante com a descrição de Perrenoud (1999, p.7), sobre competência que a define como a “capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”.

Luckesi (1999) define o conceito de competência como a capacidade de fazer algo de modo adequado servindo-se de várias habilidades. O autor afirma ainda que as habilidades e competências são maneiras de se realizar uma tarefa, utilizando recursos cognitivos e procedimentos que implicam uma ação.

5.1.5 Características pedagógicas do simulador de direção veicular

Os Simuladores de Direção Veicular (SDV) variam muito em termos de sofisticação de acordo com cada tipo de modelo e objetivo. Dentre os componentes de um simulador, Kappé (2005) relaciona como principais o modelo do veículo, os aspectos visuais, o movimento, o modelo de tráfego e cenários além da instrução. Inicialmente, os modelos de veículos utilizados eram mais simples, mas com o avanço da tecnologia, têm se aproximado cada dia mais dos veículos reais, utilizando as linguagens de programação, engenharia e *designer* veicular.

Segundo o autor, isso permite o manuseio com conforto e sensação mais próximos do real. Nos últimos anos, o aumento no número de estudos sobre a simulação de direção tem se apresentado como uma alternativa adequada para os estudos de campo. Autores defendem a utilização dos simuladores de direção argumentam que o equipamento possui várias características positivas como a eficiência, baixo custo, a segurança tanto dos alunos quanto dos instrutores, o controle experimental e a facilidade da coleta de dados (BELLAVANCE, 2007).

Os simuladores de Alta Fidelidade são equipamentos que exploram uma grande quantidade de sentidos incluindo o movimento, recriando o ambiente de tráfego dando ao condutor a sensação de condução de um veículo mais próxima do real. Esse tipo de simulador recria o ambiente de tráfego em um ambiente virtual de 360 graus, possibilitando a reprodução de movimento de aceleração, curvas, frenagem e interação com as diferentes superfícies da via com maior precisão (LUCAS et al., 2013).

Simuladores de nível intermediário com plataforma de movimento ou não, possuem um campo de visão amplo, porém, de 180 graus à frente do condutor, contendo normalmente uma cabine que representa um veículo real, o que permite uma boa imersão do condutor no ambiente do trânsito. São usados para pesquisas avançadas que necessitam de uma percepção mais precisa do ambiente, veículo e elementos que influenciam no comportamento do condutor (JAMSON, 2011).

Simuladores de nível básico possuem uma exploração simples do sistema sensorial, visual e auditivo do condutor, podendo ter plataforma de vibração com movimento ou não. É constituído por *desktops* com telas em que os cenários de tráfego são projetados, muito usados em treinamentos para condutores (ORSOLIN; RAMPELOTTO, 2010). O designer aberto de um simulador de nível básico facilita a aplicação de princípios pedagógicos como demonstrações de situações de risco, aulas em grupo com repetições de procedimentos e ensino de pares, teoria defendida por Vygotsky.

Disponíveis no mercado a um custo mais baixo, os simuladores de mesa têm como objetivo principal o entretenimento. Backlund et al. (2008) distinguem os jogos de diversão dos que denominam como jogos sérios, que possuem um objetivo definido, e não de mera diversão.

No Brasil, o modelo utilizado atualmente na formação dos condutores apresenta características de um simulador de nível básico. O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) define os requisitos mínimos quanto aos comandos e sistemas de *hardware*, bem como os recursos básicos de *software* a para que um simulador seja homologado e utilizado pelos Centros de Formação de Condutores (CFC) (DENATRAN, 2011, 2012, 2013). Atualmente, a Resolução no 543/2015 em vigor, exige que os candidatos à habilitação em automóvel em todo território nacional realizem, no mínimo, cinco aulas em simuladores, tendo a grade curricular sofrido algumas alterações de conteúdos pela resolução no 572/2015 (CONTRAN, 2015).

De acordo com os documentos, a abordagem didático-pedagógica estabelecida para as aulas no simulador de direção deve ser distribuída de maneira que o instrutor, em um primeiro momento, prepare o aluno para receber as orientações gerais e os conceitos que serão abordados durante a aula. Em seguida, a realização da sessão simulada fixado em um período de 30 (trinta) minutos capaz

de reproduzir os cenários e situações de tráfego de acordo com o conteúdo pedagógico estabelecido. Para finalizar a aula, uma apresentação do resultado obtido, a correção didática das falhas porventura cometidas pelo aluno e o *feedback* da condução e do aprendizado. As situações simuladas devem atender aos seguintes conteúdos básicos: Aprendendo a conduzir; Aprendizado da circulação; Condução Segura; Situações de risco.

Os conteúdos a serem ministrados nas aulas em simulador de direção veicular para o desenvolvimento das tarefas da condução foram um pouco mais detalhados no documento, levando em conta a preparação para que o aluno receba as orientações gerais a respeito dos conceitos básicos da condução, acomodação e regulação dos elementos como banco, encosto de cabeça, retrovisores e dos equipamentos de segurança. Perpassa pelo controle do volante e posicionamento do veículo na via, a condução em curvas, aclives, declives. Complementando com a realização de manobras como ultrapassagem, passagem, marcha à ré e baliza, e a condução diante de condições adversas como chuva, neblina, noite e em diferentes tipos de vias (CONTRAN, 2015).

Ao final de cada aula, através de um relatório, o instrutor terá condições de acompanhar a evolução do aluno, as infrações e erros cometidos e assim, analisar juntamente com o aluno os pontos a melhorar, tendo condições de fornecer um *feedback* mais preciso, lembrando tópicos da aula anterior e oferecendo mais condições para que o processo ensino aprendizagem atinja os objetivos propostos. Ao identificar a dificuldade apresentada por um aluno em um determinado exercício ou em alguma habilidade específica como, por exemplo, a troca de marchas, a frenagem ou a aceleração, o instrutor terá condições de pontuar, demonstrando as técnicas e os procedimentos corretos, complementando com exercícios diferentes daqueles já propostos anteriormente.

Dessa forma, é possível avaliar novamente em um ciclo que dê ênfase aos acertos nos momentos em que o aluno realiza de maneira correta os exercícios para que ele também perceba a sua evolução bem como aos erros, nos momentos que seja necessária a correção para o alcance dos objetivos.

6 AMBIENTE VIRTUAL

6.1 REALIDADE VIRTUAL

Segundo Sherman e Craig (2003), a realidade virtual (RV), é um meio composto por simulações interativas em computadores que detectam a posição e as ações do usuário e substitui ou aumenta a informação retornada a um ou mais sentidos, dando a sensação de estar imerso física ou mentalmente na simulação, um ambiente ou mundo virtual.

Atualmente, também chamados de ambientes de realidade virtual já são utilizados em diversas áreas, desde simulações automotivas, simuladores de treinamento para equipamentos militares, treinamentos para atividades que envolvam risco, testes e avaliações de produtos, games, planejamento urbano, arquitetura, entre outros. A RV apresenta alguns conceitos que são fundamentais para o entendimento da experiência física e psicológica. Segundo Gutiérrez et al (2008), esses conceitos fundamentais são: imersão e presença. Os autores classificam os tipos de imersão baseados na configuração e tipo de equipamentos utilizados para a realização da simulação. Basicamente a classificação de três tipos de imersão: totalmente imersivo, semi- imersivos e não imersivo (Quadro 6).

Ainda segundo Gutiérrez et al. (2008), o outro conceito fundamental é a presença, um conceito subjetivo associado com aspectos psicológicos do relacionamento do usuário com o senso de estar no ambiente virtual através dos estímulos no cérebro, onde este entende e processa a informação gerada na simulação, sons, imagens, e demais estímulos sensoriais. No simulador de direção os principais estímulos sensoriais são: tato, visão e audição.

Embora possam diferir entre autores, conceitos como interação, presença, imersão e envolvimento, fundamentais ao estudo da RV, são de suma importância à compreensão física e psicológica dos usuários nesses sistemas. (FRANÇA; SOARES, 2015; SOARES et al., 2011).

Quadro 6 - Tipos de imersão.

Tipos	Descrição	Exemplos
Totalmente imersivo	A pessoa pode, através de luvas especiais, óculos e outros aparelhos, como acentos que reagem aos movimentos do ambiente digital capazes de fazer com que a pessoa não apenas observe aquele universo como também interaja e sinta ele.	
Semi-imersivos	Não consiste na sensação de inclusão experimentada pelo utilizador, mas sim pela sensação de não inclusão, pois o utilizador não se sente dentro do ambiente virtual. Muitas vezes suportadas por óculos de tecnologia estereoscópica.	
Ambiente não imersivos	Consiste apenas na visualização de imagens tridimensionais. Transportam o usuário parcialmente para o domínio da aplicação, preservando o senso de presença do mundo real enquanto o usuário atua no mundo virtual.	

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Soares et al. (2011), a presença é um conceito subjetivo, associado aos aspectos psicológicos do usuário e ocorre quando o cérebro processa e entende as estimulações multimodais (imagem, som, etc.) como ambientes coerentes, onde se faz possível agir e interagir. O autor se refere ao senso de estar no ambiente virtual, de experimentar o ambiente virtual ao invés da localização física, e as condições necessárias para experimentá-la são o envolvimento e a imersão.

Conforme Soares et al. (2011), a RV faz parte de um contínuo. Em um extremo temos um texto ou pintura que transporta o leitor ou o observador ao contexto da história ou da imagem. Assim, a RV vem sendo adotada em situações de ensino e aprendizagem, cada dia com mais frequência, já que por meio dela grupos de estudantes podem interagir uns com os outros em ambientes digitais 3D.

Um dos grandes trunfos dos ambientes virtuais é poder apresentar conteúdos complexos de forma simples e compreensível aos alunos, tornando a experiência mais divertida e desafiadora, como por exemplo, os simuladores de direção.

Também uma vantagem importante de RV sobre outras formas de interação homem-computador é que o ambiente pode ser visualizado a partir de qualquer ângulo, à medida que vão sendo feitas alterações em tempo real.

Comportamentos e atributos podem ser dados a objetos pertencentes ao ambiente, o que propicia a simulação de respostas e funções do mundo real enfocado. Outra vantagem desse tipo de interface é que o conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico pode ser transferido para manipular o mundo virtual. O usuário não está mais, simplesmente, na frente do monitor, ele pode fazer parte do mundo virtual.

Por meio dos dispositivos especiais, a RV busca captar os movimentos do corpo do usuário e, a partir destes dados, realizar a interação humano-computador. A RV pode atuar sobre duas abordagens diferentes: na análise dos movimentos e ações dos usuários, como uma interface tradicional, ou provocando sensações ao usuário, em resposta a suas ações (KIRNER; PINHO, 1996).

Um sistema de RV envolve estudos e recursos ligados com percepção, hardware, software, interface do usuário, fatores humanos e aplicações. Para a construção de sistemas de RV é necessário que se tenha algum domínio sobre: dispositivos não convencionais de E/S, computadores de alto desempenho, processamento gráfico, modelagem geométrica tridimensional, simulação em tempo real, navegação, detecção de colisão, avaliação, impacto social, projeto de interfaces, e aplicações simples e distribuídas em diversas áreas (KIRNER; PINHO, 1996; RIBEIRO; ZORZAL, 2011).

Os avanços tecnológicos na área computacional têm introduzido RV à sociedade de um modo geral, desmistificando seu uso e incentivando pesquisas (ROSA; RIBEIRO, 2009). Escolas, educadores, indústria e comércio já se deram conta de que a RV é uma área promissora e que todo o incentivo, seja ele cultural ou tecnológico, é de grande valia.

Pode-se pensar no uso de RV para estimular a aprendizagem significativa e o desenvolvimento do raciocínio devido à interação que os sistemas virtuais fornecem aos alunos. Este tem sido um apelo de educadores e estudantes para facilitar a interação entre eles e o gosto pelos estudos, bem como a facilidade e a retenção de conhecimento proporcionado pela leitura e interação dos fatos. Entre as razões apontadas por Pantelidis (1996) para utilizar RV na Educação, é possível realçar:

- O seu uso pode simular um processo, o que poderá facilitar o entendimento, como é o caso de experimentos em laboratórios de Física e Matemática, por exemplo;
- A interação com o ambiente virtual é tão ou mais motivadora que a interação com o ambiente real, além de permitir interações não possíveis no ambiente real, por meio de jogos;
- O aprendizado se torna mais interessante à medida que se aprende por livre e espontânea vontade (lúdico).

Um processo para exploração, observação, descobrimento e construção do conhecimento de uma geração que apresenta resultados para a geração seguinte e assim sucessivamente. RV não é apenas uma ferramenta, é também uma forma de aprender e modernizar áreas em que seja inserida. O nosso processo de habilitação é um exemplo disso.

6.1.1 Tipos de ambientes virtuais de aprendizado

Atualmente existem diversas opções de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Alguns são gratuitos e outros pagos. Podem ser de *software livre* ou proprietário. Cada um dispõe de facilidades diferentes. O ambiente sempre será escolhido de acordo com as necessidades de cada sistema de ensino. O avanço e o desenvolvimento tecnológico impulsionaram e estão transformando a maneira de ensinar e aprender.

Além disso, o intenso ritmo do mundo globalizado e a complexidade crescente de tarefas que envolvem informação e tecnologia fazem com que o processo educativo não possa ser considerado uma atividade primordial. Dessa forma, afirma-se que a demanda educativa deixou de ser exclusivamente de uma faixa etária que frequenta as escolas para ser necessidade do público em geral que necessitam estar continuamente atualizados para competitivo mundo do trabalho (PEREIRA, 2007, p.4).

Em termos conceituais, os AVAs consistem em mídias que utilizam o ciberespaço para veicular conteúdos e permitir interação entre os atores do processo educativo (PEREIRA, 2007, p.4). Dessa forma, a qualidade do processo educativo depende do envolvimento do aprendiz, da proposta pedagógica, dos

materiais veiculados, da estrutura e qualidade de professores, tutores, monitores e equipe técnica, assim como das ferramentas e recursos tecnológicos utilizados no ambiente.

Em consonância com essa evolução e realidade educacional, e na tentativa de alinhar as produções de materiais didáticos que servissem como referenciais para as mais variadas ofertas de cursos na modalidade em educação a distância, o Ministério da Educação (2007), conceitua Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) como: programas que permitem o armazenamento, a administração e a disponibilização de conteúdos no formato *Web*. Dentre esses, destacam-se: aulas virtuais, objetos de aprendizagem, simuladores, fóruns, salas de bate-papo, conexões a materiais externos, atividades interativas, tarefas virtuais (*webquest*), modeladores, animações, textos colaborativos (*wikipédia*). Pode-se dizer que Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) consiste em uma excelente opção de mídia que está sendo utilizada, inclusive, para mediar o processo ensino aprendizagem à distância. Abaixo seguem alguns exemplos dos mais utilizados.

a) Moodle

Dentre os AVAs - Ambientes Virtuais de Aprendizagem um dos mais utilizados atualmente é o *Moodle*, que é um software livre, executado num ambiente virtual e em trabalho colaborativo, que pode ser acessado através da Internet ou de rede local. Segundo Oliveira e De Nardin (2010), o *Moodle* permite a associação entre as ações de ensino e aprendizagem. Por esse motivo, o consideramos um ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem (AVEA), haja vista as potencialidades do ambiente para a comunicação e interação num contexto em que a aprendizagem está vinculada ao ensino, caracterizando-se por seus propósitos pedagógicos e por constituir-se como um processo sistemático, organizado e institucional/formal.

b) TelEduc

Este ambiente foi concebido tendo como elemento central a ferramenta que disponibiliza Atividades. Isso possibilita a ação onde o aprendizado de conceitos em qualquer domínio do conhecimento é feito a partir da resolução de problemas, com o subsídio de diferentes materiais didáticos como textos, software, referências na

Internet, dentre outros, que podem ser colocadas para o aluno usando ferramentas como: Material de Apoio, Leituras, Perguntas Frequentes, etc. é um software livre; podendo ser redistribuído e/ou modificado sob os termos da General Public License (GNU).

c) Amadeus Lms

O Amadeus foi construído ao longo de cinco anos de pesquisa na área de aprendizagem à distância no Centro de Informática (CIN) da UFPE. Além das funções básicas que permitem ao professor disseminar seu conteúdo e ao aluno construir esse conhecimento, ele ainda oferece instrumentos para facilitar suas práticas, tornando mais efetivo esse processo, estimulando a interação e o aprendizado pela ação e reflexão. A plataforma permite a atuação por meio de serviços como a internet, celular, jogos multiusuários e já está integrada ao sistema brasileiro de TV Digital.

d) Solar

O Instituto UFC Virtual, da Universidade Federal do Ceará desenvolveu um ambiente virtual de aprendizagem, chamado SOLAR, o ambiente é orientado ao professor e ao aluno. Do ponto de vista pedagógico, o sistema foi desenvolvido potencializando o aprendizado a partir da relação com a própria interface gráfica do ambiente, sendo desenvolvido para que o usuário tenha rapidez no acesso às páginas e ao conteúdo, fácil navegabilidade e compatibilidade com navegadores populares.

Esses são alguns exemplos de aplicação das novas tecnologias nos ambientes de ensino-aprendizagem. A utilização de ambientes virtuais oportuniza a organização de espaços potencializadores do processo de aprendizagem.

Contudo, a apropriação desses recursos somente contribuirá com a qualificação do ensino à medida que haja planejamento adequado e comprometimento mútuo, propiciando condições para o desenvolvimento de mudanças nas práticas pedagógicas.

O uso de ambientes virtuais é uma tendência a ser expandida, porém existe um caminho longo a ser percorrido, pois o aprimoramento será feito ao longo das necessidades que forem surgindo com o avanço das pesquisas a serem realizadas.

No caso do ambiente virtual de simulação é uma tecnologia cujo mecanismo é aplicado a uma interface que conecta os usuários e utiliza um sistema informatizado, para construir uma plataforma realista e proporcionar ao aluno uma sensação de que o que se está vendo é praticamente real.

6.2 BREVE HISTÓRICO DOS SOFTWARES EDUCACIONAIS

Um software, ou programa de computador, é uma série de instruções dadas por meio de linguagem de programação que propiciam o funcionamento do computador. Existem softwares capazes de programar e construir outros softwares; denominados metasoftware (PIVA-JUNIOR, 2013).

Os programas são desenvolvidos com finalidades diversas: para o funcionamento do computador (sistema operacional); como auxiliar em atividade como edição de textos, planilhas e imagens; e, inclusive, na indústria do entretenimento, como jogos e players de músicas e vídeos. Dentre essa infinidade de funções que um programa pode exercer, existem aqueles que podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. A esses damos o nome de softwares educacionais. Segundo Piva-Junior (2013), podemos dividi-los em sete tipos: exercício e prática, simuladores, jogos educacionais, resolução de problemas, pacotes utilitários, ferramentas de referências e tutoriais.

Contudo, para que esses softwares sejam utilizados com finalidade educacional ou em atividades curriculares, é necessário que sua qualidade, interface e pertinência pedagógica sejam previamente avaliadas de modo a atender às áreas de aplicação a que se destinam e, principalmente, satisfazer às necessidades dos usuários, desenvolvendo a investigação e o pensamento crítico (LUCENA, 1998).

Hoje em dia, essa é a grande preocupação de pesquisadores e educadores: a qualidade pedagógica destes programas. Algumas ofertas são boas tecnicamente, possuem interfaces agradáveis, mas deixam a desejar em relação ao conteúdo ou em sua forma de avaliação (GIRAFFA, 2009). Em outros casos, além de estarem fora do alcance econômico da maioria das instituições de ensino, prometem mais do

que cumprem. Eles são predominantemente feitos em outros países e, conseqüentemente, projetados para outras realidades.

A grande maioria é apenas traduzida, não se adequando, normalmente, aos objetivos pretendidos na proposta educacional das instituições de nosso país (KENSKI, 2010). Nestas circunstâncias, resta ao professor que pretende fazer um uso eficiente da tecnologia, assumir o papel de autor de seus próprios recursos (TEIXEIRA; BRANDÃO, 2003).

