

### 3

## O modelo humano como padrão dimensional

Em meados do século XVIII, com a Revolução Industrial, mudanças drásticas ocorreram no processo produtivo, afetando tanto o cenário econômico quanto social. Deixou-se de pensar a atividade produtiva de forma artesanal e o contexto agora incluía divisão de etapas na produção, com especialização de funções, e ainda a adição de maquinário ao processo. A mudança de manufatura para uma mentalidade industrial, com produção em volume muito superior, prazos menores e ritmo de trabalho acelerado, com a introdução do maquinário a vapor, acarretava em grandes mudanças no cotidiano das cidades.

A mudança nos métodos e na escala de produção tornava a concepção dos projetos mais complexa, com inclusão de diversas outras variáveis, e com o design sendo utilizado entre outras coisas para criar a segmentação da linha de produtos, principalmente para validar a noção de identidade do consumidor, como exemplo a diferenciação de produtos masculinos e femininos, noção que não era identificada nesse tempo. A definição e a validação de identidades para diferentes consumidores se fez importante na medida em que justificava e gerava demandas de consumo para a produção, bem como para a criação de novos produtos.

A incorporação aos lares de artefatos que contemplassem as tecnologias que vinham sendo desenvolvidas demandou participação dos designers da época para que o impacto desses nas casas fosse minimizado, como exemplificado na figura a seguir (Fig. 16). A tecnologia e a imagem de progresso eram mal recebidas na época e o homem, usuário, passou a ser visto com maior importância a partir deste momento, com estudos que tinham objetivo de minimizar os impactos visuais nas residências e assim aumentar sua aceitação. Segundo Forty<sup>24</sup>, as abordagens que surgiram a época para tentar tornar os produtos mais aceitos nos lares podiam ser descritas como arcaica, supressiva e utópica. A arcaica propunha trazer ao objeto novo uma aparência antiga, para

---

<sup>24</sup> FORTY, A., *Objetos de Desejo*, p.21.

que assim se parecesse; a supressiva esconderia o novo objeto em um outro objeto de uso já consolidado nos lares, e a utópica daria ao objeto uma aparência futurista.



Figura 16 – Aspirador desenhado por Henry Dreyfuss

Fonte: <http://www.apartmenttherapy.com/steve-jobs-apple-consumer-engi-157832> Disponível em: (15/09/2012)

### 3.1 A adoção do fator humano como referência

Essa nova ótica voltada para o usuário colocava o referencial humano como imprescindível na criação de novos produtos, o que por volta do início do século XX trouxe a tona novas necessidades que vão além da estética, mas que vão mais fundo na questão do fator humano; passou-se a pensar em adequação aos diversos tamanhos do ser humano, preocupações com posturas e com a eficiência no uso dos produtos também eram notadas. A ergonomia, ou *human factors* como também é encontrada nas publicações em inglês, passava a ser entendida como importante e necessária, uma vez que se está pensando em produtos para o ser humano. Essa só veio então a se firmar e ser vista como uma importante disciplina na metade do século, a partir da segunda guerra mundial, com o desenvolvimento de uma imensa gama de armas e maquinários sofisticados.

Após se tornar um dos mais celebrados designers entre os anos de 1930 e 1940, Henry Dreyfuss se tornou também um dos pioneiros no estudo das medidas humanas como padrão dimensional para projeto de produtos na década

de 50. Seu primeiro estudo completo publicado, *Designing for the people*<sup>25</sup> de 1955 tornou-se uma referência na época e até hoje, para os estudiosos que vieram depois (Fig. 17). Também na produção de modelos humanos bidimensionais, chamados à época de manequins, esses utilizados junto aos desenhos de projeto para abordar a relação homem/objeto, a qual Dreyfuss considerava imprescindível ser levada em consideração ao se projetar. Dreyfuss pode ser considerado um dos pioneiros do design com enfoque no fator humano, porém Albrecht Dürer, considerado pai científico da antropometria, já executava estudos relativos às medidas humanas desde o século XVI.