Hoje em dia, os requisitos principais para criar uma ferramenta educacional, ainda que de interface simples, são conhecimentos básicos de informática e criatividade. Teixeira e Brandão (2003) relatam o fato de que, durante muito tempo, acreditava-se que construir softwares educacionais era uma tarefa árdua, penosa e economicamente inviável. Contudo, atualmente, com os avanços da tecnologia isso é possível ser feito de forma mais rápida e econômica.

6.2.1 O que são softwares educacionais

A principal dificuldade em relação a software educacional é que ninguém parece ser capaz de defini-lo com precisão e clareza. A dificuldade em responder com precisão a essas perguntas decorre da falta de clareza sobre o que realmente é software educacional. Quais são os critérios para que um determinado software seja considerado educacional? Que ele tenha sido feito sob a ótica da educação para desenvolver algum objetivo educacional? Utilizam-se, portanto, os benefícios dos Softwares Educacionais, porém com algumas dificuldades como: conceituar, classificar e estabelecer as características dos tipos de softwares.

Segundo Cox (2003), softwares educativos são programas voltados especificamente para atividades de educação escolar desenvolvidas em sala de aula: histórias interativas, enciclopédias, dicionários, tutoriais, exercícios práticos, autoria, softwares de simulação e jogos educacionais.

A definição sugerida por Cox (2003) não considera ainda que estes softwares possam ser usados em casa (ou outros ambientes), com a presença de um pai ou outro adulto que faça o papel de educador, papel este que na escola seria o professor (tutor).

Para Fang (2008), software educacional é um tipo de software designado a facilitar o ensino e a aprendizagem, e possui três propriedades: é um software, uma ferramenta educacional e um mediador entre pensamento e conhecimento. Assim sendo, qualquer software que agregue essas características pode trazer resultados positivos quando utilizado em conjunto com os recursos didáticos já disponíveis em sala de aula.

Existem ainda outros autores que apresentam definições semelhantes ou complementares. Algumas como Valente (1998), Vieira (1998) e Basili (1994), definem software educativo com a preocupação maior de avaliá-lo de forma global. Já os autores Hisnostroza (1994) e Druin (1997) mostram definições de software educativo dentro de um contexto mais amplo, onde estão envolvidas também as questões de uso das ferramentas e os papéis dos atores desse contexto: professores, tutores e alunos.

6.2.2 Características e classificação dos softwares educacionais

Segundo Valente (1998), os softwares educativos podem ser classificados de acordo com seus objetivos pedagógicos da seguinte forma: tutoriais, aplicativos, programação, exercícios e prática, multimídia e Internet, simulação e jogos, como mostra o Quadro 7.

Quadro 7 - Classificação dos softwares educativos.

Tutoriais	Caracterizam-se por transmitir informações pedagogicamente organizadas, como se fossem um livro animado, um vídeo interativo ou um professor eletrônico. A informação é apresentada ao aprendiz seguindo uma sequência, e o aprendiz pode escolher a informação que desejar.
Exercícios e Práticas	Enfatiza a apresentação das lições ou exercícios, a ação do aprendiz se restringe a virar a página de um livro eletrônico ou realizar exercícios, cujo resultado pode ser avaliado pelo próprio computador.
Programação	As linguagens de programação são softwares que permitem que as pessoas, professores ou alunos, criem seus próprios protótipos de programas, sem que tenham que possuir conhecimentos avançados de programação.

Continuação	
Aplicativos	São programas voltados para aplicações específicas, como processadores de texto, planilhas eletrônicas, e gerenciadores de banco de dados. Embora não tenham sido desenvolvidos para uso educacional, permitem interessantes usos em diferentes ramos do conhecimento.
Multimídia e Internet	Em relação à multimídia, vale chamar a atenção para a diferença entre o uso de uma multimídia já pronta e o uso de sistemas de autoria para o aprendiz desenvolver sua multimídia.
Simulação	Constituem o ponto forte do computador na escola, pois possibilitam a vivência de situações difíceis ou até perigosas de serem reproduzidas em aula,
Jogos	Geralmente são desenvolvidos com a finalidade de desafiar e motivar o aprendiz, envolvendo-o em uma competição com a máquina e os colegas. Os jogos permitem interessantes usos educacionais, principalmente se integrados a outras atividades.

Fonte: Brasil Escola.

Há diferentes abordagens de ensino que podem ser realizadas por meio do computador. É necessário que tenhamos sempre presente o fato de que alguns alunos se adaptam mais a um tipo de abordagem do que a outras, por isso ao invés de generalizarmos, devemos levar em conta a maneira de aprender de cada um. A existência conjunta desses diversos modos de usar o computador traz uma grande diversidade de experiências e a decisão por uma ou por outra precisa considerar as variáveis que atuam no processo de ensino-aprendizagem. Podemos também concluir que o software educativo é todo e qualquer software utilizado com finalidade educativa, mesmo aqueles que não foram programados com este propósito.

6.3 PROSIMULADOR E O PROCESSO PARA HABILITAÇÃO

O simulador de direção veicular é uma ferramenta pedagógica com conteúdo complementar ao aplicado às demais etapas do processo de formação dos condutores de categoria B. O equipamento tem como principal objetivo treinar o aluno para que ele possa reagir de forma correta, segura e fixar o conteúdo teórico aprendido, simulando cenários que imitam a realidade e que treinam o cérebro de

forma mais efetiva, como em situações adversas e de risco, às quais ele não poderia ser submetido nas aulas práticas em vias públicas em razão da segurança.

Todo o design do simulador foi projetado para que os alunos se sintam dirigindo um veículo. Seu habitáculo possui instrumentos idênticos a um veículo Real. As aulas do ProSimulador foram desenvolvidas por especialistas em educação no trânsito e pedagogos.

A imersão: As 3 telas LED de 32 (Fig.14) proporcionam ótima qualidade de imagem e seu amplo ângulo de visão, com 135°, cobre todas as necessidades de visualização durante o treinamento. Controles: Câmbio, Comando, Painel, Pedais + sistema de precisão, Volante + sistema de precisão. Tecnologia: Câmera, Biometria, Computador, GPS, Sistema de Som. O painel possui um GPS para oferecer ao aluno um componente que faz parte do dia a dia motorista.

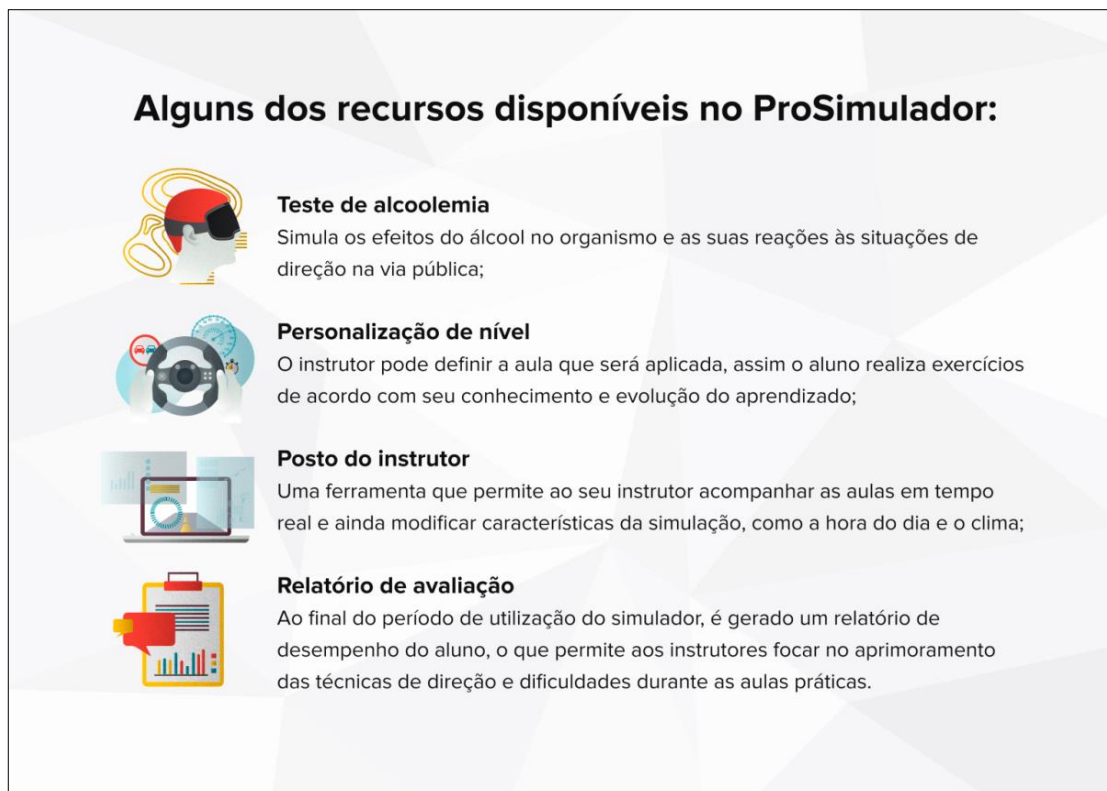
Figura 14 - Tela de treinamento Prosimulador.



Fonte: www.prosimulador.com.

Conforme Kenski (2003, p. 21) “O homem transita culturalmente mediado pelas tecnologias que lhe são contemporâneas elas transformam suas maneiras de pensar, sentir, agir. Mudam também suas formas de se comunicar e de adquirir conhecimentos”. Mesmo sabendo que o uso dos ambientes virtuais como apoio ao ensino de sala de aula, o domínio do professor sobre os recursos oferecidos é de fundamental importância. Alguns dos recursos disponíveis no ProSimulador são exemplificadas na Figura 15.

Figura 15 - Recursos disponíveis no ProSimulador.



Como a própria palavra diz, ele simula situações que o aluno não vai passar nas aulas práticas, como chuva, frenagem brusca, animal atravessando a pista e até se o condutor tiver ingerido bebida alcoólica, enumerou. O candidato que não tinha familiaridade com o veículo já inicia pelo simulador.

Em vez de ter o primeiro momento num carro de verdade, tem no simulador. Ele perde até o medo de ir para a rua. Para aquelas pessoas que têm mais ansiedade de ir para o trânsito, ele auxilia bastante. É um recurso pedagógico que permite se familiarizar com o veículo, tudo isso dentro de uma condição segura, em um ambiente controlado e supervisionado. Os simuladores são utilizados há anos nas mais variadas áreas, com o propósito de treinar profissionais melhores e mais bem preparados, como no exemplo da Figura 16.

Figura 16 - Exemplos de áreas que utilizam simulador.



Fonte: www.prosimulador.com

6.3.1 Processo de habilitação

A carteira Nacional de Habilitação (CNH) não é um direito, mas sim uma licença do Estado, declarando que o cidadão está apto a dirigir. Só pode se candidatar à CNH quem tem mais de 18 anos, sabe ler e escrever e possui documento de identificação e CPF.

Além desses requisitos, para conquistar essa licença, existe um processo a ser enfrentado que começa com a procura da autoescola. Os Centros de Formação de Condutores (CFCs), representados pelos instrutores, diretores de ensino e seus proprietários têm uma missão importante hoje que é a conscientização, principalmente, dos jovens no trânsito.

Depois de escolhido o CFC, para iniciar o processo de habilitação, o candidato tem as digitais coletadas e armazenadas em um sistema biométrico de identificação que também registra sua frequência durante todo o curso de formação de condutores. “Os dados são monitorados pelo Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN). A partir desse momento, o candidato tem 12 meses para concluir todo o processo de habilitação, com a possibilidade de transferir e continuar em outros estados”, explica Mariano.

No caso de primeira habilitação é possível candidatar-se à Autorização para Conduzir Ciclomotores (ACC), categoria A (veículo de 2 ou 3 rodas), categoria B (veículos automotores com até oito lugares), categorias A e B (juntas).

A primeira etapa a ser vencida é o exame médico e psicológico. Nele o candidato receberá um laudo do médico e do psicólogo, credenciados pelo Departamento Estadual de Trânsito (Detran), atestando se o cidadão tem ou não condições físicas e psíquicas para dirigir. Nesse exame é avaliada a visão, força muscular, coração, pulmão e saúde mental. Se passar, começam as aulas teóricas do CFC (Centro de Formação de Condutores).

Depois de aprovado na primeira etapa, o candidato pode começar o curso teórico, que tem 45 horas/aula e conteúdos de legislação, infrações, sinalização, direção defensiva, primeiros socorros, cidadania, meio ambiente e mecânica básica. Após completar a carga horária, ele conquista o certificado de conclusão do curso e está pronto para a prova teórica, que é aplicada pelo Detran. O candidato deve ter no mínimo 70% de acerto. Se reprovar, deve esperar 15 dias para fazer novo exame. Passada a etapa teórica, começam as aulas práticas de direção, que devem ter no mínimo 25 horas/aula, distribuídas em aulas no simulador e no carro de verdade:

- a)** 05 horas/aula obrigatórias em simulador de direção veicular, das quais 1 (uma) hora/aula com conteúdo noturno.
- b)** 20 horas/aula em veículo de aprendizagem, sendo 04 (quatro) horas/aula no período noturno.

As aulas realizadas no período noturno poderão ser substituídas, opcionalmente, por aulas ministradas em simulador de direção veicular, desde que o aluno realize pelo menos 01 (uma) hora/aula prática de direção veicular noturna na via pública.

É muito importante que o futuro condutor treine em condições adversas como à noite, com chuva, pois só assim ele estará mais preparado para enfrentar a realidade do dia a dia no trânsito. De acordo com o especialista, muitos alunos chegam à CFC sem nenhuma motivação, já achando que sabem tudo sobre o ato de dirigir, e os instrutores tem uma difícil tarefa de mudar a cultura desse indivíduo. Os

resultados são surpreendentes e muitos jovens saem transformados e conscientes de seu papel no trânsito.

Concluído o curso prático é marcada a data para o tão temido exame final. Nesta hora é importante ouvir o instrutor. O professor é a pessoa que mais conhece o processo e ele sabe a hora que o aluno está preparado ou não para enfrentar a prova prática.

Para a categoria B, o candidato deverá fazer a baliza e um percurso determinado pelos examinadores, e será reprovado se cometer faltas eliminatórias ou que somem mais de três pontos negativos. Para motos e ciclomotores, o exame continua sendo feito em circuito fechado. Se reprovar, o candidato terá que esperar 15 dias para fazer novo exame, sem precisar repetir as etapas aprovadas.

Se o candidato é flagrado dirigindo sem habilitação, ou por algum motivo leva uma multa, quando tem um veículo em seu nome, por exemplo, o processo pode ser prejudicado. A partir do momento que o candidato tem o número RENACH (que é aquele inscrito ao dar entrada ao processo), a multa pode ficar atrelada a ele e aí sim suspender o processo de habilitação ou até mesmo a multa constar na Permissão para Dirigir (PPD) do infrator.

O candidato que for aprovado em todas as etapas do processo de habilitação receberá a Permissão Para Dirigir, que é válida em todo território nacional, inclusive rodovias. Essa dúvida é muito comum entre os recém-habilitados, mas ao contrário do que muitos imaginam, não há nada no Código de Trânsito Brasileiro que proíba o condutor com a PPD de dirigir em rodovias.

Porém, o especialista alerta sobre os perigos deste ato. “Pessoas que dirigem bem nas cidades nem sempre são bons condutores nas rodovias, quando estamos falando de condutores sem experiência, o risco é dobrado. Isso ocorre porque conduzir em estradas e rodovias exige uma experiência completamente diferente de conduzir em trânsito urbano”.

Se no período de um ano o condutor não cometer infrações graves ou gravíssimas e nem reincidir em multa por infração média, ele terá direito a Carteira Nacional de Habilitação (CNH). Caso contrário, terá que reiniciar todo processo de habilitação.

Atualmente o Centro de Formação de Condutores talvez seja o único contato que o candidato à primeira habilitação tenha com a educação para o trânsito. A CFC é uma instituição de ensino, certificada e credenciada pelo DETRAN, com qualidade e responsabilidade para despertar no cidadão todos os requisitos necessários para que ele seja um condutor mais responsável, que conheça e respeite as leis, e que olhe os outros usuários com mais compreensão e dignidade.

7 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

7.1 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE - DIMENSÕES E MODELOS

Para Lemos (2015), a interatividade se dá através da interface gráfica, que funciona como uma zona de contato que permite a interação. Rosson e Carroll (2002) distinguem entre funcionalidade e interface de usuário no sistema interativo: funcionalidade trata do que é possível, enquanto que a interface determina o que usuário deve fazer para usufruir dessas possibilidades.

Usabilidade é a confiança na percepção para atender às necessidades do usuário, concentrando-se em instituir uma experiência extraordinária para o mesmo. Mas é no método que está à verdadeira meta da usabilidade. Um método de usabilidade começa por olhar para quem usa o produto, perceber seus objetivos e necessidades, selecionando as técnicas certas para responder a pergunta: Este produto acolhe aos pré-requisitos de uso pelos usuários? Usabilidade, de acordo com o sentido da palavra, foca-se em como as pessoas usam o produto, diz respeito à interação entre usuário, a tarefa e o produto.

Autores como Jordan (1998), Preece et al. (2002), Norman (2006) e Göbel (2011), apontam que no passado muitos produtos eram projetados com pouca ênfase no usuário e causavam frustrações e desperdício de tempo por não oferecerem uma boa usabilidade. Com a saturação do mercado e a queda das diferenças tecnológicas, aspectos como a estética e a usabilidade passaram a ter mais valor.

Falcão e Soares (2013) afirmam que essa questão foi destacada pelo crescimento da complexidade dos produtos, exigindo uma maior atenção às necessidades do usuário, de maneira a aceitar que benfeitorias técnicas fossem descobertas. Durante esta fase, iniciada na década de 1990, os parâmetros de usabilidade receberam maior atenção, inicialmente com foco nos estudos de mercado, envolvendo cada vez mais o usuário no processo de design.

A interface funciona como uma passagem para as funções oferecidas. Métricas de usabilidade podem auxiliar a revelar padrões que são difíceis ou impossíveis de se ver, elas adicionam estrutura para o processo de concepção e avaliação, dá dicas sobre os resultados e fornece informações para os tomadores de

Nielsen (1993) destaca que a usabilidade não é uma propriedade única de uma interface, mas possui múltiplos componentes. Considera cinco dimensões para o conceito: Facilidade de aprendizado; Eficiência; Facilidade de memorizar; poucos erros e Satisfação.

Falcão e Soares chamam atenção para o fato de que ao se observar a tabela, percebe-se que muitos autores possuem dimensões com o mesmo significado, mas com nomenclaturas diferentes. As dimensões propostas aliam usabilidade a outros atributos e conceitos de sistemas ou produtos, oferecendo critérios mensuráveis de usabilidade, sendo necessários para a sua compreensão. Segundo os autores, as dimensões apresentadas foram desenvolvidas para avaliar a interface usuário software. Segundo Bowman et al. (2002), para avaliação de usabilidade de Ambientes de realidade virtual, os métodos mais utilizados são os seguintes:

- 1. Cognitive Walkthrough:** Este método consiste em uma avaliação de interface baseada em tarefas comuns que o usuário pode executar e avaliar a interface em cada passo. Destina-se especialmente para ajudar a entender a usabilidade de um sistema no primeiro uso ou usuário ocasional, ou seja, para usuários em um modo de navegação e aprendizagem exploratória;
- 2. Avaliação formativa:** É um método de avaliação e observação empírica que avalia a interação do usuário, solicitando que estes executem tarefas baseadas em cenários de uso representativos, com o objetivo de identificar problemas de usabilidade, bem como, avaliar a capacidade do projeto na exploração do usuário, aprendizagem e desempenho da tarefa, normalmente executada antes da implementação;
- 3. Avaliação Heurística:** Neste método, vários especialistas em usabilidade, avaliam separadamente o design da interface do usuário, normalmente um protótipo, aplicando um conjunto de heurísticas ou guias relevantes. Nenhum usuário é envolvido. Os resultados de vários especialistas são combinados e ranqueados para priorizar um redesign iterativo para cada problema de usabilidade encontrado;

4. Questionários: Um conjunto de perguntas utilizadas para se obter informações demográficas, de pontos de vista e interesses. Aplicados após os usuários terem participado de uma sessão de avaliação, normalmente formativa;

5. Entrevista: Técnica de coleta de informações sobre os usuários falando-se diretamente com eles. Uma entrevista pode colher mais informações que um questionário e ter um maior nível de detalhes. São boas para se obter reações subjetivas, opiniões e ideias sobre como os usuários pensam sobre as questões. Entrevistas podem ser estruturadas, com um conjunto pré-definido de perguntas e respostas, ou abertas, que permitem que o entrevistado forneça um maior conjunto de informações adicionais. Demonstrações podem ser utilizadas em conjunto com entrevistas dos usuários para auxiliar sobre o que o usuário está respondendo sobre a interface;

6. Avaliação Comparativa e Sumativa: Uma avaliação e comparação estatística de duas ou mais configurações e componentes. Tal como acontece com a avaliação formativa, os usuários executam tarefas em cenários representativos como avaliadores, coletando dados qualitativos e quantitativos. Podem ser aplicados de maneira formal ou informal.

Para se avaliar as interfaces é importante definir quais dimensões utilizar o equilíbrio ou relacionamento entre elas podem direcionar a interface do usuário e ajudar a determinar quais técnicas serão utilizadas durante o projeto. Estas técnicas sugerem abordagens de design e identificam conflitos (QUESENBERRY, 2003).

7.1.1 Modelos de Usabilidade

Um modelo não representa apenas as características de uma interface usável como também quais características atuam conjuntamente e o que elas significam. Os modelos estendem a definição de usabilidade para algo que pode ser utilizado para avaliar a usabilidade.

De acordo com Leventhal e Barnes (2002), modelos de usabilidade não apenas afirmam às características de uma interface usável (com boa usabilidade), e também indicam como estas características se encaixam seus significados e contribuição para a usabilidade.

Segundo Falcão e Soares (2013), os modelos de usabilidade mais populares são os de Eason (1984), Shackel (1991), Nielsen (1993), Leventhal e Barnes (2008). Os autores apresentam as seguintes considerações, com suas dimensões e definições.

- **Eason (1984)** - Tarefa: Frequência Número de vezes que uma tarefa é realizada. Abertura Extensão em que uma tarefa é modificável.

Usuário: O conhecimento que o usuário aplica na tarefa. Este deve ser apropriado ou não. Motivação como determinou ao usuário aplicar a tarefa.

Critério: Opção do usuário em não escolher usar alguma parte do sistema.

Sistema: Fácil de Aprender Esforço requerido para entender e operar um sistema não familiar. Fácil de Usar O esforço requerido para operar um sistema uma vez que é entendido e dominado pelo usuário Correspondência da tarefa A extensão que cada informação e funções que um sistema fornece correspondem às necessidades do usuário para uma determinada tarefa.
- **Shackel (1991)** – Eficácia: é descrita pelo intervalo da tarefa que deve ser melhor do que o nível de desempenho exigido, assim como uma percentagem específica de um intervalo de usuários alvo dentro de uma gama específica do ambiente de uso.

Facilidade de aprendizado: corresponde ao tempo entre o treinamento dos usuários e suporte da instalação do sistema, incluindo o tempo de reaprendizado.

Flexibilidade: corresponde a permissão de alguma variação de percentual especificado na tarefa e/ou no ambiente além do que foi especificado primeiramente.

Atitude: corresponde aos níveis aceitáveis de custo humano em termos de cansaço, desconforto, frustração e esforço pessoal.
- **Nielsen (1993)** - Facilidade de Aprendizado: O sistema deve ser fácil de aprender para que o usuário, mesmo não tendo experiência, possa rapidamente começar a obter resultados satisfatórios.

Eficiência: Está diretamente relacionada à produtividade do sistema, de modo que uma vez que o usuário tenha aprendido o sistema, seja possível uma alta produtividade.

Facilidade de Memorizar: O sistema deve ser fácil de lembrar, de forma que o usuário ocasional não tenha que aprender tudo de novo sobre o sistema após algum período sem tê-lo usado.

Poucos Erros: O sistema deve ter uma baixa taxa de erros, de modo que os usuários cometam poucos erros durante o uso do sistema, e assim que erros sejam cometidos, estes possam ser corrigidos de forma simples e rápida. Além disso, erros catastróficos não devem ocorrer.

Satisfação: o sistema deve permitir uma interação agradável, para que os usuários estejam subjetivamente satisfeitos ao utilizá-lo.

Jakob Nielsen é um pesquisador experiente em questões de usabilidade e reconhecido internacionalmente por seu envolvimento com questões associadas aos estudos de HCI e Ergonomia. As definições de Nielsen quanto à interação entre utilizadores e sistemas tecnológicos de informação são muito utilizadas por outros pesquisadores e estudiosos da área. Segundo o autor a usabilidade é um atributo de qualidade que avalia quão fácil uma interface é de usar *ou* a medida de qualidade da experiência de um usuário ao interagir com um produto ou um sistema, como mostra a Figura 17.

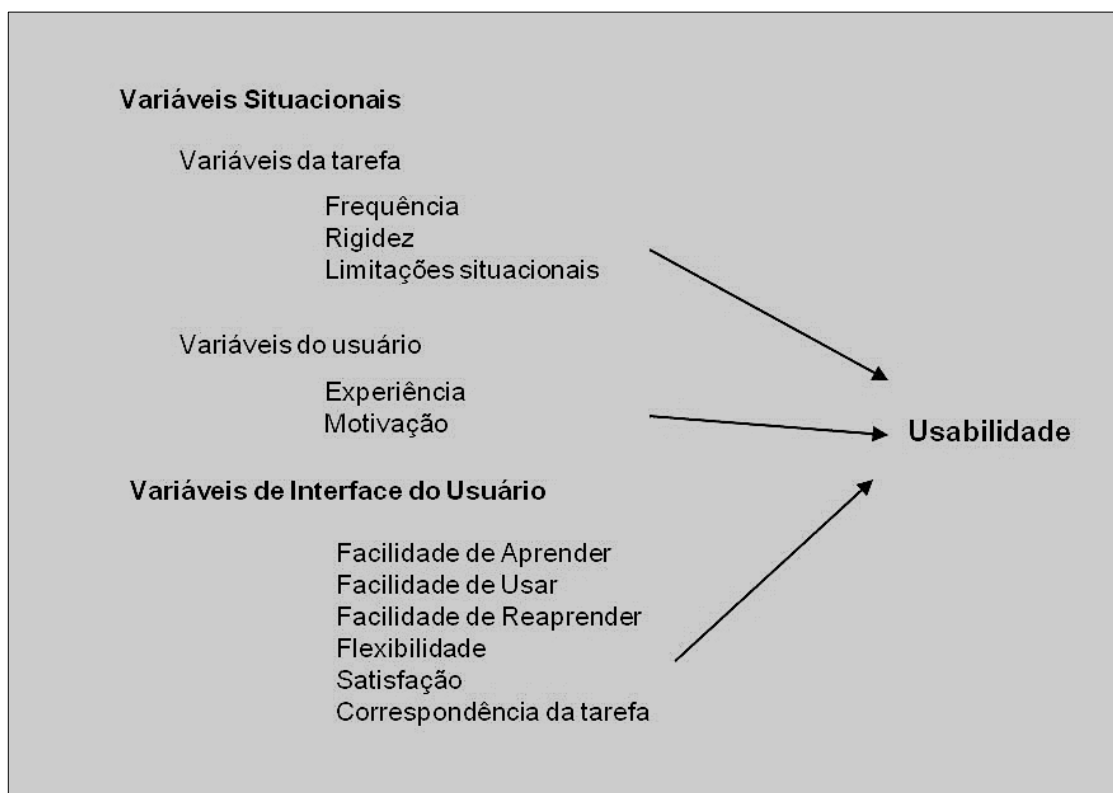
Figura 17 - Visão do modelo de Nielsen (1993).



Fonte: (RAMOS; CYBIS, 2004).

Leventhal e Barnes (2008) propõem um modelo híbrido de usabilidade aplicado a sistemas, a partir dos modelos de Shackel, Nielsen, e Eason descritos acima. O modelo é uma investida de juntar os fatores mais importantes dos três modelos que foram considerados, e admite que um número de variáveis que são adotadas juntas produzirá se a interface tem boa usabilidade. Elas dividem-se em: variáveis situacionais e variáveis de interface do usuário, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Modelo de usabilidade segundo Leventhal e Barnes (2008, p.36).



Fonte: Falcão e Soares (2013).

Os modelos propostos acima foram desenvolvidos principalmente para a análise de *softwares* e *websites*, a partir do contexto da interação humano-computador. Assim, sabe-se que o foco fundamental da usabilidade continua sendo a facilidade de uso quando interage com o produto.

7.1.2 Heurísticas de Nielsen: Avaliação heurística

Nielsen (1994) descreve que avaliações heurísticas é um método para encontrar problemas de usabilidade na interface através de um pequeno processo de iteração durante o desenvolvimento. Elas podem tanto orientar a concepção quanto a avaliação da maioria dos sistemas interativos. A avaliação envolve um pequeno número de avaliadores que examinam a interface e julgam o que está de acordo com os princípios de usabilidade, as heurísticas. A avaliação se destaca pelo baixo custo e agilidade. Nielsen (1994) propõe 10 heurísticas de usabilidade, em tradução livre:

1. Visibilidade de status do sistema: O sistema sempre deve informar ao usuário sobre o que está acontecendo, com feedback apropriado e em um tempo razoável;
2. Relacionamento entre a interface e o mundo real: o sistema deve falar a linguagem do usuário, com frases, palavras e conceitos familiares ao usuário, em termos orientados ao sistema;
3. Liberdade e controle do usuário: usuários podem escolher opções erradas por engano e precisão de funções de “saída de emergência” de maneira clara, por exemplo, suporte a desfazer e refazer;
4. Consistência e padrões: usuários não devem ter que se questionar se as mesmas palavras, situações e funções representam a mesma coisa, deve existir uma convenção para o sistema;
5. Prevenção de erros: Um projeto cuidadoso que impede que um problema ocorra, eliminando condições passíveis de erros, apresentar opção de confirmação antes da execução da ação;
6. Reconhecimento ao invés de memória: Minimizar a carga de memória do usuário, através de objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que se lembrar de informações a partir de um diálogo para outro. As informações devem estar visíveis o tempo todo ou serem de fácil recuperação;

7. Flexibilidade e eficiência no uso: O sistema deve ser fácil de utilizar por usuários iniciantes, mas prover atalhos e ser flexível para usuários avançados;
8. Design minimalista: Os diálogos não devem ter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade de informação indesejada compete com os relevantes, o que atrapalha o entendimento e diminui a visibilidade;
9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e reparar erros: As mensagens de erro do sistema devem ser simples, informar precisamente o problema e sugerir uma solução;
10. Ajuda e documentação: Mesmo que seja melhor utilizar o sistema sem a necessidade de documentação, o acesso a ajuda de documentação pode ser valioso. Qualquer informação deve ser fácil de pesquisar, focada em tarefas do usuário, através de listas concretas e não extensas.

A Avaliação heurística ajuda a encontrar problemas de usabilidade mais cedo, e mesmo que não sejam encontrados nessa fase, podem ser descobertos em uma avaliação formativa, com usuários, por exemplo. Nielsen (1994) faz indicações sobre a quantidade de avaliadores a serem utilizados, possibilitando, assim, identificar a maior parte de problemas de ergonomia.

Especialistas em usabilidade e domínio de sistemas são os que apresentam os melhores resultados quanto ao número de problemas identificados. Com cinco avaliadores desse tipo são capazes de identificar 95% dos problemas de ergonomia de um software. Cinco avaliadores especialistas apenas em usabilidade identificam 85%. O mesmo número de avaliadores novatos identifica 50% desses problemas.

Para Galitz (2007) um processo rigoroso de testes de usabilidade é importante por diversas razões, incluindo as seguintes:

- Desenvolvedores e usuários possuem diferentes perfis - Desenvolvedores e usuários possuem diferentes perfis e níveis de conhecimento. Desenvolvedores possuem conhecimento especializado do sistema permitindo que eles saibam lidar com situações complexas ou ambíguas, algo que não é possível para usuários comuns. Desenvolvedores também usam

frequentemente terminologias que nem sempre são compreendidas pelos usuários;

- As intuições dos desenvolvedores não estão sempre corretas – A intuição dos designers, por melhor que eles sejam no que fazem, sobre a forma como o usuário utilizará o sistema, é propensa a erros. Intuição é algo muito superficial para ser levada em consideração;
- Não há usuários iguais – Todos se diferem, em aparência, sentimentos, habilidades motoras, habilidades intelectuais, habilidades de aprendizado e rapidez, preferências em controle de dispositivos e assim por diante. Em uma tarefa de entrada de dados do teclado, por exemplo, os melhores operadores provavelmente são mais rápidos e cometem menos erros do que os operadores menos habilidosos. O sistema deve permitir que usuários com características muito diferentes, de forma satisfatória e confortável, aprendam a executar a tarefa desejada;
- É impossível prever a usabilidade pela aparência - Assim como é impossível julgar a personalidade de uma pessoa pelo jeito com que ela se parece, é impossível prever a usabilidade do sistema pela sua aparência;
- As normas de design e diretrizes não são suficientes – Normas de design e diretrizes são um importante componente para um bom design, que estabelece as bases para a consistência. Mas, normas de design e diretrizes com frequência são vítimas de conflito de escolha. Elas também não podem resolver todas as interações dos inúmeros elementos de design que ocorrem dentro de um sistema completo;
- Feedback informal é inadequado – Feedback informal é inadequado pois partes do sistema podem ser completamente ignoradas e problemas em outras partes podem não ser documentados;
- Produtos de peças embutidas quase sempre possuem inconsistências em nível de sistema - Isso é um resultado normal e esperado quando diferentes desenvolvedores trabalham em diferentes aspectos de um sistema. Também,

pode-se dizer que os desenvolvedores se diferem, cada um tem sua maneira de pensar e desenvolver;

- Problemas encontrados tarde são mais difíceis e caros de se consertar. A menos que os problemas encontrados sejam realmente severos, eles não serão consertados;
- Problemas consertados durante o desenvolvimento reduzem os custos com suporte no futuro – Os custos de suporte são diretamente proporcionais aos problemas de usabilidade que permanecem após o desenvolvimento. Quanto mais problemas, mais elevados os custos com suporte;
- Vantagens sobre um produto competitivo pode ser alcançada.

Os produtos mais bem-sucedidos são aqueles que permitem fazer algo facilmente. Dentre as razões para se avaliar a qualidade de uso de sistemas computacionais interativos, Tognazzini (2000) destaca:

- Os problemas de IHC podem ser corrigidos antes e não depois de o produto ser lançado;
- A equipe de desenvolvimento pode se concentrar na solução de problemas reais, em vez de gastar tempo debatendo gostos e preferências particulares de cada membro de equipe a respeito do produto;
- Os engenheiros sabem construir um sistema interativo, mas não possuem conhecimentos adequados para discutir sobre a qualidade de uso;
- O tempo para colocar o produto no mercado diminui, pois, os problemas de IHC são corrigidos desde o início do processo de desenvolvimento, assim que aparecem, exigindo menos tempo e esforço para serem corrigidos;
- Identificar e corrigir os problemas de IHC permite entregar um produto mais robusto, ou seja, a próxima versão corretiva não precisa começar a ser desenvolvida no momento do lançamento do produto no mercado.

O ensino de IHC pode promover uma visão crítica sobre a importância da abordagem do projeto voltado ao usuário. Ou seja, ainda há uma área vasta do conhecimento a ser explorada dentro do conteúdo de Interação Humano-Computador.

A lista de recomendações heurísticas, que serve como base para esse tipo de inspeção, é uma combinação de regras gerais ou princípios reconhecidos, que buscam apontar prioridades em termos de usabilidade de interfaces interativas. Na verdade, ela representa um julgamento de valor, feito por especialistas, sobre as qualidades ergonômicas de uma interfaces e podem focar os seguintes aspectos: intuitividade (Inspeção Cognitiva), gestão de erros (Inspeção Preventiva) ou de usabilidade em geral (Heurísticas de Usabilidade) (NIELSEN, 1993; CYBIS, 2000).

7.1.3 Regras de ouro de Shneiderman

Shneiderman (1998) estabeleceu oito regras para projeto de interfaces. Estes princípios devem ser interpretados, refinados e estendidos para cada ambiente. Eles têm as suas limitações, mas proporcionam um bom ponto de partida para dispositivos móveis, desktop e web designers. Os princípios se concentram em aumentar a produtividade dos usuários, fornecendo procedimentos simplificados de entrada de dados, displays compreensíveis e feedback rápido e informativo para aumentar os sentimentos de competência, domínio e controle sobre o sistema. São elas:

- 1. Esforce-se pela consistência:** As sequências consistentes de ações devem se repetir em situações semelhantes; as mesmas terminologias devem ser utilizadas em avisos, menus e telas de ajuda; consistência de cores, layout, capitalização e fontes devem ser empregadas por toda parte. Exceções como a confirmação exigida do comando de exclusão ou repetição de senha devem ser compreensíveis e em número limitado.
- 2. Atender à usabilidade universal:** Reconhecer as necessidades de diversos usuários e projetar com flexibilidade, facilitando a transformação de conteúdo. Diferenças entre iniciantes e experientes, faixas etárias, incapacidades e diversidade tecnológica enriquecem o leque de requisitos que orientam o projeto. Inclusão de recursos para os novatos, como explicações e recursos para especialistas podem enriquecer o design da interface e melhorar a qualidade do sistema.

- 3. Oferecer um feedback informativo:** Para cada ação do usuário, deve haver um feedback do sistema. Para ações frequentes e de menor importância, a resposta pode ser modesta, enquanto que para ações esporádicas e importantes, a resposta deve ser mais substancial. A apresentação visual dos objetos de interesse pode proporcionar um ambiente conveniente para mostrar as mudanças de forma explícita.
- 4. Diálogos que indiquem o fim de uma ação:** Sequências de ações devem ser organizadas em grupos com um começo, meio e fim. Informação de feedback após a conclusão de um conjunto de ações dá aos usuários a satisfação de realização, uma sensação de alívio e uma indicação para se preparar para o próximo grupo de ações. Por exemplo, os sites de e-commerce movem os usuários da seleção de produtos para o check-out, terminando em uma página de confirmação clara que conclui a transação.
- 5. Evite erros:** Tanto quanto possível, projetar o sistema de tal forma que os usuários não possam cometer erros graves. Por exemplo, desabilite com tons pouco visíveis os itens de menu que não são apropriados, e não permita caracteres alfabéticos em campos numéricos. Se o usuário comete um erro, a interface deve detectar o erro e oferecer instruções simples, construtivas e específicas para recuperar a ação. Por exemplo, um usuário não deve ter que redigitar um formulário inteiro caso tenha inserido apenas o código postal inválido, e deve ser orientado a reparar somente o dado incorreto. Os erros devem deixar o estado do sistema inalterado, ou a interface deve dar instruções sobre como restaurar o estado.
- 6. Permitir a fácil reversão de ações:** Tanto quanto possível, as ações devem ser reversíveis. Essa característica alivia a ansiedade, uma vez que o usuário sabe que os erros podem ser desfeitos, e incentiva a exploração de opções desconhecidas. As unidades de reversão podem ser uma única ação, uma entrada de dado, ou um grupo de ações.
- 7. Suportar o controle do usuário:** Usuários experientes querem ter a sensação de que estão no comando da interface, e que ela responde às suas

ações. Eles não querem surpresas no comportamento conhecido, e ficam incomodados com sequências tediosas de entrada de dados, dificuldade na obtenção de informações importantes e incapacidade de produzir o resultado esperado.

- 8. Reduzir a carga de memória de curta duração:** A limitação dos seres humanos para o processamento de informações na memória de curta duração (a regra de ouro é que podemos nos lembrar de aproximadamente sete pedaços de informação) exige que os designers evitem criar interfaces em que os usuários devem memorizar informações de uma tela e, em seguida, usá-las em outra tela.

Importante observar que tanto as heurísticas de Nielsen e nas regras de ouro de Shneiderman, apresentadas acima, contém algumas semelhanças. Ambas buscam a melhor experiência de uso, objetivando a busca da qualidade e acessibilidade da interface a ser usada, baseando-se na qualidade, na “amigabilidade” (*user-friendly*) e usabilidade do sistema.