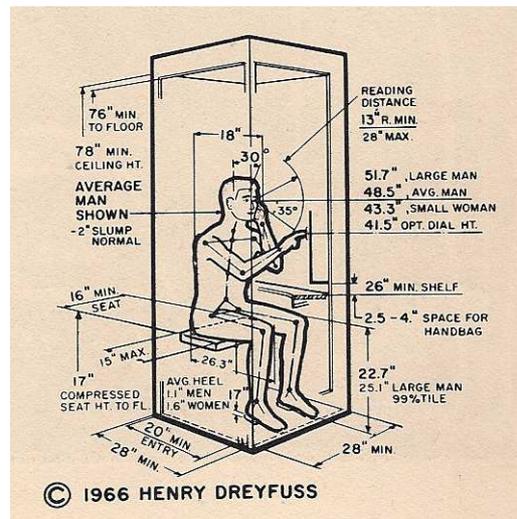


Figura 17 - Reprodução de um dos modelos anatômicos apresentados no livro *Designing for the people*

Fonte: <http://aaronbasilnelson.com/the-anatomy-of-designing-for-people> (24/05/2012)

Nas décadas de 70 e 80, os dados relativos à ergonomia tiveram seu cenário ampliado, trazendo a tona trabalhos relevantes para a época, como os manequins desenvolvidos pela Bosch, em 1978 (Fig. 18), e posteriormente uma publicação da associação entre Peugeot e Renault, de 1981, que além dos estudos antropométricos referentes aos condutores de automóveis da França, trazia ainda manequins articulados, que introduziam mais dinamismo e precisão no decorrer dos projetos de assentos das montadoras.

<sup>25</sup> DREYFUSS, H., *Designing for the people*

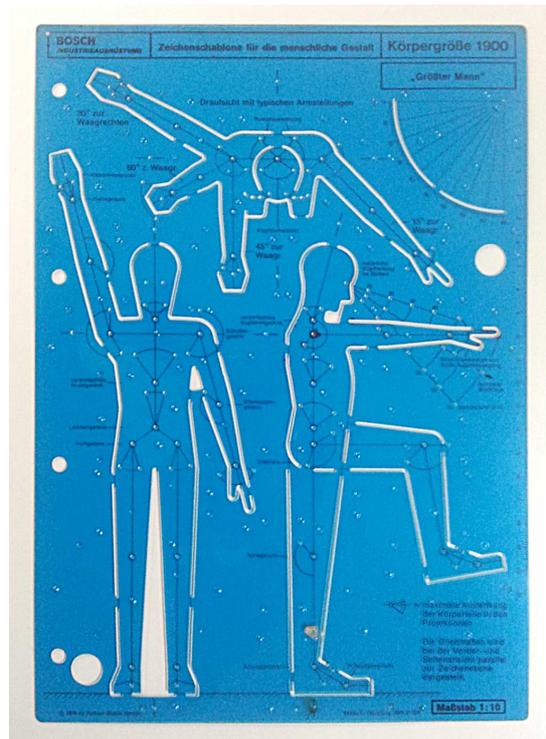


Figura 18 - Fotografia de um dos manequins físicos desenvolvidos pela Bosch

No âmbito do cenário nacional, o Instituto Nacional de Tecnologia, através do Laboratório de Ergonomia (LABER)<sup>26</sup>, desenvolveu um sistema batizado de ERGOKIT – Banco de Dados Antropométricos da População Brasileira (Fig. 19), que reúne dados antropométricos e biomecânicos de uma parcela representativa da população brasileira. O estudo desenvolvido em 1993, apoiado nas pesquisas anteriores, principalmente no estudo da Bosch, desenvolveu manequins, porém com a incorporação de segmentos articulados como apresentado no estudo do conglomerado Peugeot e Renault. Também foram desenvolvidos modelos antropométricos digitais 2D integrados com sistemas CAD, o que possibilitaria sua integração ao desenvolvimento de projetos de diferentes naturezas que fizessem uso desse tipo de sistema, muito usado no setor produtivo.

<sup>26</sup> Laboratório de Ergonomia do Instituto Nacional de Tecnologia, pertencente na época à Unidade de Programas de Desenho Industrial – UPDI, atual Divisão de Desenho Industrial – DVDI.