Este é um fator que prova que a usabilidade proporciona um maior conforto para o usuário, uma vez que todos buscam maior agilidade e menos tempo de adaptação necessária para utilizar o software, website ou game. Devido ao dia-a-dia acelerado e dinâmico em que as pessoas são submetidas, a necessidade de assimilação de um sistema deve ser o mais rápido possível, para que as empresas tenham o maior lucro possível devido a treinamentos menores. Uma interface fácil permite um melhor aprendizado e com isso, menor tempo de treinamento, e, portanto, maior economia.

7.1.4 Norma ISO 9241-11

Criada em 1998 pela International Standard Organization, a norma ISO 9242-11 foi adotada pela ABNT em agosto de 2002 na forma da NBR 9241-11. Esta norma definiu oficialmente o conceito de usabilidade, e estabeleceu, de forma ampla, diretrizes para sistemas computacionais a fim de permitir que o usuário atinja seu objetivo e a satisfação de sua necessidade em um contexto particular. Quando são selecionadas as medidas de usabilidade para os objetivos principais do usuário,

é preciso focar no processo utilizado pelo usuário para atingir seu objetivo geral inicial.

A ISO 9241 merece destaque neste trabalho por se ater aos princípios de usabilidade no diálogo mantidos entre as interfaces e o usuário de um *software*. Esses princípios podem ser aplicados genericamente no projeto de interfaces, independente da técnica específica de diálogo que esteja sendo trabalhada no momento (menu, formulários etc.).

Nesta Norma ISO, usabilidade e outros compostos utilizam as seguintes definições:

- Usabilidade: Medida, a qual um produto pode ser usado por usuários específicos, para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, em contexto específico de uso;
- Eficácia: Acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos. Eficiência: Recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos;
- Satisfação: Ausência do desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto. Usuário: Pessoa que interage com o produto;
- Objetivo: Resultado pretendido;
- Tarefa: Conjunto de ações necessárias para alcançar um objetivo.

Como mencionado anteriormente, a Norma ABNT-NBR 9241-11, compreendida a partir da ISO 9241-11, também orienta a existência de propriedades desejáveis do produto como Adequação às necessidades dos usuários, Facilidade de Aprendizado, Tolerância a erros, e Legibilidade.

7.1.5 Testes prospectivos: Entrevistas e questionários

Conforme anteriormente apontado, a escolha da técnica de pesquisa está ligada à natureza da pesquisa a ser desenvolvida. Marconi e Lakatos informam que tanto os métodos quanto as técnicas devem adequar-se ao problema a ser estudado, às hipóteses levantadas e que se queria confirmar, e ao tipo de informantes com que se vai entrar em contato.

Salientando que são vários os procedimentos de coletas, Marconi e Lakatos (2004) destacam alguns, a saber: Coleta documental; Observação; Entrevista; Questionário; Formulário; Medidas de opiniões e atitudes; Técnicas mercadológicas; Testes; Sociometria; Análise de conteúdo e História de vida.

A escolha da técnica de pesquisa é, na verdade, a escolha não só única, mas, sim, da principal técnica a ser utilizada, pois sempre mais de uma técnica será necessária no transcurso do trabalho a ser desenvolvido.

a) Entrevistas

O objetivo do pesquisador é conseguir informações ou coletar dados que não seriam possíveis somente através da pesquisa bibliográfica e da observação. Uma das formas que complementariam estas coletas de dados seria a entrevista. A entrevista é definida por Haguette (1997:86) como um “processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado”.

A entrevista como coleta de dados sobre um determinado tema científico é a técnica mais utilizada no processo de trabalho de campo. Através dela os pesquisadores buscam obter informações, ou seja, coletar dados objetivos e subjetivos. Os dados objetivos podem ser obtidos também através de fontes secundárias tais como: censos, estatísticas, etc. Já os dados subjetivos só poderão ser obtidos através da entrevista, pois que, eles se relacionam com os valores, às atitudes e às opiniões dos sujeitos entrevistados.

A preparação da entrevista é uma das etapas mais importantes da pesquisa que requer tempo e exige alguns cuidados, entre eles destacam-se:

- O planejamento da entrevista, que deve ter em vista o objetivo a ser alcançado;
- A escolha do entrevistado, que deve ser alguém que tenha familiaridade com o tema pesquisado;
- A oportunidade da entrevista, ou seja, a disponibilidade do entrevistado em fornecer a entrevista que deverá ser marcada com antecedência para que o pesquisador se assegure de que será recebido;

- As condições favoráveis que possam garantir ao entrevistado o segredo de suas confidências e de sua identidade e, por fim,
- A preparação específica que consiste em organizar o roteiro ou formulário com as questões importantes.

As formas de entrevistas mais utilizadas em Ciências Sociais são: a entrevista estruturada, semiestruturada aberta, entrevista com grupos focais, história de vida e também a entrevista projetiva. Mas sabendo de antemão que a escolha de quaisquer técnicas de coleta de dados depende particularmente da adequação ao problema da pesquisa (LAKATOS, 1996).

b) Entrevista projetiva

É aquela centrada em técnicas visuais, isto é, a utilização de recursos visuais onde o entrevistador pode mostrar: cartões, fotos, filmes, ao informante.

c) Entrevistas com grupos focais

É uma técnica de coleta de dados cujo objetivo principal é estimular os participantes a discutir sobre um assunto de interesse comum, ela se apresenta como um debate aberto sobre um tema. Os participantes são escolhidos a partir de um determinado grupo cujas ideias e opiniões são do interesse da pesquisa. Esta técnica pode ser utilizada com um grupo de pessoas que já se conhecem previamente ou então com um grupo de pessoas que ainda não se conhecem. A discussão em grupo se faz em reuniões com um pequeno número de informantes, ou seja, de 6 a 8 participantes. Geralmente conta com a presença de um moderador que intervém sempre que achar necessário, tentando focalizar e aprofundar a discussão.

d) Entrevistas estruturadas

São elaboradas mediante questionário totalmente estruturado, ou seja, é aquela onde as perguntas são previamente formuladas e tem-se o cuidado de não fugir a elas. O principal motivo deste zelo é a possibilidade de comparação com o mesmo conjunto de perguntas e que as diferenças devem refletir diferenças entre os respondentes e não diferença nas perguntas. A entrevista estruturada ou

questionário geralmente é utilizado nos censos como, por exemplo, os do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), nas pesquisas de opinião, nas pesquisas eleitorais, nas pesquisas mercadológicas, pesquisas de audiência.

e) Entrevistas abertas

Atende principalmente finalidades exploratórias, é bastante utilizada para o detalhamento de questões e formulação mais precisas dos conceitos relacionados. Em relação a sua estruturação o entrevistador introduz o tema e o entrevistado tem liberdade para discorrer sobre o tema sugerido. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão. As perguntas são respondidas dentro de uma conversação informal. A interferência do entrevistador deve ser a mínima possível, este deve assumir uma postura de ouvinte e apenas em caso de extrema necessidade, ou para evitar o término precoce da entrevista, pode interromper a fala do informante.

f) Entrevistas semiestruturadas

Combinam perguntas abertas e fechadas, onde o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. O pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal.

O entrevistador deve ficar atento para dirigir, no momento que achar oportuno, a discussão para o assunto que o interessa fazendo perguntas adicionais para elucidar questões que não ficaram claras ou ajudar a recompor o contexto da entrevista, caso o informante tenha “fugido” ao tema ou tenha dificuldades com ele. Esse tipo de entrevista é muito utilizado quando se deseja delimitar o volume das informações, obtendo assim um direcionamento maior para o tema, intervindo a fim de que os objetivos sejam alcançados.

A principal vantagem da entrevista aberta e também da semiestruturada é que essas duas técnicas quase sempre produzem uma melhor amostra da população de interesse. Ao contrário dos questionários enviados por correio que têm índice de devolução muito baixo, a entrevista tem um índice de respostas bem mais abrangente, uma vez que é mais comum as pessoas aceitarem falar sobre determinados assuntos (SELLTIZ et al., 1987).

Algumas desvantagens da entrevista é que ela está centrada no que o indivíduo faz, e não avalia as relações do indivíduo com o seu grupo; O entrevistado pode distorcer as respostas exagerando-as ou salientando aspectos menos importantes. As eventuais ideias pré-concebidas do entrevistador podem distorcer a análise dos resultados da entrevista; A entrevista assume que o trabalho de um indivíduo é invariante no tempo.

g) Questionários

Como afirmam alguns autores embora a entrevista e o questionário se baseie na validade de referências orais, existem significativas diferenças entre os dois. Em um questionário a informação obtida restringe-se a respostas escritas e questões pré-elaboradas.

Na entrevista, como o entrevistador e a pessoa entrevistada estão presentes no momento em que as questões são formuladas e respondidas, há oportunidades de uma flexibilidade maior. Segundo autores que têm tratado do assunto (Travers, Sellitz), na elaboração das questões é necessário atentar para o seguinte:

Toda a pergunta deve ser considerada como um estímulo, qual há uma resposta relativamente estável; a pergunta deve ser formulada de modo que as respostas dadas às próprias questões e não a outras situações; a pergunta deve suscitar resposta que permita uniformidade produtiva; não deve haver pergunta desnecessária ou inútil; a pergunta deve ser precisa e imparcial não conduzir para uma resposta "desejada", de modo tendencioso.

Os questionários são métodos de recolha de Informação baseados em perguntas escritas. Dependendo do objetivo, podem ser usados como alternativa às entrevistas. São úteis para obtenção de informação qualitativa e opiniões relativamente simples. A escolha da linguagem deve refletir a cultura da Organização. As questões devem ser de resposta fechada, simples e específicas, tecnicamente precisas.

Os questionários são particularmente úteis quando é preciso obter o mesmo tipo de informação de um grande número de pessoas. O questionário, segundo Gil (1999, p.128) pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas,

tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas”.

O mesmo autor ainda apresenta as seguintes vantagens do questionário sobre as demais técnicas de coleta de dados:

- Possibilita atingir grande número de pessoas, mesmo que estejam dispersas numa área geográfica muito extensa, já que o questionário pode ser enviado pelo correio;
- Implica menores gastos com pessoal, posto que o questionário não exija o treinamento dos pesquisadores;
- Garante o anonimato das respostas;
- Permite que as pessoas o respondam no momento em que julgarem mais convenientes;
- Não expõe os pesquisadores à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado.

Por outro lado, ele aponta pontos negativos da técnica em análise:

- Exclui as pessoas que não sabem ler e escrever, o que, em certas circunstâncias, conduz a graves deformações nos resultados da investigação;
- Impede o auxílio ao informante quando este não entende corretamente as instruções ou perguntas;
- Impede o conhecimento das circunstâncias em que foi respondido, o que pode ser importante na avaliação da qualidade das respostas;
- Não oferece a garantia de que a maioria das pessoas nos devolva devidamente preenchido, o que pode implicar a significativa diminuição da representatividade da amostra;
- Envolve, geralmente, número relativamente pequeno de perguntas, porque é sabido que questionários muito extensos apresentam alta probabilidade de não.

Num olhar talvez tendencioso à escolha do questionário, parece que os pontos fracos trazidos devem servir não para desestimular o uso de tal técnica, mas, sim, para melhor direcionar a condução dela, tanto na escolha de questões, como de universo dos pesquisados. Um ponto de extremada relevância, entre os aspectos positivos, é, sem dúvida, o baixo custo do questionário, já que os seus utilizadores

são públicos que já tem significativas despesas com os estudos e certamente não poderiam arcar com quantias elevadas para desenvolvimento de suas pesquisas.

Neste aspecto financeiro, então, o questionário seria um democratizado da pesquisa. Já foi dito que a pergunta é até mais importante que a resposta. Tendo isto em mente, deve-se voltar especial atenção à construção das perguntas que comporão o questionário, pois é delas que se conseguirá, ou não, obter os corretos dados para a organização da dissertação.

Este método, que, se usado de forma correta, é um poderoso instrumento na obtenção de informações, tendo um custo razoável, garantindo o anonimato e, sendo de fácil manejo na padronização dos dados, garante uniformidade. Fica claro, então, ser este um modelo de fácil aplicação, simples, barato, e plenamente hábil.

7.2 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL

7.2.1 Critérios adotados para avaliação de softwares educativos

Software educacional são programas de computador que foram projetados com um objetivo educacional, para auxiliar professor e aluno no processo de aprendizagem. No entanto, de acordo com Giraffa (1999), todo o programa pode ser considerado educacional desde que utilize uma metodologia que o contextualize no processo ensino aprendizagem.

Este conceito é bastante amplo e faz com que qualquer programa seja considerado educacional. Portanto, no momento que o professor utilizar um software com fins de ensino-aprendizagem, ele será considerado um Software Educacional. Podem-se citar como exemplos, os editores de textos e as planilhas de cálculos, que foram produzidos para o mercado de trabalho, mas são utilizados como ferramenta educacional nas escolas. Segundo Oliveira (2001), as características de um SE são as seguintes:

- Definição e presença de uma fundamentação pedagógica que permeie todo o seu desenvolvimento;
- Finalidade didática, por levar o aluno/usuário a “construir” conhecimento relacionado com seu currículo escolar;
- Interação entre aluno/usuário e programa, mediada pelo professor;

- Facilidade de uso, uma vez que não se devem exigir do aluno conhecimentos computacionais prévios, mas permitir que qualquer usuário, mesmo que em primeiro contato com a máquina, seja capaz de desenvolver suas atividades;
- Atualização quanto ao estado da arte. Uma das características citadas é a presença de uma fundamentação pedagógica que permeie todo o desenvolvimento e que define a forma de interação do SE com o professor e aluno.

É essencial que esteja claro a concepção teórica do *software* educacional para que não ocorram conflitos entre a atuação do professor e o uso do software pelo aluno, criando dificuldades para entender o que está sendo proposto, porque as teorias de aprendizagem refletem visões diferentes de como ocorre a aprendizagem.

Buscando outra forma de avaliação, chegou-se ao Guia para Análise de Interface (GADI), proposto por Cristina Portugal em sua dissertação e cujo objetivo é “analisar a atuação do designer como potencializador da informação e da comunicação nos ambientes e aprendizagem mediados pela internet”. (PORTUGAL, 2004, p. 9).

O GADI foi formulado para auxiliar na avaliação de usabilidade dos ambientes de aprendizagem mediados pela internet, considerando questões relacionadas ao design, a IHC e a pedagogia. O guia foi validado em 2004 através da análise da Oficina de Projeto Didático, desenvolvida pela Coordenação Central de Educação a Distância (CCEAD) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e que usa o sistema de gerenciamento de conteúdo AulaNet desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software da mesma instituição. O guia é composto por 62 itens divididos em 8 categorias: (1) Design de Interface; (2) Layout de tela; (3) Estilo de interação; (4) Ícones; (5) Tipografia; (6) Layout de tabelas; (7) Cores; (8) Recursos multimídia.

Para cada item é apresentada uma descrição com espaço para comentários, uma escala de avaliação e os autores recomendados. Independente do referencial escolhido para uma inspeção baseada em guias de recomendações é importante conhecer as limitações dessa técnica, conforme aborda Dias (2007 p. 62).

- Dificuldade de interpretação dos princípios de forma genérica
- Não avalia aspectos da interface que dependam de contexto de uso.

- Dificuldade em estabelecer graus de importância ou severidade entre as diferentes recomendações.
- A avaliação pode tornar-se exaustiva se aplicada a todas as telas.

O ideal é que a inspeção baseada em guias seja complementada por técnicas que envolvam o usuário, pois como observam Preece, Rogers e Sharp (2005 p. 300). A melhor maneira, contudo, de certificar que o desenvolvimento esteja levando as atividades dos usuários em conta é envolver usuários reais durante o levantamento dos mesmos. Dessa forma, os desenvolvedores podem alcançar um melhor entendimento das necessidades e dos objetivos dos usuários, o que leva a um produto mais apropriado e de maior proveito.

7.2.2 Métodos para avaliação de software educacional

Para realizar avaliação de *Software* educacional, é possível identificar na literatura vários métodos, metodologias e técnicas de avaliação, a exemplo de: Método de Reeves (Campos 1989); Técnica de TICESE (Gamez 1998); Técnica de Mucchielli (Silva 1998); Avaliação de LORI (Nesbit *et al.* 2002); Metodologia de Martins (Martins 2004), Método Rocha (Rocha 1992) e Modelo de Avaliação de Campos (Campos 1994).

Estas são abordagens objetivas de avaliação, uma vez que se apoiam em um conjunto de critérios (*checklists*), associados a uma escala de avaliação de conformidade, e sua aplicação resulta em um diagnóstico indicando se o SE contempla ou não os critérios de interesse. Cada abordagem possui critérios, escalas e diagnósticos específicos, conforme detalhado a seguir:

O método de Reeves (Campos 1989) utiliza uma escala bidirecional, em que o avaliador deve posicionar um ponto para expressar sua opinião ao avaliar os critérios propostos pelo seu *checklist*. O critério é avaliado de forma negativa se o ponto se aproxima da extremidade esquerda; da mesma maneira, se o ponto estiver mais próximo da extremidade direita da escala, o critério é avaliado positivamente.

A Técnica de Inspeção Ergonômica de *Software* Educacional (TICESE) foi desenvolvida pelo LabiUtil – Laboratório de Utilizabilidade – Universidade Federal de Santa Catarina. Esta técnica resulta em um laudo técnico que serve de orientação

para os responsáveis pela aquisição de material didático de programas de ensino (Gamez 1998).

Essa técnica é dividida em três estágios – classificação, avaliação e contextualização. Para cada estágio, um conjunto de critérios diferentes é avaliado, e um peso é atribuído a cada critério, totalizando 17 critérios. Aplica-se peso 0 quando os critérios não se aplicam ao SE, peso 1 para os que são importantes, e 1,5 para os critérios muito importantes. Para Silva (1998), a Técnica de Mucchielli tem como objetivo permitir a avaliação global de software considerando o público para o qual o SE foi desenvolvido. Esta abordagem utiliza como escala de mensuração um sistema de pontuação que varia de 1 (avaliação negativa) até 5 (avaliação positiva).

O instrumento de avaliação de software LORI (*Learning Object Review Instrument*) (NESBIT et al., 2002) desenvolvido pela *e-Learning Research and Assessment Network* é utilizado em alguns países para a avaliação de objetos de aprendizagem disponíveis na internet. O instrumento tem como objetivo avaliar a qualidade de um objeto de aprendizagem considerando apenas a parte técnica (adaptação aos recursos de hardware e software, e de usabilidade), baseado em nove critérios, de acordo com uma escala de pontuação que varia de 1 (avaliação negativa) até 5 (avaliação positiva).

A metodologia de Martins (2004) utiliza um método de inspeção (avalição heurística) para realizar teste de usabilidade em interfaces de modo rápido e intuitivo. A avaliação foi desenvolvida para vários tipos de softwares, ou seja, a avaliação não tem o foco voltado apenas para softwares educacionais, mas abrange softwares de diferentes modalidades.

O método de Rocha (1992) tem como objetivo avaliar a qualidade de Objetos de Aprendizagem e Softwares Educativos. Seus critérios são divididos em duas categorias: 7 critérios que avaliam os Objetos de qualidade (propriedades gerais que um SE deve ter para proporcionar qualidade do ponto de vista do usuário); e 16 critérios que avaliam os Fatores de qualidade do produto (qualidade de software). A ferramenta de avaliação utilizada para medir o grau de cada critério analisado é uma escala de 0 a 1, em que o critério pode ser avaliado como de alta qualidade (0.95 a 1), boa qualidade (0.90 a 0.94), qualidade mediana (0.60 a 0.89) ou sem qualidade (0.00 a 0.59).

O modelo de avaliação de Campos (Campos 1994) é voltado para avaliação da qualidade de SE a partir de um *checklist* técnico. O modelo propõe dez critérios de avaliação, e utiliza uma escala que varia de 0 a 1, adotando os números 0,25; 0,50 e 0,75 como grau de avaliação negativa ou positiva. A medida na escala é feita de forma que se a nota dada ao critério estiver perto do 0 é considerado negativa, e se estiver perto de 1 é positiva.

A diversidade de abordagens de avaliação de *Software* educacional é uma realidade que pode tornar difícil a escolha sobre qual técnica adotar, uma vez que cada abordagem apresenta seu conjunto de critérios e seu instrumento de mensuração, assim como cada abordagem possui o seu nível de dificuldade de aplicação. Oliveira e Aguiar (2014) realizaram um estudo de análise comparativa entre um conjunto de abordagens de avaliação de *Software* educacional. Este estudo comparativo contempla os métodos, metodologias e técnicas de avaliação citadas anteriormente.

Como resultado, os autores identificaram que: (a) existem critérios equivalentes entre abordagens distintas, embora a nomenclatura utilizada não seja a mesma (uso de sinônimos); e (b) nenhuma das abordagens contempla, igualmente, os três pilares de uma avaliação de *Software* educacional: elementos pedagógicos, critérios de usabilidade e qualidade de *software*.

Sendo assim, os autores propuseram uma abordagem que combina critérios de vários métodos, técnicas e metodologias a fim de tornar a avaliação do *Software* educacional mais abrangente.

Embora a proposta de Oliveira e Aguiar (2014) seja bastante interessante, os autores não apresentam uma validação da abordagem combinada, a partir de sua aplicação na avaliação de um *Software* educacional real. Sendo assim, não existe informação sobre a viabilidade da proposta, ou das limitações impostas pela associação de abordagens com critérios e escalas de avaliação distintas, ou ainda sobre a qualidade dos resultados obtidos. Optou-se por não utilizar a técnica.

Além disso, algumas abordagens possuem critérios muito subjetivos e com alto nível de abstração, não apresentando explicações ou exemplos sobre como estes devem ser avaliados. Além disso, as abordagens para avaliação de SE não contemplam, sozinhas, os três pilares que consolidam a qualidade de um software

educativo. Sendo assim, é importante considerar a adoção combinada de mais de uma técnica para avaliação de *Software* educacional.

7.2.3 Métodos para avaliação ergonômica da interface

Considerando a usabilidade de uma interface interativa, sua avaliação é um passo importante para aprimorar e adequar a interação entre ser humano-sistema. Segundo (Miranda e Moraes 2003), é difícil para o designer de a interface prever como algumas situações influenciarão no comportamento do usuário, já que ambos possuem conhecimentos e preocupações diferentes.

Para Carvalho (2002), a principal razão para a baixa usabilidade de produtos e sistemas de tecnologia da informação é a ênfase e o foco do projeto estarem na máquina e não no usuário final durante o processo de Design. O foco deve se desviar da interface para a tarefa a ser desempenhada, e centrada no objetivo do usuário. Apesar de se compreender a maneira como as pessoas geralmente agem em algumas situações de interação, é relativamente difícil traçar um perfil único de comportamento.

Para se obter uma interface ótima o melhor é testá-la, pois nem todas as pessoas pensam, agem e sabem de modo igual ao designer (KRUG, 2006). Portanto, para a avaliação da usabilidade de uma interface, a participação do usuário é indispensável.

O autor Krug (2006) também ressalta que o estudo dos usuários permite conhecer as maneiras como a busca de informação é realizada no aplicativo, como a informação é estruturada, como as experiências prévias influenciam as interações e como as estratégias dos usuários mudam com o passar do tempo. O autor conclui que a avaliação de usabilidade de um sistema interativo tem como objetivos:

- Validar a eficácia da IHC em face da efetiva realização das tarefas por parte dos usuários;
- Verificar a eficiência desta interação, em face dos recursos empregados (tempo, quantidade de incidentes, passos desnecessários, entre outros.);
- Obter indícios da satisfação ou insatisfação (efeito subjetivo) que ela possa trazer ao usuário.

A avaliação de usabilidade, enfim, pode proporcionar soluções que poderão aprimorar a parte funcional e estética de aplicativos. Segundo (CYBIS, 2007) três tipos de técnicas de avaliação ergonômica são apresentados: prospectivas, preditivas e objetivas.

- a) Técnicas prospectivas:** buscam a opinião do usuário sobre a interação com o sistema. Relacionada à aplicação de questionários / entrevistas com os usuários para avaliar sua satisfação ou insatisfação com o sistema e sua operação. Aplicada de modo eficiente podem diagnosticar problemas de usabilidade.
- b) Técnicas Preditivas ou diagnósticas:** buscam prever os erros de projetos de interface sem a participação direta do usuário, com base em verificações de versões intermediárias ou acabadas de softwares interativos, feitos pelos designers ou por especialistas em usabilidade. Destacam-se as técnicas de Avaliações Heurísticas e as Inspeções por Checklist.
- c) Técnicas Objetivas ou empíricas:** buscam constatar os problemas a partir da participação direta de usuários e se referem basicamente aos ensaios de interação e as sessões com sistemas espiões. Na sequência apresentam-se as técnicas da ergonomia das interfaces.

7.2.4 Avaliações ergonômicas das interfaces

As técnicas de avaliação de ergonomia, segundo Cybis (2007), baseiam-se em verificações e inspeções dos aspectos ergonômicos das interfaces. O autor classifica como: avaliações analíticas, avaliações heurísticas e inspeções por listas de verificação, ou *checklist*, descritas a seguir:

a) Avaliações Analíticas

De acordo com Cybis (2007) esse tipo de técnica é empregado nas primeiras etapas de concepção de uma interface humano-computador. Afirma que mesmo nesse nível, “já é possível verificar questões como a consistência, carga de trabalho e o controle dos usuários sobre os diálogos propostos” Essa técnica permite que se filtrem certos aspectos do projeto antes de sua elaboração.

b) Avaliação Heurística

A avaliação heurística é uma representação de um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das interfaces humano-computador (CYBIS, 2007, p.112). No início da década de 1990, Nielsen e Molich utilizaram o termo heurístico na proposição de um processo de avaliação de interface delineado por padrões de usabilidade. No processo, especialistas em ergonomia avaliam o sistema, e de acordo com sua experiência, procuram obstáculos que violem princípios do bom projeto e que possam impedir uma boa interação do usuário (MORAES, 2002).

Segundo VIEIRA (2003), as regras da avaliação heurística conduzem à descoberta, invenção e solução de problemas, e pode ser usada durante todo o ciclo de desenvolvimento do sistema. Recomenda-se um grupo de três a cinco avaliadores que conheçam os princípios de usabilidade (denominadas heurísticas) para julgar e examinar as características da interface. Depende da capacidade (competência, experiência) dos avaliadores e das estratégias que serão empregadas.

c) Avaliação por *Checklist*

As avaliações de usabilidade por *checklist* são baseadas em listas de verificação, por meio das quais se diagnostica de forma rápida problemas que se repetem nas interfaces. Ao contrário das avaliações heurísticas, o que determina possibilidades para avaliação são as qualidades da ferramenta e não dos avaliadores (CYBIS, 2007). As questões podem vir acompanhadas de notas explicativas, exemplos e glossário (Heeman, 1997) A avaliação realizada por meio de *Checklist* apresenta as seguintes características:

- Possibilidade de ser realizada por projetistas, não especialista em IHC. O conhecimento ergonômico está contido;
- Garante resultados mais estáveis, mesmo quando aplicado separadamente por diferentes avaliadores, pois as questões/ recomendações sempre serão efetivamente verificadas;
- Facilidade na identificação de problemas de usabilidade, devido a especificidade das questões;
- Aumento da eficácia da avaliação pela redução da subjetividade normalmente associada a processos de avaliação;
- Redução de custo da avaliação pela sua rápida aplicação.

Os autores mostraram que seus critérios proporcionam o aumento da sistematização dos resultados das avaliações de usabilidade de uma dada interface (BASTIEN E SCAPIN, 1993). Isto é, quando diferentes especialistas empregam esses critérios, descritos abaixo, como ferramenta de avaliação, eles obtêm resultados mais parecidos. Eles diminuem assim, um dos inconvenientes das avaliações por especialistas, especificamente a falta de sistematização nos resultados.

7.2.4 Combinação de métodos, técnicas e ferramentas

A combinação de várias técnicas é recomendada não só por pesquisadores da área de IHC, mas, pela metodologia científica de forma geral, pois cada técnica pode enfatizar ou não as características da interface avaliada (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, p. 300).

Dados qualitativos são resultados não numéricos, como uma lista de problemas que os usuários tiveram ao utilizar a aplicação, ou suas sugestões sobre como melhorar o projeto de interação. Normalmente, estes dados permitem identificar quais são as características de interação ou interface relacionadas com os problemas medidos e observados.

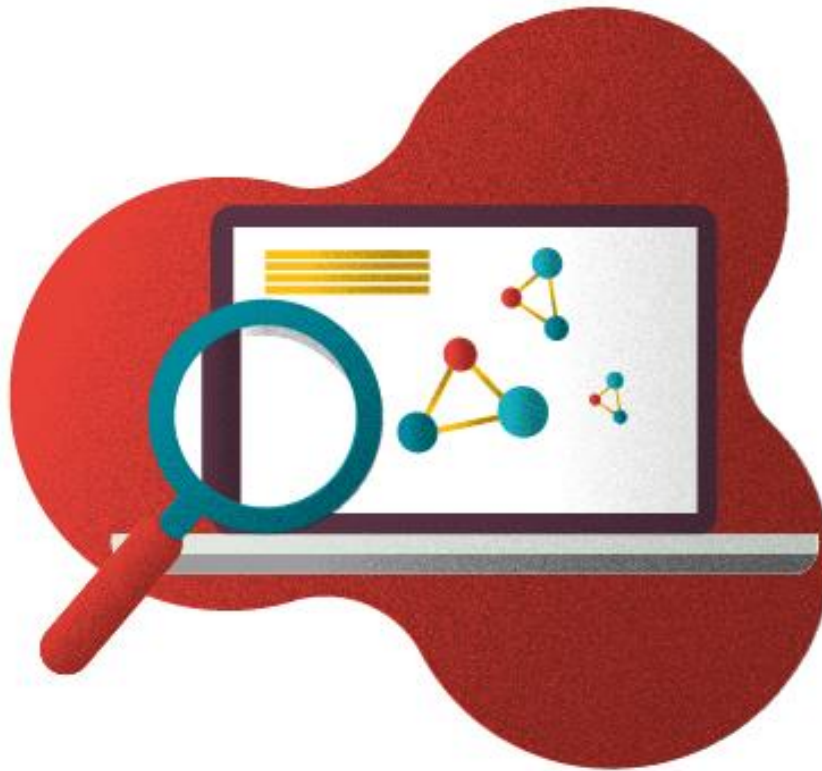
A análise interpretativa é realizada quando, ao analisarem os dados coletados a partir da interação do usuário com o sistema, os avaliadores procuram explicar os fenômenos que ocorreram durante esta interação. Normalmente, se considera a análise como sendo interpretativa quando ela é feita sobre dados coletados em ambientes naturais sem interferência dos observadores nas atividades dos usuários.

PARTE II

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

ESTUDOS DE CAMPO

- Estudo de campo I: Avaliação heurística
- Estudo de campo II: Teste de usabilidade
- Estudo de campo III: Análise gráfica da interface



8 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

8.1 METODOLOGIA

A combinação de várias técnicas é recomendada não só por pesquisadores da área de IHC, mas pela metodologia científica de forma geral, pois cada técnica pode enfatizar ou não as características da interface avaliada (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005 p. 300). Segundo Leventhal e Barnes (2008), a usabilidade pode ser conduzida de forma a facilitar o uso de avaliações e testes de usabilidade, contudo, diferentes abordagens para a avaliação da usabilidade podem ser apresentadas em diferentes contextos.

A investigação do problema proposto foi viabilizada através de pesquisa bibliográfica, abrangendo autores mais relevantes em relação ao tema da pesquisa; e realização de avaliações de usabilidade com o objetivo de conseguir informações acerca do problema.

O método de pesquisa versa no procedimento ou caminho utilizado pelo pesquisador para estabelecer semelhanças entre variáveis, sendo composto de uma série de etapas. Em cada uma dessas etapas, é possível utilizar instrumentos para a coleta e para a análise de dados, chamadas técnicas, que equivalem a operações, ações ou modos de dar cumprimento a uma atividade.

De tal modo, o método pode ser composto por várias técnicas para alcançar os objetivos da pesquisa. Nesse sentido, a escolha dos métodos e das técnicas depende da natureza da pesquisa, do objetivo pretendido, dos recursos e do tempo disponíveis. Também depende das habilidades e da experiência do pesquisador em selecionar os métodos e técnicas adequadas em cada caso (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

Para Santos (2002), na Interação Humano Computador (IHC), o método de avaliação baseado em critérios ergonômicos visa abranger vários aspectos da qualidade ergonômica dos sistemas interativos. Nessa esfera da usabilidade, a literatura indica a seleção de métodos variados de avaliação de sistemas, isto é, preconiza-se uma combinação de métodos de avaliação por especialistas e de métodos que envolvam os usuários do sistema (BENYON, 2011; PREECE; ROGERS; SHARP, 2013). Esse princípio de combinar os métodos de avaliação, se

o pesquisador chegar à mesma conclusão a partir de mais de uma abordagem, então provavelmente a conclusão estará correto.

A escolha pela pesquisa descritiva em formato de estudo de caso se deu pelo fato da pesquisadora ter buscado conhecer e interpretar a realidade, sem nela interferir para modifica-la. Interessou-se em descobrir e observar fenômenos e procurar descrevê-los, classifica-los e interpreta-los. Os dados qualitativos visando compreender e interpretar determinados comportamentos, a opinião e as expectativas dos indivíduos, não tendo o intuito de obter números como resultados, mas *insights*; muitas vezes imprevisíveis, que possam indicar o caminho para tomada de decisão correta sobre as questões levantadas e a observação em campo.

De acordo com Kim e Han (2008), os métodos que mensuram o nível de usabilidade de produtos são divididos em dois tipos: questionários e métodos relacionados ao desempenho.

Nos casos que não são necessários participantes para a avaliação, os especialistas são solicitados a exporem suas opiniões baseadas em observações estruturadas e este método é denominado como não empírico através de duas maneiras: avaliação heurística e/ou *walkthrough*.

No caso dos métodos empíricos faz se necessário a participação de usuários para a realização das técnicas de observações e entrevistas que são empregadas nos testes de usabilidade. Segundo Jordan (1998) e Moody (2002), os métodos empíricos são geralmente divididos em métodos quantitativos (coleta de dados numéricos seguida de uma análise estatística) e métodos qualitativos (coleta de dados qualitativos do comportamento humano seguida de uma análise subjetiva ou interpretativa).

Quando se encontra um problema de usabilidade por meio da inspeção por especialistas e depois se observa o mesmo problema durante o teste com usuário e também a partir da opinião dele, há uma indicação de que o problema realmente precisa ser corrigido (BRINCK; GERGLE; WOOD, 2002).

A metodologia deste trabalho engloba três estudos de campos, os quais foram descritos nos próximos capítulos. No Quadro 8 está representado a síntese da proposta metodológica aplicada.

Quadro 8 - Representação dos estudos realizados e seus respectivos objetivos.

 Esquema Metodológico da Dissertação		
Estudo de Campo I Avaliação Heurística	Estudo de Campo II Teste de Usabilidade	Estudo de Campo III Análise Gráfica da Interface
• Pesquisa descritiva • Objetivo Geral: encontrar os problemas de utilização na concepção de modo que eles podem ser atendidos como parte de um processo iterativo de design. • Objetivo específico: usar o simulador, julgar a conformidade da interface segundo as heurísticas, descrição dos problemas atribuindo sua severidade e redigir um relatório unificado.	• Pesquisa descritiva • Objetivo Geral: observar usuários reais usando o produto para descobrir problemas e pontos de melhorias. • Objetivo específico: medir quão bem os alunos respondem a quatro áreas: desempenho, precisão, lembrança e resposta emocional. Comparar os resultados com o estudo de campo I.	• Pesquisa descritiva Objetivo Geral: Avaliar a interface gráfica do ambiente virtual seguindo os fundamentos do design gráfico. • Objetivo específico: Identificar os fundamentos do design gráfico e recomendações de usabilidade associados ao projeto de interfaces gráficas. Propor recomendações. Tendo por referência o resultado da avaliação.

Fonte: Elaborado pela autora.

8.1.1 Avaliação Heurística

O método de avaliação heurística visa identificar problemas de usabilidade. Este método não envolve usuários, e deve ser realizado por avaliadores especialistas. Em geral, recomenda-se que 3 a 5 especialistas realizem uma avaliação. Este método é bastante rápido, e de menor custo que a maior parte dos métodos de avaliação amplamente difundidos.

As heurísticas utilizadas tiveram como base os critérios de avaliação de Nielsen (1994). A avaliação foi realizada com cinco participantes, do gênero masculino e feminino. Todos os testes foram documentados em formato digital (filmados). E seguiram-se duas fases: Fase 1: Consolidação da avaliação por especialistas. Fase 2: Seleção dos problemas que devem ser corrigidos.

8.1.2 Teste de Usabilidade

Em casos como esse, em que a solução já está pronta, as técnicas de avaliação prospectivas como os questionários e entrevistas são ideais por colherem as opiniões e experiências de seus usuários finais a respeito da aplicação desenvolvida. Muitas empresas de *software* elaboram e aplicam regularmente questionário de satisfação a seus usuários, como parte de sua estratégia de qualidade (CYBIS, 2003).

Os testes foram realizados com 10 usuários 50% foram do gênero masculino e 50% feminino. Através de questionário de satisfação, foi feita coleta da opinião dos participantes.

Esta é uma técnica bastante útil em um processo de avaliação de interação, pois através de questionários o avaliador pode obter informações importantes sobre o perfil do usuário, suas dificuldades de interação com o sistema e sugestões. Assim, o usuário pode expressar todas as suas necessidades e satisfações por meio deste instrumento de coleta de dados. Como ferramentas de registro: áudio, vídeo.

- **Objetivos do teste:** A aplicação do Teste de Usabilidade objetiva avaliar a interface humano-computador do software, a fim de verificar a qualidade do design da interface de forma gradual, e consequentemente observar problemas encontrados, para que possam ser corrigidos.
- **Questionário a ser respondido pelos usuários após o teste:** O questionário específico respondido pelos usuários após a aplicação do teste foi elaborado segundo os critérios ergonômicos fundamentados no trabalho.

8.1.3 Análise gráfica da interface

Para a análise gráfica da interface realizou-se a estruturação de um quadro (ver anexo) estabelecendo critérios segundo os elementos e princípios visuais descritos neste trabalho. Foram atribuídos focos de análise a cada critério, sendo os mesmos analisados com conclusão da condição de cada critério na interface do simulador em avaliação. Cada quadro foi composto de um critério em avaliação e do resultado da análise do mesmo, com demonstrações gráficas.

A análise da interface foi realizada por 2 especialistas da área de Design gráfico com vasta experiência no desenvolvimento de interfaces. Foi escolhido o

Guia para a Análise do Design de Interface (GADI) devido a sua maior proximidade com as questões que envolvem o design gráfico e por ter sido desenvolvido para analisar ambientes virtuais de aprendizagem.

A estrutura do GADI não requer a seleção de telas específicas para a análise, pois considera o ambiente como um conjunto. O GADI foi formulado para acessoria na avaliação de usabilidade dos ambientes de aprendizagem mediados pela internet, considerando questões relacionadas ao design, a IHC e a pedagogia. O guia foi validado em 2004 através da análise da Oficina de Projeto Didático, desenvolvida pela Coordenação Central de Educação a Distância (CCEAD) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e que usa o sistema de gerenciamento de conteúdo AulaNet desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software da mesma instituição.

9 ESTUDO DE CAMPO I: AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

9.1 ASPECTOS ÉTICOS APLICADOS AOS ESTUDOS DE CAMPOS

As sessões de avaliação foram realizadas no Centro de Formação de Condutores Santa Bárbara, localizada na Avenida Pio XII, s/n - Jatiúca, Maceió - Alagoas, sob coordenação do Prof. Marcelo Soares. O centro de formação de condutores possui todo o equipamento citado e estiveram disponíveis durante toda a pesquisa. Foram convidados a participar da pesquisa os 05 especialistas em Usabilidade de sistemas que atuam no mercado local em Maceió com desenvolvimento de softwares e aplicativos e alunos da mesma. Contando com mais dois designers gráficos especialistas em desenvolvimento de *softwares* educativos. Todo o procedimento de coleta de dados somente teve início após apreciação e aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UFPE.