Figura 19 - Tela do Sistema Ergokit – Banco de Dados Antropométricos da População do Brasil  
 Fonte: Laboratório de Ergonomia – Instituto Nacional de Tecnologia

Por conta do panorama da computação neste período, que apresentava novas possibilidades em se tratando de projetos, principalmente quando comparado com os métodos tradicionais de se projetar - prancheta e papel – os modelos de forma humana deveriam então ser digitalizados para que pudessem ser incorporados à nova realidade que incluía computadores. Através das tecnologias disponíveis na época, a construção desses modelos humanos virtuais, ou *Digital Human Models*, como convencionado mais tarde, se baseava em medidas lineares – tomadas de ponto a ponto, obtidas através de antropometria tradicional, método predominante no período. Fato é que a falta de comunicação entre as partes que estudavam os modelos humanos dificultou a percepção de que ao se transferir medidas lineares para modelos bidimensionais<sup>27</sup> ocorria uma deformação que não correspondia à forma real. Sendo assim, anos foram gastos com estudos que culminavam em modelos que serviam a propósitos específicos de cada empresa, mas não alcançavam adequação ao mercado como um todo porque apresentavam dificuldades de adaptação a outras realidades e necessidades de diferentes usuários.

Os primeiros modelos que se utilizaram de simulações virtuais aliadas a modelos humanos digitais partiram basicamente da indústria automotiva, de

<sup>27</sup> Medidas bidimensionais, como perímetro da cintura, por exemplo, se dão pela passagem das medidas largura do quadril e profundidade do abdome.

aviação e militar, indústrias essas que têm por prática o sigilo quanto ao seu desenvolvimento, por questões de autoproteção e de concorrência mercadológica. Logo, modelos como BOEMAN, desenvolvido pela empresa Boeing no final da década de 60, e COMBIMAN, desenvolvido para uso das Forças Aéreas Americanas no início dos anos 70, eram desenvolvidos e utilizados de forma exclusiva, interna nas empresas, sem que esse conhecimento fosse transmitido, tornando a missão da criação de novas plataformas de simulação mais complexa, e vindo a repetir erros já cometidos por experiências anteriores, sejam nas simulações, mas principalmente perpetuando erros na construção dos DHM<sup>28</sup>. “*Practicioners in human factors and ergonomics have sometimes been limited in their contribution to team-based design efforts when their different languages have not always mapped well*”<sup>29</sup>. No trecho o autor discorre sobre o fato da falta de integração citado anteriormente, quando se refere aos primeiros esforços para construção de modelos comerciais que se utilizassem de modelos humanos virtuais para projeto.

A implantação de *Digital Human Models* e seu uso para simulações virtuais ganha fôlego a partir dos anos 80, quando começam a acontecer iniciativas de investimento mais sólidas em pesquisa e na implantação dessas plataformas, mesmo que de maneira embrionária, em algumas etapas de projetos voltados para o setor produtivo.

Somente por volta do final da década de 90 os modelos passaram a se tornar mais acessíveis ao mercado, com a formação de grupos de discussão e estudos voltados para a implementação desses em etapas do setor produtivo e também com diversas tentativas de se criar modelos comerciais de *Digital Human Models*.

### 3.2 O modelo humano na era Digital

Já no último século, o design ganhou notoriedade, seguindo por caminhos que irremediavelmente se cruzam com o da arte e da arquitetura, tornando-se uma poderosa arma estratégica de vendas e marketing; um relato dessa

---

<sup>28</sup> DHM em referência à abreviação para *Digital Human Models* encontrada em publicações internacionais.

<sup>29</sup> DUFFY, V. G., *Handbook of Digital Human Modeling*

aproximação das artes pode ser encontrado em Malina (2007)<sup>30</sup>: As artes, ciências e tecnologias representam diferentes modos de ser e agir no mundo. Muitas pessoas, por meio de sua prática criativa, escolhem entrelaçar essas diferentes abordagens.

Nesse mesmo período também se acentuou a questão do usuário, do ser humano como foco dos produtos. É notório também que essas três áreas do saber, design, arte e arquitetura, se utilizam de técnicas já consagradas assim como das mais recentes tecnologias para suprir as necessidades de sua vertente criativa. Com o desenvolvimento acentuado das tecnologias de modelagem tridimensional e dos ambientes virtuais, essas vêm se tornando cada vez mais importantes em projetos, como o trecho abaixo reitera.

A revolução digital, a grande corrida, está acabada. A questão sobre se algo é analógico ou digital não importa mais. Tudo que fazemos é influenciado pela tecnologia digital. Assim como ar e água, as propriedades do digital somente são notadas quando não estão lá, não quando estão lá. (tradução livre do autor)<sup>31</sup>.

O termo tecnologia usado anteriormente, e que se repetirá mais adiante, decorre da definição de Estéfano Veraszto como sendo essa “o estudo da técnica, o estudo da própria atividade do modificar, do transformar, do agir” (Verazsto et al, 2004, p1-7)<sup>32</sup>.

Uma análise sobre os lançamentos na área demonstra que o mercado de tecnologias para o setor produtivo encontra-se em plena ebulição; as demandas do Design, da Arquitetura e da Arte, em particular, e as que permeiam mais de uma dessas áreas ou a ambas, participam desse processo à medida que suas necessidades direcionam as pesquisas e seus objetivos. Também compartilham investimentos para as mesmas, pretendendo suprir tais demandas, modificando assim, de forma inegável, a prática nos campos do Design, da Arquitetura e da Arte. Diamond<sup>33</sup>, descreve, sob seu olhar, a interação constante das áreas:

---

<sup>30</sup> MALINA, R.F., Arte, ciência e tecnologia: passado, presente e desafios – Capítulo 1

<sup>31</sup> Texto da exposição “*After the big rush*” (<http://www.mu.nl/uk/exhibitions/now/>) em [25/10/2011]

<sup>32</sup> VERAZSTO, E.V., et al, Uma proposta de alfabetização tecnológica no ensino fundamental usando situações práticas e contextualizadas

<sup>33</sup> DIAMOND, S., Arte, ciência e tecnologia: passado, presente e desafios – Capítulo 2

“Com esses meios, pode-se atingir uma nova geração de pensadores, que reforçarão a importância de uma visão reflexiva sobre a cultura que os cerca, além de uma perspectiva abrangente e profunda sobre os muitos eventos que formam as aparentes continuidades e complexidades dessa cultura.”

Porém, fato é, que essa imensa gama de tecnologias recém criadas e lançadas acaba por transformar parte dessas em tecnologias obsoletas, a medida que numa realidade de efemeridade como a em que vivemos, as demandas por vezes não duram o tempo necessário para o desenvolvimento dessa nova tecnologia, argumento esse apoiado pelo coletivo Troika (2008)<sup>34</sup> no trecho abaixo:

Fato é que a maioria dos objetos que se propõe a satisfazer nossas necessidades, não estão mais em sintonia com essas. Em uma sociedade como a nossa, onde todas as necessidades básicas são extensivamente confrontadas com uma multiplicidade de opções, a multiplicação das funções práticas não serve a um propósito real. (Tradução livre do autor)

Algumas novas tecnologias têm um nível de obsolescência tão grande que já nascem desatualizadas. “(...) Não raro, quando sequer descobrimos que uma nova tecnologia foi lançada, existem outras várias iniciativas em torno dela, melhoradas e mais úteis” (JOBSTRAIBIZER, 2011)<sup>35</sup>. O trecho citado reforça o argumento do aquecimento do mercado de tecnologias e conseqüente surgimento de várias para fins parecidos.

A utilização de modelos humanos digitais, irremediavelmente, passa pela questão relatada anteriormente, de maneira que, na tentativa de tornar o processo de obtenção da forma humana em meio digital mais preciso e menos dispendioso de tempo, diversas tecnologias foram incorporadas ao processo, algumas dessas tecnologias, ao atingirem o estágio de maturidade necessário para sua incorporação ao processo de desenvolvimento de DHM já eram obsoletas e inadequadas as atuais demandas.

Reconhecendo essas mudanças, algumas outras formas de transmitir o conhecimento passaram a ganhar espaço e valor como a educação à distância

---

<sup>34</sup> TROIKA, S.N., *Digital by Design*

<sup>35</sup> JOBSTRAIBIZER, F., *Novas Tecnologias*, Linux Magazine – Ed. Julho 2011, p.27.

pela internet e chegando ao que hoje se tem buscado consolidar, que são os ambientes imersivos de aprendizado que, em alguns casos, são jogos com teor educacional e que estão se utilizando de representações da forma humana, seja ela através de som, imagem ou *Digital Human Models*, com interação computacional para facilitar essa troca de informação e conhecimento e tornar a interface mais amigável.

“Avanços recentes, tanto na indústria de equipamentos gráficos, quanto no estado da arte em modelagem geométrica, tornaram possível a digitalização tridimensional de objetos reais com alto grau de fidelidade” (VELHO, 2005)<sup>36</sup>.