9.1.1 Estratégia para estudo de campo: avaliação heurística

Além das heurísticas propostas por Jacob Nielsen, outras heurísticas, critérios ou princípios podem ser utilizados durante a inspeção como, por exemplo, os critérios ergonômicos definidos por Bastien e Scapin (1993). O experimento empregando a técnica de avaliação heurística foi realizado em duas fases, nas quais cada especialista trabalhou de forma independente conduzindo à avaliação da ferramenta de simulação:

Fase 1: Os avaliadores foram convidados a usar o simulador para realização de duas tarefas, em sessões curtas de no máximo 30 minutos cada. Inicialmente foram orientados pela pesquisadora, previamente treinada pela CFC credenciada para o experimento. Durante a avaliação cada especialista julgou a conformidade da interface com um determinado conjunto de princípios (“heurísticas”) de usabilidade, anotando os problemas encontrados e sua localização, julgando a severidade destes problemas. Durante cada sessão de avaliação, o avaliador percorreu a interface, inspecionando os diversos elementos e fazendo relatório com suas observações quanto a usabilidade. Foi proposto que os avaliadores selecionassem a opção ‘Teoria’, disponível no ‘Menu Inicial’, em seguida nos ‘Vídeos de Treinamento’ e, por fim, na opção ‘Cruzamentos’. Os avaliadores foram orientados para, após a

conclusão do vídeo, retornar ao 'Menu Inicial', onde encontrou um breve tutorial e se familiarizou com os controles e comandos do simulador. Primeiro foi realizada a tarefa de cruzamentos, após a conclusão, a simulação de direção durante o período da noite.

Fase 2: Depois de concluída a descrição dos problemas, cada problema foi analisado e a ele foi atribuído um fator de gravidade, conforme exemplo da Tabela 2, proposta por Nielsen e Mack (1994, p. 49), onde as severidades foram definidas pela equipe de avaliação, considerando-se o grau de influência dos problemas sobre a realização das tarefas.

Tabela 2 - Escala de severidades atribuídas em teste de avaliação heurística.

SEVERIDADE	SIGNIFICADO
0	Não é considerado, totalmente, um problema de usabilidade
1	Problema apenas estético: não necessita ser consertado a menos que haja tempo extra disponível no projeto
2	Problema menor de usabilidade: o conserto deste problema deverá ter baixa prioridade
3	Problema maior de usabilidade: é importante consertá-lo, para isto deverá ser dado alta prioridade
4	Catástrofe de usabilidade: é obrigatório consertá-lo, antes do produto ser divulgado

Fonte: (NIELSEN; MACK, 1994a. p.49).

Fase 3: Como produto da avaliação heurística, os especialistas redigiram um relatório unificado. Este relatório contém, por exemplo, os seguintes itens:

- problemas esperados (e possíveis consertos)
- o quão bem o sistema apóia as tarefas dos usuários
- caminhos de interação primários (importantes e/ou freqüentes)
- caminhos de interação alternativos ou pouco utilizados
- consistência
- elementos de estilo

- recomendações de projeto

9.1.2 Seleção de participantes na avaliação heurística

Participaram desta fase do estudo cinco especialistas (n=5). O grupo era composto de três do gênero feminino e dois do masculino, com idades variando entre 30 e 48 anos.

9.2 ANÁLISE E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

As heurísticas foram incorporadas ao corpo do texto e estão exibidas por meio de tópicos. Assim, o leitor terá acesso a cada item da avaliação, ao referencial numérico relativo aos níveis de problemas de usabilidade e à explicação da aplicação da análise, conforme a seguir:

H1. Visibilidade de status do sistema: 100% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (3), pois apesar do simulador manter o aluno informado em tempo real durante alguns momentos da simulação, o passo a passo informado por um comando de voz no início da simulação não é o bastante para que a aula seja concluída com sucesso, pois são muitas informações e o aluno acaba esquecendo-se durante o percurso. O simulador também não informa ao aluno o passo seguinte durante todo o percurso, em alguns momentos informa, em outros a informação é passada pelo instrutor. Ou seja, se por ventura ele esquecer e o aluno errar, será penalizado.

H2. Relacionamento entre a interface e o mundo real: 80% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (3), julgando a linguagem clara quanto ao uso de seta, ícones e utilização da cor vermelha para elementos negativos. Porém o fato de ter placas dois lados da pista com as informações voltadas para o aluno, distoam gravemente do mundo real. Os outros 20% classificam com severidade (4) uma catástrofe de usabilidade e que deveria ter sido observado e corrigido antes mesmo do produto ser divulgado no mercado.

H3. Liberdade e controle do usuário: 60% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (1) e 40% (0), pois quando há excesso de infrações o simulador de maneira automática reinicia a simulação não dando ao aluno a liberdade de controle quanto a isso. Durante a simulação não é permitido ao aluno fazer opções, o simulador segue uma sequência já programada. Também não é permitido desfazer e refazer ações, já que o objetivo da simulação é se aproximar ao máximo das situações do dia a dia.

H4. Consistência e padrões: 100% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (0), Todos os cenários têm mesma diagramação, alterando em sua cor, elementos e atividades, de acordo apenas com o horário (dia ou noite) e em condições de chuva ou neblina.

H5. Prevenção de erros: 100% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (2) Sempre há mensagem de confirmação solicitando ao aluno determinando comandos para que a simulação tenha início, por exemplo, a simulação só começa após o aluno colocar o cinto de segurança, também há avisos sonoros sobre as saídas das rotatórias, criando neste aluno um repertório e evitando que esse tipo de infração seja cometido durante situações reais de trânsito. Porém outros erros são pontuados na tela como infração, mas só no final quando o relatório de aula é gerado o aluno sabe o que errou, por exemplo, quando o aluno se esquece de ligar as setas.

H6. Reconhecimento ao invés de memória: 100% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (2) julgam importante consertar, já que o simulador só lembra ao aluno as ações da tarefa na primeira aula, nas demais o aluno precisa dessa carga de memória para lembrar, pois não vai ter acesso a essas informações. Entretanto, o instrutor fica à disposição durante toda a realização da tarefa podendo ajudar.

H7. Flexibilidade e eficiência no uso: 100% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (3). Apesar de o simulador ser fácil de utilizar; os alunos mais leigos ou com idade avançada podem ser prejudicados no momento de memorizar alguns dos comandos que são dados apenas no início da primeira aula, quando o instrutor se

ausenta, pelo menor tempo que for ele sente dificuldade de executar a tarefa com eficiência.

H8. Design minimalista: 100% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (0), já que esse tipo de ajuda não se aplica ao uso de simulador de direção. A heurística diz que os diálogos não devem ter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade de informação indesejada compete com os relevantes, o que atrapalha o entendimento e diminui a visibilidade;

H9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e reparar erros: 80% dos avaliadores julgaram com grau de severidade (0), as mensagens de erro do simulador são simples, informam precisamente o erro e ou infração cometidos pelo aluno; 20% julgaram com severidade (02) importante de ser consertado, pois observaram que o simulador informa o erro e infração e até os computa e deixa visível na tela, porém não alertam o aluno para o número de erros ele ainda pode cometer para que não seja reiniciada sua simulação. O feedback é dado apenas para os acertos com uma observação sonora de “muito bem”. Poderia ser usado algum tipo de alerta sonoro também para erros.

H10. Ajuda e documentação: 100% dos avaliadores julgaram o grau de severidade (0), já que esse tipo de ajuda não se aplica ao uso de simulador de direção. O aluno não tem como acessar informações durante a simulação, do mesmo modo que em condições reais de trânsito.

9.3 COMENTÁRIOS E LIÇÕES APRENDIDAS DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Para avaliação de usabilidade dos ambientes virtuais de aprendizado, o estado da arte pesquisado oferece poucos métodos e técnicas específicas, e estes na sua grande maioria se apoiam em técnicas tradicionais e consagradas.

Em muitos casos, o grau de severidade (0), heurísticas H (4), H (8) e H (10), não é encarado como ausência de um problema de usabilidade no simulador, mas sim como “não se aplica” ao tipo de sistema avaliado.

Em todo caso, a Avaliação Heurística foi muito valiosa e nos fez entender mais claramente que o projeto do ambiente Virtual se assemelha mais à estrutura de

um jogo propriamente dito. A análise de custo/benefício das correções aos problemas encontrados é vista como de baixíssimo custo e possíveis de resolver em um curto prazo, podendo ser implantada já na próxima versão do simulador.

A análise realizada pelos especialistas considerou as heurísticas utilizadas como sendo capazes de indicar pontos relevantes a serem considerados no desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem. A análise ainda confirma a importância de avaliações constantes no período de desenvolvimento de produtos, especificamente de softwares. Aspectos básicos apontados por Nielsen, como, suporte a utilização e ajuda, ainda são acontecimentos persistentes em aplicações modernas como esta e através das avaliações executadas antes do lançamento do produto no mercado, poderiam ser evitadas ou pelo menos minimizadas.

A maioria dos erros apontados teve um grande foco e ocorrências na forma como os usuários interagem com o ambiente e a maneira como o ambiente permite a interação no mesmo. As heurísticas (H1), (H7) e (H9) foram apontadas com o maior número de erros.

10 ESTUDO DE CAMPO II: TESTES COM USUÁRIOS

10.1 ESTRATÉGIAS PARA ESTUDO DE CAMPO: TESTE DE USABILIDADE

Basicamente, neste tipo de avaliação, os usuários participam realizando algumas tarefas típicas de seu treinamento real envolvendo a interface, enquanto foram observados diretamente pela pesquisadora. As condições essenciais para a realização dos testes foram: 1) O envolvimento de usuários representativos e pelo menos um avaliador (observador) especialista em interfaces; 2) A preparação do ambiente, material de teste, dos usuários e das tarefas a serem requisitadas; 3) A utilização de algum tipo de registro das situações observadas, que foram feitas por vídeo e questionário de satisfação e 4) O tratamento posterior dos dados coletados.

Os dados referem-se as informações objetivas do comportamento dos usuários, tais como: taxas de erros, medidas de tempo, quantidade de tarefas completadas ou não (correta ou incorretamente) e os dados de preferência representam as opiniões e atitudes dos usuários, tais como: número de comentários positivos e negativos, posturas de aceitação ou rejeição, expressões de dificuldade de uso ou de compreensão, preferência por determinados elementos da tela ou estilos de interação. Esses dados ofereceram as seguintes vantagens:

- Permitiu observar as atitudes e reações de usuários reais frente a interface;
- Não necessitou de um grande número de especialistas em interface;
- Revelou problemas realmente graves e de impacto na aprendizagem;
- Possibilitou que reações de causa e efeito pudessem ser cuidadosamente examinadas;
- Que hipóteses de problemas inferidos (através de outros métodos) pudessem ser efetivamente confirmadas ou rejeitadas.

10.1.1 Procedimentos para o estudo de teste com usuários

A aplicação do Teste de Usabilidade teve por objetivo avaliar a interface humano-computador do simulador, a fim de verificar a qualidade do design da interface de forma gradual, e conseqüentemente observar problemas encontrados, para que possam ser corrigidos. Após os alunos realizarem a mesma tarefa realizada pelos especialistas, desejou identificar o nível de satisfação com o sistema,

o que incluiu aspectos como: se eles gostaram da experiência com o simulador, se a aparência estética é satisfatória, se o simulador faz aquilo que eles desejam, se tiveram algum problema ao usá-lo, e se eles se sentem confortáveis sabendo que terão que usá-lo novamente.

10.1.2 Seleção de participantes na avaliação de usuários

Os testes foram realizados com 10 usuários 50% do gênero masculino (n=5) e 50% feminino (n=5). Os alunos foram divididos em dois grupos. Os do 1º grupo tinham realizado aulas práticas veículo automotor real e no 2º grupo os alunos que tinham concluído apenas o curso teórico, porém, nenhum dos 10 alunos teve contato com simulador de condução. Os alunos responderam o questionário de satisfação como instrumento de coleta de dados. Foram observados pela pesquisadora durante toda a simulação. Todas as observações faladas em voz alta foram anotadas e também registradas em vídeo, para consulta mais detalhada na fase de coleta de dados.

10.2 ANÁLISE E RESULTADOS DO TESTE

No Quadro 9 estão representadas as respostas dos alunos ao questionário de avaliação do simulador, onde a satisfação foi o critério de análise da usabilidade. As respostas são oferecidas ao usuário em uma escala 0 a 5. 1-insatisfeito, 2-pouco satisfeito, 3-neutro, 4-satisfeito e 5-muito satisfeito.

Nas análises e acompanhamentos observou-se que o maior grau de aproveitamento e satisfação foram obtidos por alunos que concluíram a etapa teórica e que nunca tiveram experiências práticas de direção veicular. Estes alunos obtêm os melhores índices de aceitabilidade ao realizar as aulas no simulador veicular e classificam o mesmo com melhores notas de satisfação. Foi também constatado que os candidatos sem experiências práticas ficam mais atentos aos ensinamentos, orientações e instruções, praticam com mais entusiasmo e são mais motivados para aprender.

Quadro 9 - Resultado do questionário de satisfação.

Questão	1 insatisfeito	2 pouco satisfeito	3 neutro	4 satisfeito	5 muito satisfeito
Falhas de sistema ocorreram		40%		60%	
Em relação a sua expectativa ao que o sistema propôs fazer		40%		60%	
Os <i>layouts</i> das telas foram úteis		30%		70%	
Quantidade de informação mostrada na tela		30%		70%	
Organização da informação					100%
Sequência de Telas					100%
Mensagens que apareceram nas telas		80%		20%	
Instruções para comandos ou funções		50%		50%	
Instruções para correção de erros	50%	50%			
Manteve-se informado sobre o que ele estava fazendo		30%		40%	30%
Aprendizado para operar o sistema		50%		50%	
Tempo para aprender a usar o sistema					100%
Lembrança de nomes e usos de comandos			50%	50%	
Tarefas podem ser executadas de maneira direta				100%	
Número de passos para executar uma tarefa				100%	
Satisfação em relação ao uso do simulador		50%		30%	

Fonte: Elaborado pela autora.

Os alunos que já haviam realizado aulas em veículos automotores foram os que apresentaram mais dificuldades, irritabilidade e insatisfação ao fazer uso do simulador de direção. Foi solicitado ao centro de formação de condutores o número de aulas já realizadas pelos 05 alunos que participaram do teste e os comparativos de diagnósticos mostraram que quanto maior o número de aulas realizadas em veículo automotor maiores são os níveis insatisfatórios desses alunos.

Além das respostas do questionário durante observações foi possível captar registros negativos em relação à interface, os alunos queixaram-se muito de problemas de *hardware*, como: pontos de fricção do pedal da embreagem e do freio, principalmente para treinamento de balizas. Foi descoberto durante a pesquisa que essas dificuldades apresentadas pelos alunos foram relativamente às mesmas de quando são submetidos a conduzir outro modelo de veículo durante seu processo de aprendizagem, por exemplo. Eles se queixaram do atraso na resposta dos pedais do simulador, comparados ao carro de verdade.

Enquanto os alunos realizavam a simulação ambos os grupos questionaram o excesso de placas de sinalização dos dois lados da pista, tirando assim a atenção durante a simulação. Esta observação foi uma das principais feitas pelos especialistas.

Durante a simulação cerca de 70% dos alunos fizeram observações sobre o excesso de sinalização, deixando claro que critérios de ergonomia informacional não foram levados em conta durante o desenvolvimento do gráfico, por exemplo, dificultando o entendimento da informação e fazendo com que o aluno se distraia e em seguida cometa infrações, como consequência sofre penalidades. Causando irritabilidade, insatisfação e frustração. Comprovando que estudos da usabilidade, ergonomia e *design* gráfico, associados, são capazes de proporcionar uma melhoria significativa da interface.

10.3 COMENTÁRIOS E LIÇÕES APRENDIDAS NO TESTE

Uma lição alcançada foi que a validade desta técnica foi comprovada por conseguir cumprir com o seu objetivo de obter o nível de satisfação dos usuários referente ao nível de dificuldade à experiência relatada.

A satisfação relatada do usuário foi possível de ser avaliada através da aplicação de um questionário de satisfação com 16 perguntas e observações e geração de relatórios durante a simulação, porém a experiência sentida não pode ser detectada através desta técnica.

Ficou evidente que o teste ficaria mais rico em relação à experiência se tivesse feito uso de mais de uma ferramenta, por exemplo, que pudesse registrar as oscilações elétricas cerebrais durante o tempo da simulação e assim medir também a experiência sentida e fazer uma comparação mais completa e profunda dos dados.

11 ESTUDO DE CAMPO III: ANÁLISE GRÁFICA DA INTERFACE

11.1 ESTRATÉGIAS PARA ESTUDO DA ANÁLISE DA INTERFACE

O guia escolhido foi o GADI (Guia para a Análise do Design de Interface), já apresentado anteriormente, devido a sua maior proximidade com as questões que envolvem o design gráfico e por ter sido desenvolvido para analisar ambientes virtuais de aprendizagem. A estrutura do GADI não requer a seleção de telas específicas para a análise, pois considera o ambiente como um conjunto.

O GADI foi formulado para auxiliar na avaliação de usabilidade dos ambientes de aprendizagem mediados pela internet, considerando questões relacionadas ao design, a IHC e a pedagogia. O guia foi validado em 2004 através da análise da Oficina de Projeto Didático, desenvolvida pela Coordenação Central de Educação a Distância (CCEAD) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e que usa o sistema de gerenciamento de conteúdo AulaNet desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software da mesma instituição. O guia é composto por 62 itens divididos em 8 categorias:

- (1) Design de interface
- (2) Layout de tela
- (3) Estilo de interação
- (4) Ícones
- (5) Tipografia
- (6) Layout de tabelas
- (7) Cores
- (8) Recursos multimídia

Torna-se necessário uma “Escala de Adequação” que pode ser convertida em um gráfico, facilitando assim as conclusões da avaliação.
A = adequado (o item contempla recurso fundamental para uma boa interação com o usuário);

B = adequado com restrições (o item contempla parcialmente recomendação)

C = neutro (o item não está presente ou não é utilizado);

D = pouco adequado (o item está presente e é mal utilizado);

E = inadequado (o item está presente e é utilizado de forma inadequada).

Sobre a utilização do GADI, é importante destacar que o guia é bem organizado facilitando o processo de avaliação. A divisão das categorias é apropriada embora alguns itens pareçam pouco específicos, por exemplo, o item “elaborar projetos virtuais considerando aspectos de design gráfico” que consta na categoria “Layout”. A estrutura do GADI não requer a seleção de telas específicas para a análise, pois considera o ambiente como um conjunto. E para responder é necessário navegar por todo o ambiente.

11.1.1 Procedimentos para o estudo da análise da interface

O GADI, que já apresentado no capítulo 7, foi escolhido devido a sua maior proximidade com as questões que envolvem o design gráfico e por ter sido desenvolvido para analisar ambientes virtuais de aprendizagem. A avaliação do ambiente foi feita analisando o todo e não tela específica como já havia sido feito em estudos anteriores. Os itens de avaliação fazem questionamentos ora genéricos ora específicos, e para respondê-los é necessário “navegar” no caso do simulador de trânsito, realizar aulas. Navegando por todo o ambiente buscando identificar os aspectos necessários para responder estas questões. Os avaliadores puderam avaliar detalhadamente a interface e preencher o guia GADI no final, atribuindo a escala de adequação para cada item.

11.1.2 Seleção de participantes da análise da interface

A análise da interface foi realizada por 2 especialistas da área de Design gráfico com vasta experiência no desenvolvimento de interfaces de jogos, simuladores e ambientes virtuais de aprendizagem. Foram bastante atenciosos e forneceram todas as informações necessárias para garantir o bom andamento do teste.

11.2 RESULTADOS DA ANÁLISE GRÁFICA DA INTERFACE

Para a avaliação foi gerado um quadro com cada uma das 8 categorias que compõe o GADI e suas divisões: design de interface, layout de tela, estilo de

interação, ícones, tipografia, layout de tabelas, cores e recursos multimídia, cujas variáveis são a escala de avaliação (de A a E) e o número de questões avaliadas (Anexo A). A figura 19 mostra exemplos de simuladores e alguns elementos que compõem o GADI.

Figura 19 - Exemplos de Simuladores



Fonte: Autora.

A seguir, são apontadas as considerações dos relatórios unificados dos avaliadores. De forma direta, porém detalhada separadamente, com os principais aspectos observados na interface do ambiente.

1) Layout da tela - B = adequado com restrições:

O item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário, como por exemplo, letras com boa legibilidade nas placas de sinalização, signos pertencentes a uma mesma identidade, associada ao conteúdo que se pretende informar e às características dos usuários do ambiente. Uso de diversas linguagens como desenho de montanhas, calçadas, pedestres, sinalização de trânsito, por exemplo, estão totalmente de acordo com o tipo de ambiente. Mantendo assim, sua identidade. O gráfico do simulador possui excesso de placas de sinalização de ambos os lados, o que dificulta bastante a compreensão, não dando tempo de todas

serem vistas durante a aula acarretando infrações e algumas vezes punindo o aluno. A utilização de uma luz verde ofusca no momento que instruções dadas por áudio também prejudicam, tirando a concentração do aluno. O simulador apresenta um excesso de informações antes e durante a simulação. Requerendo assim do aluno muita atenção, tornando-se uma tarefa complexa.

2) Estilo de Interação

Permitir ao usuário se expressar em linguagem natural, ou seja, utilizando a língua com que ele se comunicar para este item aplica-se **C** = (neutro o item não está presente ou não é utilizado). Já para Interfaces de manipulação direta, que são aquelas que permitem ao usuário agir diretamente sobre os objetos da aplicação (dados ou representações de objetos do domínio) sem a necessidade de comandos de uma linguagem específica. o acelerador, por exemplo, levando em consideração que no simulador ele é manipulador direto sobre a representação gráfica apresenta demora na resposta ao usuário, causando dúvidas sobre sua ação. Classificando-se assim, **B** = (adequado com restrições: o item contempla parcialmente recomendação).

3) Ícones

Estabelecer e respeitar o mesmo estilo de Design em todos os ícones. Recomendações para o uso de ícones incluem simplicidade, clareza e consistência, para que sejam evitados erros de interpretação. Comentários: todos os ícones seguem a portaria 808 do DENATRAN. Já aprendido pelos alunos nas aulas teóricas, assim, já fazendo parte de seu repertório. **A** = (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário). Já em relação a usar linguagem verbal ou rótulo foi classificado como **B** = (adequado com restrições: o item contempla parcialmente recomendação), pois levando em consideração que os alunos só vão para aulas no simulador após todo conteúdo teórico concluído e validado em uma prova. Assim, já fazendo parte de seu repertório. Por isso não há instruções verbais ou legendas para ícones.

- **Tipografia:** Em relação à legibilidade, considerar as características léxicas das informações apresentadas na tela, que podem facilitar a leitura. **C** = (neutro o item não está presente ou não é utilizado). Não se aplica ao tipo de ambiente estudado.

- **Layout de tabelas:** Observar o comprimento das linhas na tela, quando da utilização de tabelas. **C** = (neutro o item não está presente ou não é utilizado). Não se aplica ao tipo de ambiente estudado.

4) Cores

Utilizar relações de contraste entre figura e fundo e determinar precisamente as combinações de cores que serão utilizadas. **A** = (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário). As combinações de cores devem ser escolhidas com atenção para evitar vibrações e imagens fantasmas no contorno das figuras, estão de acordo, como à percepção de uma cor em relação a uma segunda é diferente da percepção de uma cor isoladamente.

5) Recursos Multimídia

Identificar oportunidades de uso de áudio. **B** = (adequado com restrições: o item contempla parcialmente recomendação). O áudio é um recurso extremamente eficaz para transmitir informações, quando bem utilizado. No simulador o áudio foi utilizado de forma eficiente em alguns momentos, como: instruções antes da realização da tarefa para o primeiro contato com o simulador, porém em alguns momentos ele foi utilizado em excesso. Como por exemplo: durante a simulação ele fica dando dicas de velocidade para o consumo de gasolina, isso faz com que o aluno se distraia e perca o foco na simulação. As animações referentes aos demais carros e tráfego, possuem boa qualidade. Porém as de alguns personagens, exp.: pedestres tiram a atenção da simulação, pois eles se movem de forma desordenada, chamando muita atenção do aluno, desnecessariamente.

6) Design da Interface

Construir uma identidade visual bem programada. **C** = (neutro o item não está presente ou não é utilizado). A consistência de um ambiente virtual é alcançada através de uma identidade visual bem elaborada e presente em todas as páginas. Não se aplica aos simuladores de direção.

11.3 COMENTÁRIOS E LIÇÕES APRENDIDAS

Sobre o GADI é importante destacar que o guia é bem organizado e facilita o procedimento da avaliação. A divisão das categorias é apropriada, embora alguns itens não correspondem ao tipo de ambiente avaliado, como por exemplo da tipografia e tabelas, que são itens que não se aplicam ao gráfico do simulador de trânsito.

Saindo de uma análise mais técnica, como a Avaliação Heurística, que propõem correções acerca de questões ligadas a usabilidade, foi muito valiosa aplicar o GADI ao simulador de direção, principalmente, para avaliar quesitos voltados para a parte de Design de um bom projeto. Conseguimos identificar que os cenários e os elementos que o constroem são variados, permitindo que o usuário navegue por lugares reais num ambiente virtual, com o suporte de materiais e técnicas que fazem parte de seu dia a dia.

A indústria sempre utilizou as novas tecnologias de modo a facilitar seus processos. Os simuladores ajudam a acelerar o processo de aprendizagem de maneira segura, obtendo-se assim um treinamento eficiente o que os põe como mais uma das tecnologias que podem ajudar o setor industrial. Existem diversos fatores que são considerados valiosos, entre eles com certeza estão tempo e segurança, que são os principais aliados a utilização de simuladores.

Conforme Bernardez e Fernandes (2015), são várias as vantagens que as simulações trazem em relação à vida real, como o fato de jogarem com o tempo, aumentando assim a exposição do aluno à novas experiências, e também a possibilidade de permitir que o instrutor acompanhe o desenvolvimento do aluno durante suas fases de estudo, gerando um melhor acesso do instrutor ao aprendiz.

Winter (1996) mostrou como os executivos de uma refinaria de petróleo nos EUA, Conoco, perceberam a importância de se apresentar condições do mundo real afim de elevar a experiência de seus operadores de controle e foram buscar na indústria de aviação a prática do uso de simuladores. Como resultado, a Conoco além de reduzir o tempo entre a partida das máquinas e as especificações dos produtos entre 60% e 70% também reduziram o tempo de preparo de um novo operador de um período de 12 a 18 meses para 6 meses.

Pode-se dizer que a simulação, a qual, estamos mais familiarizados por meio de computadores, teve impulso na Segunda Guerra Mundial. Computadores como o Mark I da marinha e o ENIAC do exército norte-americanos foram utilizados para o uso de cálculos balísticos, buscava-se simular o lançamento de mísseis.

O desenvolvimento de simuladores computacionais na década de 50, para fins militares, era feito com gigantes e lentos computadores programados em linguagem Fortran IV, rodando softwares puramente textuais. Até a década de 70, construir simuladores era algo extremamente caro. Apenas grandes corporações e universidades possuíam máquinas suficientemente potentes.

No final da década de 70, linhas de montagem de automóveis já utilizavam simulação para resolver problemas de segurança e otimizar a produção. Também teve início sua utilização nos negócios. Nos anos 90, o uso de simuladores se tornou mais intenso graças ao barateamento de equipamentos, do aumento da velocidade de processamento e pela simplificação das ferramentas de desenvolvimento. A simulação difundia-se como um meio eficiente para a elaboração de projetos, animações, pesquisas, e com muitas outras aplicações.

Na medicina “a simulação geralmente é reservada para situações nas quais se necessita a obtenção de habilidades psicomotoras ou decisões rápidas, particularmente comuns em situações de urgência” (FILHO; SCARPELINI, 2007, p.163). Tudo isso assegura que o uso de simuladores será cada vez maior.

Os simuladores sempre tiveram papel importantíssimo, muito antes de serem desenvolvidos em computadores, fato incontestado que creio estar suficientemente compreendido, mas que merece o exemplo dos simuladores de voo.

A reprodução dos controles dos aviões auxilia no treinamento de pilotos há anos, tornando possível a prática sem riscos. Os simuladores de voo também têm grande aceitação pelo público em geral, e tem sua eficiência consagrada pela História. Dois exemplos que ilustram bem esse tipo de simulador são *Microsoft Flight Simulator* e os jogos *Falcon* e *Comanche*.

O futuro da simulação está assegurado, pois sempre será importante analisar um sistema antes de sua implantação ou aperfeiçoar um já existente, compreendendo melhor seu funcionamento. Empresas sempre buscarão os menores custos, atividades de risco sempre trabalharão para que vidas sejam

poupadas e riscos sejam diminuídos ou extinguidos, a ciência se desenvolverá cada vez mais, e os simuladores estão cada vez mais presentes como sendo, muitas vezes, a melhor solução para alcançar os resultados esperados.

A flexibilidade é fator fundamental para qualquer treinamento, um bom treinamento deve prever o máximo de situações possíveis, tornando mais eficiente o desenvolvimento da habilidade de tomar decisões ou agir com maior velocidade diante de certas situações. A possibilidade de repetir tantas vezes quantas forem necessárias é um outro aspecto que faz os simuladores tão eficientes. Convém especialmente nos casos em que o sistema real oferece riscos à vida e integridade de pessoas.

Encontrar soluções é o que fundamenta a construção de um simulador, as soluções buscadas devem levar em conta modificações no sistema. O estudo de um sistema real, a modelagem o mais próximo possível daquilo que se reproduz e a exploração das possibilidades do sistema são, em suma, a razão de ser do estudo das técnicas de construção de simuladores.

11.4 COMPARAÇÃO ENTRE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS FINAIS E ESPECIALISTAS

Cada um sob sua perspectiva foi de extrema importância para que não só questões referentes à usabilidade fossem avaliadas. A escolha dos três referenciais de análise acima apresentados foi essencial para que Ambiente Virtual fosse amplamente avaliado.

Desta forma, enquanto a Avaliação Heurística recomendava uma análise mais focada na usabilidade, o GADI direcionou-se a avaliar quesitos mais relacionados ao Design, que fossem capazes de prover um ambiente confortável para o usuário.

O teste de usabilidade, com a observação direta do simulador em uso nos trouxe a real noção do comportamento dos alunos em relação ao objeto de estudo em questão. Foi fundamental para comprovar que, mesmo os alunos não possuindo nenhum tipo de conhecimento técnico ou orientação prévia a respeito desses estudos, foram capazes de confirmar as observações apontadas pelos especialistas como falhas de usabilidade, design ou ergonomia informacional. Apontando suas insatisfações e dificuldades durante a realização da tarefa.

PARTE III**RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

- Considerações
- Recomendações para futuros estudos



12 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

12.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, ficou claro que o uso do simulador de direção é eficiente ao que diz respeito ao primeiro contato do aluno com a parte de *hardware*. Ficou claro que a falta de especialistas em usabilidade e o envolvimento de usuários no processo de desenvolvimento da interface, comprometeu a qualidade da interface, interferindo diretamente no aprendizado dos novos condutores, que por sua vez, vão para ruas despreparadas, passando a não ser apenas uma questão de má formação, mas também refletindo na saúde e qualidade de vida de muitas pessoas. Após o uso do simulador durante as 05 aulas obrigatória chegou à conclusão que os alunos criam esquemas mentais para que seja usado posteriormente no carro real, o aumento da percepção de risco e tomada de decisão com mais eficiência. Tornando assim suas habilidades cognitivas superiores.

Jordan (2000) em seu *“Designing Pleasure Products”* orienta que os computadores (suas interfaces) se tornem invisível frente ao usuário, ou seja, transparentes às tarefas desejadas. O autor entende ainda que a interação com a interface do software deva ser transparente, de forma a permitir que o usuário encontre seus objetivos sem deixá-lo notar a incrível complexidade do sistema que está por trás da interface.

O objetivo geral da pesquisa era avaliar os aspectos gráficos, ergonômicos informacionais e de usabilidade do software simulador de direção Prosimulador. Foi realizado de forma satisfatória. Bem como os objetivos específicos que eram: Estudar as ferramentas e os recursos disponíveis no software, seus aspectos gráficos, restrições e limitações. Verificar o desempenho e usabilidade enquanto a tarefa é realizada pelo usuário e especialistas. E por fim, apresentar sugestões de melhoria para o ambiente virtual, capazes de potencializar os níveis de interação, para uma versão futura do simulador. Pesquisas internacionais realizados desde a década de 1920 assinalam a simulação como uma opção, uma vez que a exibição às situações de tráfego pode ser simulada de forma recorrente, controlada, sem oferecer riscos e aprimorando as aptidões dos alunos antes de irem para a prática de direção no veículo.

Estudos envolvendo a Realidade Virtual no processo de formação de condutores têm sido expandidos em diversos países do mundo. No Brasil, este ainda é um assunto que precisa ser bastante debatido com o intuito de aperfeiçoar tanto a qualidade dos equipamentos quanto análises adicionais para o aprimoramento dos métodos e sua utilização além dos efeitos e do enfoque dos conteúdos pedagógicos implantados nos simuladores disponíveis no mercado.

Um ambiente virtual de aprendizado, seja qual for sua finalidade, é primordial que atenda a requisitos que foram desenvolvidos e validados há anos com o intuito de melhorar a interação entre usuários e máquinas, requisitos pedagógicos e de usabilidade. É importante que se tenha consciência de que os conteúdos didáticos existentes no equipamento estabelecido por Lei, por si só não oferecerão em totalidade o suprimento das necessidades que um processo de aquisição de conhecimentos exige.

12.2 RECOMENDAÇÕES

Foi possível observar que os melhores resultados foram obtidos a partir da dedicação de cada profissional envolvido no processo de aprendizagem; que o treinamento seja constante e continuado com objetivos claros e metas a serem alcançadas. Mesmo o equipamento apresentando uma proposta ou aula pré-programada esta não dispensa o acompanhamento do instrutor a fim de realizar as correções imediatas dos candidatos, já que o simulador não dá a possibilidade de acesso às informações passadas anteriormente.

As aulas em que o instrutor afastou-se do candidato ocorreram comprometimentos da aprendizagem e falhas no processo de ensino, não é recomendado de forma alguma deixar o aluno sozinho durante a aula. Recomenda-se também que fosse implantado um sistema de vibração e movimento, para que o aluno durante a simulação tivesse uma experiência sinestésica, tornando a simulação ainda mais real.

É imprescindível que nas CFCs haja reuniões e que nelas sejam feitos o compartilhamento das dificuldades dos candidatos, para que todos os instrutores tomem conhecimento e possam auxiliar e proporcionarem melhores resultados aos alunos.

É de fundamental importância que o instrutor perceba a relação que deverá existir entre as aulas em simulador e aulas práticas em veículo automotor, só assim teremos a adequação dos conteúdos de forma que os mesmos tenham significado e respaldo com as vivências individuais e coletivas. Diante do exposto se faz necessário a dedicação, o comprometimento, a organização e a educação do profissional buscando constantemente a atualização, requalificação e o aprimoramento de suas técnicas didáticas bem como do planejamento de suas aulas. A postura ao ministrarem aulas em simulador veicular deve ser a mesma que em aulas ministradas em veículo automotor

Acreditamos e entendemos que a educação é o alicerce para a mudança de comportamento no trânsito.

Entre essas novas metodologias e ferramentas, destacamos e acreditamos no simulador de direção veicular como ferramenta pedagógica e de inovação tecnológica, com a possibilidade de proporcionar uma melhoria na qualidade do ensino para a formação dos condutores, com substancial aumento da performance técnica dos candidatos a obtenção da Carteira Nacional de Habilitação e consequente redução da acidentalidade, através do avanço tecnológico, a modernização e moralização do processo de formação no Brasil.

12.2.1 Recomendações para estudos futuros

- Rever o formato tradicional de avaliação de usabilidade de forma que possa incluir ferramentas que avaliem a experiência real e o sentimento dos usuários.
- Ampliar o estudo realizado através de um aumento do número de voluntários participantes.
- Ampliar o estudo de avaliação da satisfação usuário-produto de forma a comparar a experiência relatada com a experiência sentida dos participantes.
- Percebe-se que este estudo reforça a importância dos métodos de inspeção e avaliação de usabilidade de interfaces em geral do ciclo de design de novos

produtos, assim como sua compreensão acadêmica sobre os processos e métodos.

- A Construção de heurísticas com maior grau de generalização, evitando assim falsos positivos.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, M. I. Táticas de cognição: a simulação e o efeito de real. **Ciências e cognição** - UFRJ, v.9, p.59-66, 2006.
- AHMAD, B.; KONG, X.; HARRISON, R.; WATERMANN, J.; COLOMBO, A. W. **Automatic generation of Human Machine Interface screens from component-based reconfigurable virtual manufacturing cell**. In: Industrial Electronics Society, IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE, 2013.
- ALENCAR, M. F. C. **Composição de Métodos de Avaliação de IHC para Ambientes Virtuais Híbridos: Um Estudo de Caso com a HybridDesk**. Master Thesis. PUC-Rio. 2009.
- ALLEN, R. W.; PARK, G. D.; COOK, L. M. **The effect of simulation training on novice driver accident rates**. In: Dorn, L. (Ed.). *Driver Behaviour and Training* (vol. III). Burlington, VT: Ashgate Pub. Co, 2008.
- ALLEN, R. W.; PARK, G. D.; TERRACE, S.; GRANT, J. K. **Detecting transfer of training through simulator scenario design: A novice driver training study**. In: Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, Lake Tahoe, CA, 2011.
- ALVES, L. R. G. **Um olhar pedagógico das interfaces do Moodle**. In: ALVES, L.; BARROS, D.; OKADA, A. (Org.) *Moodle: Estratégias Pedagógicas e Estudos de Caso*. 2009.
- ARNHEIM, R. **Arte de percepção visual: uma psicologia da visão criadora**. São Paulo: Pioneira, 2007.
- BALADEZ, F. **O passado e o futuro dos simuladores**. Fasci-Tech – Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, v.1, n. 1, p. 29-40, 2009.
- BARANAUSKAS, M. C. C.; ROCHA, H. V. **Design e Avaliação de Interface Homem-Computador**. São Paulo: UME-USP, 2000.
- BASTIEN, C.; SCAPIN, D. **Human factors criteria, principles, and recommendations for HCI: methodological and standardisation issues**. (Internal Report) INRIA, 1993.
- BEHAR, P. A. et al. **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2008. 316p.
- BERNARDEZ, F. F. G.; FERNANDES, T. F. **Desenvolvimento de Simuladores Industriais com Aplicação Via Web**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes. 2015.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). **O que é ergonomia**. Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acesso em: 22 set. 2016.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro e Legislação Complementar**, Brasília DF: Departamento Nacional de Trânsito, 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Resolução** nº 168, de 2004. Disponível em: <<http://www.camara.leg.br/sileg/integras/272061.pdf>> Acesso em: 04 out. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Resolução nº 422, de 2012. Disponível em: [http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/\(Resolu%C3%A7%C3%A3o%20422.2012\).pdf](http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/(Resolu%C3%A7%C3%A3o%20422.2012).pdf). Acesso em: 04 out. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Resolução nº 423, de 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Resolução nº 435, de 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Resolução nº 444, de 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Resolução nº358, de 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Requalificação didática de instrutor de trânsito**, Brasília DF: Departamento Nacional de Trânsito, 2008.

CARROLL, J. M.; THOMAS, J. C. **Fun.** ACM SIGCHI Bulletin 19,3 (Januay), 21-24, 1988.

CHAMMAS, A. S. **Ergonomia e usabilidade de interfaces para crianças: o estudo de caso do game Spore**, 2011. 219 f. Dissertação (mestrado em Design) – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.

CHIAVENATO, I. **Gerenciando pessoas**. 2ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2ed. São Paulo: Cortez, 1995.