A afirmação acima fornece embasamento para que se possa conceber e imaginar as atuais tecnologias de modelagem geométrica e de captura da forma sendo utilizadas para formas humanas, tornando as representações humanas digitais cada vez mais fiéis à forma original.

Nesse sentido, um marco importante foi o desenvolvimento do projeto batizado de *The digital Michelangelo*, desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Stanford, nos Estados Unidos (Fig. 20 e 21). Com duração de quatro anos, entre os anos de 1996 a 2000, os pesquisadores utilizaram as tecnologias de escaneamento e aquisição de geometrias complexas para obter diversas peças da obra de Michelangelo; entre elas encontra-se Davi, obra essa muito expressiva se considerarmos a época em que foi concebida e os materiais usados na época. Uma estátua de mármore de mais de cinco metros de altura dotada de impressionante realismo anatômico.

A partir do trabalho desenvolvido pelo grupo de pesquisa podemos hoje visualizar uma das mais relevantes representações da forma humana no Renascimento em ambientes virtuais de forma tridimensional, o que o torna um modelo humano digital, uma ligação entre os primórdios da forma humana representada às atuais tecnologias de representação.

---

<sup>36</sup> Dr. Luiz Velho é pesquisador titular do Instituto de Matemática Pura e Aplicada - IMPA, e coordenador do projeto VISGRAF, que desenvolve pesquisas em computação gráfica avançada



Figura 20 - Imagens de parte da equipe envolvida no escaneamento da estátua de Davi de Michelangelo

Fonte: <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/ibp/iit/about/michaelangelo-photos.html> disponível em: 30/06/2012

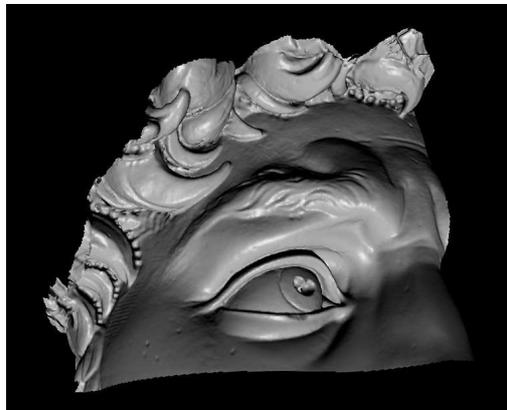


Figura 21 - - Detalhe dos olhos do Davi de Michelangelo digitalizado, concebido pelos pesquisadores da *Stanford University*

Fonte: <http://graphics.stanford.edu/projects/mich/> disponível em: 30/06/2012

No início do ano de 2012, o *Metropolitan Museum of Art* de Nova Iorque, colocou a disposição *online* uma série de peças de seu acervo digitalizadas através de técnicas de construção de geometrias digitais por fotografia, num processo bastante similar à estereofotogrametria (Fig. 22 e 23). A iniciativa, que em muito faz lembrar o projeto do Michelangelo Digital da Universidade de Stanford, tem como objetivo possibilitar aos usuários da internet associar os

arquivos disponibilizados com impressoras 3D e dessa forma obter suas próprias reproduções de peças famosas do acervo do MET.

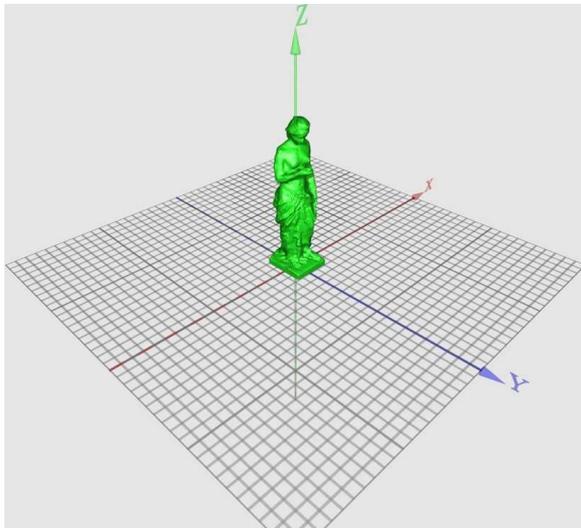


Figura 22 e Figura 23 - Visualização 3D da obra *Dawn of Christianity*, de Erastus Dow Palmer, e sua reprodução impressa em 3D por um dos usuários da rede online Thingiverse  
 Fonte: <http://www.designboom.com/weblog/cat/16/view/21771/3d-printed-replicas-of-met-masterpieces.html> disponível em: 30/06/2012

A possibilidade de representar o corpo humano em três dimensões em meio digital tornou possível também a sua utilização em projetos concebidos em ambientes virtuais, em situações que precisam levar em consideração a relação com o usuário, de grande valia para o setor produtivo. O fato de se poder representar a forma humana de maneira fiel em meios virtuais, e, a partir disso estudar sua relação em projetos, torna-se um grande avanço, pois desde o início da computação, o setor produtivo vem buscando integrar desenvolvimento de projetos e computadores com objetivo de tornar os processos mais ágeis e precisos. Não diferente, os estudos da forma humana, a este ponto, indissociáveis de qualquer projeto, também necessitavam de agilidade e precisão no meio digital.

Avanços nas pesquisas com Digital *Human Models* os tornaram ferramentas de grande valia para os meios produtivos, mas fato é que ainda possuem restrições. De acordo com Duffy, “A precisão das simulações com DHM quando se tenta prever o que as pessoas podem realizar seguramente deve ser melhor estudada e documentada para permitir aos usuários o entendimento das limitações dos modelos subjacentes” (tradução livre do

autor)<sup>37</sup>. Na afirmação, o autor demonstra claramente a necessidade de estudos mais profundos na construção de *Digital Human Models*, bem como em sua aplicabilidade, e também em levantamentos a respeito das áreas de desenvolvimento e aplicação que precisam ser melhoradas.

Na busca por uma melhor definição do papel dessa ferramenta nas etapas de projeto, os objetivos específicos da pesquisa contemplam além da contextualização histórica, um mapeamento das aplicações dos DHM em projeto, detalhamento das especificidades na construção dos modelos, levantamento dos pontos mais importantes dentro da construção destes para se alcançar a credibilidade necessária, a utilização de DHM em simulações em cenários virtuais, com seus pontos relevantes, e, por fim, apontar perspectivas futuras na utilização e no desenvolvimento.

Potencial transformador, capacidade de otimização de tempo e custos durante o projeto, redução na margem de erros no decorrer do desenvolvimento de projeto, possibilidade de inclusão de diversos outros setores nas discussões tornando o ambiente mais colaborativo, dentre diversos outros, são alguns dos argumentos em favor da utilização dos DHM em projetos, bem como argumentos que justificam o investimento em estudos e pesquisa relativa à constituição de modelos que melhor atendam às necessidades do usuário. Portanto, a modelagem humana virtual, ou os *Digital Human Models* (DHM), são o objeto de estudo escolhido para essa dissertação, vista sua importância como parte de projetos para o setor produtivo e o interesse do setor nos DHM como ferramenta.

Tendo trabalhado com DHM nos últimos três anos, algumas demandas haviam sido percebidas no convívio diário com essa ferramenta que se mostrava muito útil. Porém, somente ao participar de um simpósio internacional dedicado especificamente a *Digital Human Models*<sup>38</sup> foi possível perceber que, assim como possuíamos demandas específicas, outros usuários também as apresentavam, e, em grande parte, essas derivavam de alguns pontos cruciais inerentes à criação dos modelos. Partindo então dessa percepção, de necessidades percebidas a partir de experiência própria no ambiente de

---

<sup>37</sup> Do original “*The accuracy of DHM simulations when attempting to predict what people can perform safely must be much better studied and documented to allow users to understand the limitations of the underlying models*”

<sup>38</sup> *First International Symposium on Digital Human Modeling*, realizado de 14 e 16 de Junho de 2011, nas dependências da *Claude Bernard University*, em Lyon – França

trabalho, iniciei minha pesquisa buscando suprir as demandas de projetos aos quais era incumbido e, ao mesmo tempo, acompanhando o que era desenvolvido por outros pesquisadores. Porém, ainda assim parecia pouco, portanto, tornou-se o objetivo central da pesquisa tornar mais claro para pesquisadores e mais ainda para usuários finais o potencial da utilização de modelos, bem como os pontos ainda deficientes e sua eficiência aplicada a cada etapa do projeto.