COELHO NETO, J. T. **Semiótica, informação e comunicação: diagrama da teoria do signo**. São Paulo: Perspectiva, 1996.

CYBIS, W. A. **A identificação dos objetos das interfaces homem-computador e de seus atributos ergonômicos**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 1994.

CYBIS, W. A. **Abordagem Ergonômica para IHC**, Apostila LabUtil, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

CYBIS, W. A. **Engenharia de usabilidade: uma abordagem ergonômica**. Florianópolis: Laboratório de Utilizabilidade de Informática, 2003.

CYBIS, W. A.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. 3ed. São Paulo, Novatec, 2015.

CYBIS, W. A.; PIMENTA, M. S.; SILVEIRA, M. C.; GAMEZ, L. **Uma Abordagem Ergonômica para o Desenvolvimento de Sistemas Interativos**. In: IHC'98, Maringá, 1998.

DA SILVA, C. A. **Design emocional: afetos positivos e negativos nas interações com ambientes web**. Florianópolis, 2011. DELONG, M; MARTINSON B. Color and Design. A & C Black, 2003.

DESIGNBRASIL. **Design e ergonomia: princípios de permeabilidade**. Disponível em: < <http://www.designbrasil.org.br/entre-aspas/design-e-ergonomia-principios-e-permeabilidade/#.VncvU-1Tty0>>. Acesso em: 20 set. 2016.

DONDIS, A. **Sintaxe da linguagem visual**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

FALCÃO, C. S.; SOARES, M. M. Usabilidade de Produtos de Consumo: uma análise dos conceitos, métodos e aplicações. **Estudos em Design**, v. 21, n. 2, p. 1-26, 2013.

FIALHO, F. A. P. **Introdução às ciências da cognição**. Florianópolis: Insular, 2001.

FILHO, P. A.; SCARPELINI, S. **Simulação: Definição. Ribeirão Preto, SP, Brasil**. 2007. Simpósio: Didática II – Simulação. Disponível em: <http://www.fmrp.usp.br/revista/2007/vol40n2/2_simulacao_definicao.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016.

FONSECA, R. C.; STOCKMANN, J. I.; RUTECKI, L. K.; LIMA, C. V. **A autonomia intelectual no exercício do aprender a aprender na educação à distância**. XI Congresso Brasileiro de Educação Superior à Distância (ESUD), 2014.

GAMEZ, L. **Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Humana, Universidade do Minho, 1998.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1987.

GOMES, J. F. **Ergonomia do objeto: bases conceituais**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

GOMES-FILHO, J. **Gestalt do objeto: sistema de leitura visual da forma**. São Paulo: Editora Escrituras, 2004.

GONÇALVES, B. S. **Cor aplicada ao design gráfico: um modelo de Núcleo virtual para aprendizagem baseado na resolução de problemas**. Tese de Doutorado. UFSC, 2004.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Trad. João Pedro Stein. 4ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1998.

GUIMARÃES, L. **A cor como informação: a construção biofísica, lingüística e cultural da simbologia das cores**. São Paulo: Editora Annablume, 2000.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.

ILDA, I. **Ergonomia: projeto e produção - 5ª reimpressão**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

IWARSSON, S.; STÅHL, A. Accessibility, usability and universal Design-positioning and definition of concepts describing person-environment relationships. **Disability and rehabilitation**, v. 25, n. 2, p.57-66, 2003.

JORDAN, P. W. **An introduction to usability**. CRC Press, 1998.

JORDAN, P. W. **Designing pleasurable products: An introduction to the new human factors**. CRC press, 2002.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. Trad. Márcia Maria Neves Teixeira. São Paulo: EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, 1997.

LEVENTHAL, L.; BARNES, J. **Usability Engineering: Process, Products and Examples**. New Jersey: Pearson Education, Inc. 2008.

LÖBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. 2001.

LUPTON, E.; PHILIPS, J. C.; BORGES, C. **Novos fundamentos do Design**. São Paulo: Cosac e Naify, 2008.

MEMÓRIA, F. **Design para Internet: projetando a experiência perfeita**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

MORAES, A. **Design e avaliação de Interface: ergodesign e interação humano-computador**. Rio de Janeiro: iUsEr, 2002.

MORAES, A.; MARTINS, L. B. **Ergonomia Informacional: algumas considerações sobre o sistema humano-mensagem visual**. In: Gestão da Informação na Competitividade das Organizações. Recife. Editora Universitária da UFPE, 2002, v.1, p.165-181.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: Conceitos e Aplicações**. 3ed. Rio de Janeiro: Luser, 2003.

MORONI, J. L. S. Design aplicado ao desenvolvimento de um software para a criação de placa de sinalização e de logradouro. **Design & Tecnologia**, Porto Alegre, v.1, n.1, p. 79-90, 2010.

MULLET, K.; SANO, D. **Designing visual interfaces: Communication, oriented, techniques**. California: Sun Microsystems, Inc., 1995.

New Human Factors. Taylor & Francis: London. 2000.

NIELSEN, J. **Finding usability problems through heuristic evaluation** Proceedings ACM CHI'92 Conference (Monterey, CA, May 3-7), p.373-380, 1992.

NIELSEN, J. **Heuristic Evaluation**. In: _____ (ed.) Usability Inspection Methods, John Wiley, New York, 1994.

NIELSEN, J. **Paper versus computer implementations as mockup scenarios for heuristic evaluation**. Proc. IFIP INTERACT' 90 Third Intl. Conf. Humam-Computer Interaction (Cambridge, U. K., 27-31 August), p.315-320, 1990.

NIELSEN, J. **Technology Tranfer of Heuristic Evaluation and Usability Inspection**. 1997. Disponível em: http://www.useit.com/papers/learning_inspection.html. Acesso em: 01 set. 2016.

NIELSEN, J. **Usability engineering at a discount**. Em G. Salvendy et al. (eds.). Designing and Using Humam-Computer Interfaces and Knowledge Based Systems. Amsterdan: Elsevier Science Publishers, 1989.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Academic Press, Cambridge, MA, 1993.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. San Francisco: Morgan Kaufman, 1994.

NIELSEN, J.; LORAN G. H. **Usabilidade na Web**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

NORMA ISO 13407. O Projeto Centrado no Usuário o Ciclo da Engenharia da Usabilidade (Mayhew). In: NORMAN, Donald. **Cognitive Engineering/Donald Norman; Stephen Draper** - Lawrence Erlbaum, 1986.

NORMA ISO 9241-11. **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)**. Part 11: Guidance on usability. Geneva, Switzerland, International Organization for Standardization, 1998.

NORMAN, D.A. **Design Emocional: por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Editora Rocco Ltda, 2004.

NORMAN, D.A. **O Design do dia-a-dia**. 2ed. Rio de Janeiro: Editora Rocco Ltda, 2002.

NORMAN, D.A. **O Design do Futuro**. Rio de Janeiro - RJ: Editora Rocco Ltda, 2007.

NORMAN, D.A. **Some Observations on Mental Models**. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (ed.). Em Mental Models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1983.

OLIVEIRA, E. L. D. A.; NARDIN, A. C. **O USO DO MOODLE COMO SUPORTE AS ATIVIDADES DE ENSINO/APRENDIZAGEM PRESENCIAL EM CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS**. Unifra, Rio grande do Sul, 2010.

OSTROWER, F. P. **Universos da arte**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1983.

PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente**. Rio de Janeiro: Léo Cristiano Editorial Ltda / EDUFF, 2002. p. 17-22.

PEDROSA, I.; **Da cor à cor inexistente**. 3ed. Rio de Janeiro: Editora Universidade de Brasília, 1982.

PEDROSA, T. M. C.; TOUTAIN, L. B. **O Uso das Cores como Informação em Interfaces Digitais**. VI Cinform - Bahia, 2005.

PREECE, J. **A Guide to Usability: human factors in computing**. Addison Wesley, the Open University, 1993.

PREECE, J.; ROGERS Y.; SHARP, H. **Design de Interação**. Além da interação homem computador. Porto Alegre. Editora Bookman, 2005.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação: além da Interação humano-computador**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 585 p.

REBELO, F.; DUARTE, E.; NORIEGA, P.; SOARES, M. M. **Virtual Reality in Consumer and Applications**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

RIEBER, L. P. Animation in computer-based instruction. **Educational Technology Research and Development**, v.38, n.1, p.77-86, 1990a.

SCAPIN, D. L.; BASTIEN, M. C. **Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive system**. Behaviour and Information Technology, v.16, p. 220-231, 1997.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. Los Angeles: Addison Wesley, 1987.

SILVA, C. R. de O. **Bases pedagógicas e ergonômicas para a concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – PPGE/UFSC, Florianópolis, 1998.

SILVA, M. **Criar e professorar um curso online: relato de experiência**. In: SILVA, M. (Org.). Educação online: teorias, práticas, legislação, formação corporativa. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

SOARES, M. et al. **Virtual Reality in consumer product design: Methods and applications**. In: Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques. CRC Press, 2011.

SOARES, M. et. al. **A usability study of a brain computer interface equipment: an ergonomic approach**. HCI Internacional 2015, Los Angeles, CA, USA, 2015.

SOUTO, V. T. **Apresentação otimizada do texto na tela**. In: 7º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade, Design de Interfaces e Interação Humano-Computador. Balneário Camboriú, 2007.

WILLIAMS, R. **Design para quem não é designer**. São Paulo: Callis, 1994.

WINCKLER, M. A. A. **Proposta de uma Metodologia para Avaliação de Interfaces WWW**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

WINTER, P. **Simulator Speed Operator Training**. Chemical Engineering: Plant Notebook, Nova York, 1996.

ANEXO A

Anexo A - Quadro utilizado para Avaliação GADI.

Recomendações à luz do Design, da IHC e da Pedagogia	Principais aspectos observados e comentários	Análise + Adequado –	Autores recomendados
Design da Interface		A/B/C/D/E	
Construir uma identidade visual bem programada.	A consistência de um ambiente virtual é alcançada através de uma identidade visual bem elaborada e presente em todas as páginas. Comentários: Não se aplica aos simuladores de direção.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado)	
Layout da tela			
Elaborar projetos de ambientes virtuais considerando aspectos de Design Gráfico.	O Design Gráfico é uma atividade intelectual, técnica e criativa, que trata não apenas da produção de imagens, mas da análise, planejamento, organização e métodos de produção de soluções visuais para problemas de comunicação e informação. Comentários: estão estipuladas todas as características visuais,	A = (adequado: o item contempla recursos fundamental para uma boa interação com o usuário).	Donis Dondis Alvaro Guillermo Jenny Preece

	cromáticas e de localização dos elementos gráficos e das mídias. Eles são uma parte da metodologia de concepção em que são feitos os layouts básicos de configuração geral		
Estruturar o sistema de linguagem visual do ambiente virtual para manter uma mesma identidade entre todos os elementos utilizados.	A qualidade principal de uma linguagem visual é o uso de signos pertencentes a uma mesma "identidade". Uma linguagem visual específica deve ser definida para cada sistema que for criado. Esta deve estar associada ao conteúdo que se pretende informar e às características dos usuários do ambiente. Comentários: uso de diversas linguagens como desenho de montanhas, calçadas, pedestres, sinalização de trânsito, por exemplo, estão totalmente de acordo com o tipo de ambiente. Mantendo assim, sua identidade.	A = (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário).	Donis Dondis Alvaro Guillermo Mullet e Darrell

Usar, quando pertinente, gráficos, cores como suportes para informação.	O uso de imagens sem propósito, cores extravagantes traz problemas na interação com o sistema. O bom uso destes recursos aumenta o interesse do usuário. Comentários: O gráfico do simulador possui excesso de placas de sinalização de ambos os lados, o que dificulta bastante a compreensão, não dando tempo de todas serem vistas durante a aula acarretando infrações e algumas vezes punindo o aluno. A utilização de uma luz verde ofusca no momento que instruções dadas por áudio também prejudicam, tirando a concentração do aluno.	D= (pouco adequado: o item está presente e é mal utilizado)	Donis Dondis Kent Norman Theo Mandel
Construir uma hierarquia visual que facilite a organização de conteúdos.	A hierarquização dos conteúdos mais importantes deve ser feita de forma lógica e previsível. Comentários: A hierarquia visual está bem estruturada, por meio de cores, tipografia e elementos visuais.	A = (adequado: o item contempla recursos fundamental para uma boa interação com o usuário).	Donis Dondis

Estabelecer uma estrutura consistente para manter ritmo e unidade entre as páginas do ambiente.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Estruturar uma malha gráfica que funcione como gabarito para guiar a disposição dos elementos gráficos na tela.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Definir o estilo de interação, as formas de navegação.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Definir as forma de apresentação das janelas	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Elaborar informações sobre erros em linguagem clara e simples.	As mensagens de erro devem ser bem definidas e redigidas em tom positivo, visando esclarecer o que deve ser feito de maneira clara e sucinta. Comentários: Quando o usuário erra em alguma das atividades, uma exclamação de cor vermelha aparece na tela avisando da infração, o erro fica computado na parte superior da tela. Para	A = (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário).	Jacob Nielsen Kent Norman

	que o aluno continue sua simulação com mais atenção e cometa menos infrações a seguir.		
Disponibilizar funções de edição	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado)	
Possibilitar ao usuário acrescentar e modificar as funções e o ambiente iniciais do sistema	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado)	
Disponibilizar canais de comunicação entre os usuários.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Definir graus de complexidade apropriados.	Os sistemas geralmente já são complexos o suficiente para as tarefas que propõem. Mas não devem ser tão complexos que possam confundir o usuário, para requerer um treinamento detalhado ou impor muitos passos ou opções quando o usuário for executar um exemplo da tarefa. Comentários: o simulador apresenta um excesso de informações antes e durante a simulação. Requerendo assim do aluno muita atenção, tornando a tarefa complexa.	B = (adequado com restrições: o item contempla parcialmente recomendação).	Jacob Nielsen Kent Norman

Disponibilizar ferramentas de desfazer e de backup.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Criar mecanismos de <i>feedback</i> .	O curso deve prever formas para análise das respostas fornecidas pelos alunos, encaminhando os pareceres e discutindo com os mesmos suas dúvidas, para que a aprendizagem de um conteúdo seja efetivada. Comentários: ao final de cada aula é gerado um relatório com <i>feedback</i> , números de erros, acertos e aproveitamento. Esse relatório também é enviado ao Detran automaticamente e computado ao histórico de aulas do aluno.	A= (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário).	Jacob Nielsen Kent Norman Theo Mandel Donald Norman Gilda Campos
Elaborar sistema de apoio cooperativo.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Oferecer opção “sair” em qualquer etapa da operação	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Viabilizar o acesso às páginas do ambiente virtual a partir de qualquer tela	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Otimizar o tempo de	O tempo de resposta é	A = (adequado: o item	Jacob Nielsen

resposta às tarefas.	um fator fundamental para a atenção ou dispersão do aluno durante o desempenho das tarefas. Comentários: O simulador tem um tempo de resposta bastante rápido, imediato. Avisando dos erros e infrações assim que são cometidos.	contempla recursos fundamental para uma boa interação com o usuário)	Kent Norman Donald Norman Gilda Campos
Evitar o uso de barras de rolagem	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Colocar legendas nos links.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
A sequência dos itens de um Menu deve ser autoexplicativa.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Utilizar cabeçalhos e rodapés para auxiliar a compreensão dos conteúdos.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Estilo de Interação			
Permitir ao usuário se expressar em linguagem natural, ou seja, utilizando a língua com que ele se comunica.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
As linguagens de comandos podem ser consideradas poderosas	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	

por oferecerem acesso direto à funcionalidade do sistema e por permitirem maior iniciativa do usuário e maior flexibilidade na construção dos comandos através combinação de palavras e sentenças.			
Interfaces no estilo de preenchimento de formulário são utilizadas principalmente para entrada de dados em sistemas de informação.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
WIMP (Windows, Icons, Menus, and Pointers) permite a interação através de componentes de interação virtual denominados widgets.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Manipulação Direta são ações baseadas numa analogia entre o cursor e a mão, e as representações gráficas e os objetos do domínio.	Interfaces de manipulação direta são aquelas que permitem ao usuário agir diretamente sobre os objetos da aplicação (dados ou representações de objetos do domínio) sem a necessidade de comandos de uma	B = (adequado com restrições: o item contempla parcialmente recomendação).	Jacob Nielsen

	linguagem específica. Comentários: o acelerador, levando em consideração que no simulador ele é manipulador direto sobre a representação gráfica apresenta demora na resposta ao usuário, causando dúvidas sobre sua ação.		
Ícones			
Estabelecer e respeitar o mesmo estilo de Design em todos os ícones.	Recomendações para o uso de ícones incluem simplicidade, clareza e consistência, para que sejam evitados erros de interpretação. Comentários: todos os ícones seguem a portaria 808 do DENATRAN. Já aprendido pelos alunos nas aulas teóricas, assim, já fazendo parte de seu repertório.	A = (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário).	Jacob Nielsen
Usar linguagem verbal ou rótulo.	Usar linguagem verbal ou rótulo associado aos ícones. O uso de ícones sem legendas é eficaz para usuários experientes. Para usuários novatos as explicações verbais são fundamentais. Comentários: levando em consideração que os alunos só vão para aulas	B = (adequado com restrições: o item contempla parcialmente recomendação)	Jacob Nielsen

	no simulador após todo conteúdo teórico concluído e validado em uma prova. Assim, já fazendo parte de seu repertório. Por isso não há instruções verbais ou legendas para ícones.		
Realizar análise ergonômica para viabilizar o uso de metáforas de interface virtual.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Tipografia			
Em relação a legibilidade, considerar as características léxicas das informações apresentadas na tela, que podem facilitar a leitura.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Recomenda-se que se utilize fontes existentes no default dos sistemas computacionais	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Alinhar os textos pela esquerda	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	

Usar caixa baixa e usar caixa alta somente para as iniciais	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Layout de tabelas			
Observar o comprimento das linhas na tela, quando da utilização de tabelas.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Observar as margens das telas que apresentam tabelas.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Definir colunas para auxiliar a legibilidade dos textos nas tabelas.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Utilizar cores que ajudem a destacar os textos apresentados nas tabelas.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Cuidar da consistência das informações apresentadas nas tabelas.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Cores			
Utilizar relações de contraste entre figura e fundo.	As combinações de cores devem ser escolhidas com atenção para evitar vibrações e imagens fantasmas no contorno das figuras. Comentários: Estão de acordo.	A = (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário).	Donis Dondis

Determinar precisamente as combinações de cores que serão utilizadas.	A percepção de uma cor em relação a uma segunda é diferente da percepção de uma cor isoladamente. Comentários: Estão de acordo.	A = (adequado: o item contempla recursos fundamentais para uma boa interação com o usuário)	Donis Dondis
Usar codificação de cores para cada sub assunto apresentado.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	
Recursos Multimídia			
Identificar oportunidades de uso de áudio.	O áudio é um recurso extremamente eficaz para transmitir informações, quando bem utilizado. Comentários: o áudio foi utilizado de forma eficiente em alguns momentos, como: instruções antes da realização da tarefa para o primeiro contato com o simulador, porém em alguns momentos ele foi utilizado em excesso. Como por exemplo: durante a simulação ele fica dando dicas de velocidade para o consumo de gasolina, isso faz com que o aluno se distraia e perca o foco na simulação.	B = (adequado com restrições: o item contempla parcialmente recomendação).	Jacob Nielsen
Identificar a pertinência de utilizar informações	A animação é outro recurso multimídia, que	B = (adequado com restrições: o item	Theo Mandel

através de animação.	também pode ser utilizado para representar informações com movimento, tornando-se para o usuário, quando bem utilizadas, um recurso motivacional. Comentários: As animações referentes aos demais carros e tráfego, possuem boa qualidade. Porém as de alguns personagens, exp.: pedestres tiram a atenção da simulação, pois eles se movem de forma desordenada, chamando muita atenção do aluno, desnecessariamente.	contempla parcialmente recomendação).	
Usar fotos para identificar os produtos que estão disponíveis no ambiente.	Comentários: Não se aplica.	C = (neutro o item não está presente ou não é utilizado).	