Uma das discussões que se fazia recorrente nos debates envolvendo utilização de DHM em simulações virtuais em determinadas etapas de projeto é o fato dos projetos de uma forma geral serem teleológicos, ou seja, se desenvolverem para uma concretização futura. Se levada em conta a relação do projeto com o usuário, ser humano, tal relação só irá se consumir também no futuro, na materialização do projeto, o que por vezes tarda a demonstrar falhas. A simulação virtual utilizando figuras humanas digitais (Fig. 24) possibilita uma visualização dessa relação humano/projeto de maneira mais ágil, trazendo assim a chance de evitar erros ou de corrigi-los em fases iniciais do projeto, evitando assim desperdício de tempo e capital investido. A capacidade de reduzir as chances de erros nas fases finais, com sua conseqüente redução de custos e tempo, aliado ao fato de durante as fases de desenvolvimento encurtar etapas, diminuindo também assim custos e tempo dispensado, torna a utilização dos DHM e o estudo mais aprofundado das simulações que se utilizam desta uma ferramenta de alto poder de transformação nos projetos para o setor produtivo.

Ainda no contexto das simulações, muito vem sendo discutido a respeito da transferência de conhecimento em ambientes virtuais e qual realmente seria a validade e a influência desse conhecimento transmitido e aprendido em ambientes como esses. “Nosso modo de pensar é aprendido com base nas espacializações com as quais convivemos, letras, palavras, números, gráficos e fotografias”<sup>39</sup> (tradução do autor. A afirmação de Harvey contribui para o argumento de que os ambientes virtuais realmente podem se configurar como possíveis facilitadores no aprendizado e na troca de conhecimento tácito<sup>40</sup>, pois a espacialização no caso pode ser entendida como ambiente, que apesar de não

---

<sup>39</sup> HARVEY, D., *Spaces of Capital: Towards a Critical Geography*, p.224.

<sup>40</sup> “From the three aspects of tacit knowing that I have defined so far – the functional, the phenomenal, and the semantic - we can deduce a fourth aspect, which tells us what tacit knowing is a knowledge of.” (POLANY, 1983 – Pag.13)

material, é visível e pode ser vivenciado, com objetos e modelos humanos que transmitam credibilidade.

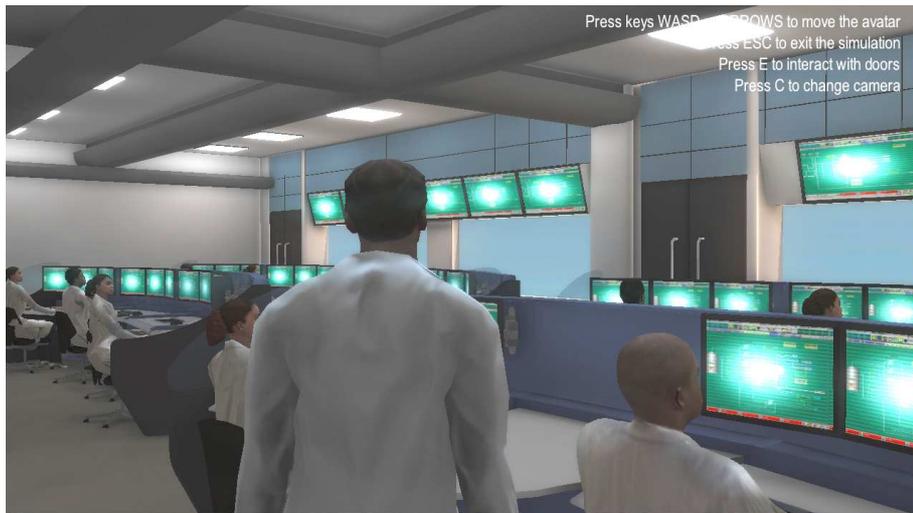


Figura 24 - Exemplo de ambiente virtual interativo, onde pode-se interagir com outros modelos humanos e objetos

Fonte: Acervo próprio, pesquisa em desenvolvimento INT (10/09/2012)

De forma geral, a utilização de cenários virtuais pode prover uma familiarização dos usuários envolvidos no projeto, bem como dos usuários das plataformas de treinamento. A visualização prévia de espaços provê um conhecimento maior do ambiente a ser apresentado posteriormente, e de maneira segura, pode apresentar também alguns desafios que devem ser encontrados numa situação real. Configura-se assim, como uma ferramenta poderosa, e de elevado valor para projetos.