



História, Ciências, Saúde - Manguinhos
ISSN: 0104-5970
hscience@coc.fiocruz.br
Fundação Oswaldo Cruz
Brasil

Monteiro, Marko

Teatro anatômico digital: práticas de representação do corpo na ciência
História, Ciências, Saúde - Manguinhos, vol. 18, núm. 3, julio-septiembre, 2011, pp. 641-660
Fundação Oswaldo Cruz
Rio de Janeiro, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=386138056003>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



Teatro anatômico digital: práticas de representação do corpo na ciência

*The digital anatomical
theater: scientific practices for
representing the body*

Marko Monteiro

Professor do Departamento de Política Científica e Tecnológica/
Universidade Estadual de Campinas.
Rua Major Sólon 738/37
13024-091 – Campinas – SP – Brasil
markosy@uol.com.br

Recebido para publicação em agosto de 2009.
Aprovado para publicação em julho de 2010.

MONTEIRO, Marko. Teatro anatômico digital: práticas de representação do corpo na ciência. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.18, n.3, jul.-set. 2011, p.641-660.

Resumo

Investigam-se etnograficamente as práticas de representação do corpo na ciência contemporânea, por meio de uma análise comparativa com o teatro anatômico renascentista, uma prática de conhecimento do corpo nos primórdios da ciência moderna. Busca-se desvendar, sobretudo, de que modo a visualização do interior do corpo atua na produção de conhecimento sobre seu funcionamento. Conclui-se que, contemporaneamente, a produção de saberes privilegia sobremaneira a validação de um código e a modelagem de processos biológicos nos quais se busca intervir. Procura-se, assim, desvendar os sentidos da circulação de imagens, dados e teorias que unem corpos materiais, técnicas de visualização e cientistas, possibilitando, desse modo, a produção de verdades sobre o corpo biológico.

Palavras-chave: teatro anatômico; visualização científica; corpo; etnografia; modelagem computacional.

Abstract

Contemporary scientific practices for representing the body are investigated ethnographically through a comparative analysis with the Renaissance anatomical theater, a practice used to understand the body in early modern science. First and foremost, I seek to reveal the manner in which visualization of the inside of the body produces knowledge of its functioning. The conclusion is that, currently, the production of knowledge greatly privileges the validation of code and modeling of the biological processes in which one wishes to intervene. The objective is to unveil the meaning of the circulation of images, data and theories that bring together material bodies, visualization techniques and scientists, enabling the production of truth about the body in a biological sense.

Keywords: anatomical theater; scientific visualization; the body; ethnography; computational modeling.

A curiosidade a respeito do corpo humano, seu funcionamento e suas formas internas, invisíveis a olho nu, compõe uma parte importante da cultura ocidental, bem como da prática científica desde o seu surgimento. Antes mesmo da emergência daquilo que denominamos ciência moderna, práticas de investigação das estruturas internas do corpo humano têm sido uma face bastante visível da cultura visual do Ocidente, tanto na arte quanto na ciência. Não cabe aqui especular sobre a origem dessa imensa curiosidade, mas tão somente buscar interpretar algo de sua relação com a prática científica contemporânea, na tentativa de investigar o desenvolvimento de distintas formas de produção de conhecimento sobre o corpo humano. Além disso, a interpretação do modo como tais formas se relacionam com contextos socioculturais mais amplos é crucial para a compreensão dos sentidos dessas práticas.

Poder-se-ia dizer que a investigação sobre as distintas formas de representação visual do corpo pode revelar muito a respeito de como determinada época e cultura entendem seu mundo e organizam as formas de conhecê-lo. Nesse artigo, no entanto, quero ater-me não somente às imagens do corpo humano, mas também às formas particulares de torná-lo visível e, ao mesmo tempo, cognoscível. De fato, ambos os termos não podem ser dissociados facilmente, sobretudo na chamada ciência contemporânea, como demonstra uma já extensa literatura sobre representação na ciência (Daston, Galison, 1990; Latour, 1990; Lynch, Woolgar, 1990b; Pauwels, 2006). Ainda assim, é muito mais frequente encontrarmos trabalhos que analisem as imagens produzidas em contextos científicos e artísticos, do que estudos que investiguem as práticas por intermédio das quais tais imagens são produzidas. Verifica-se igualmente uma relativa escassez de estudos etnográficos a respeito do modo como tais imagens são produzidas e legitimadas como conhecimento verdadeiro sobre o corpo.

O presente artigo pretende ajudar a preencher essa lacuna, a partir do estudo de uma prática contemporânea de produção de verdades sobre o corpo que faz uso extenso de imagens e do que chamo de objetos digitais (Monteiro, 2009, 2010). Tais objetos, ou modelos virtuais em 3D, são ‘manuseados’ por cientistas de forma a investigar as propriedades de determinadas estruturas do corpo humano e determinar suas funções. Construídos a partir de códigos matemáticos, tais modelos são pensados como representações fiéis de processos naturais, e é em torno dessa legitimidade que se organizam as práticas de modelagem e digitalização aqui estudadas.

Busco construir uma análise comparativa em relação a outra prática muito importante de produção de conhecimento sobre o corpo, prática esta que ajudou a definir algumas das bases para a ciência empírica moderna: as anatomias públicas do Renascimento europeu. Meu objetivo é investigar, nesses dois rituais de produção de conhecimento e visualização do corpo, o que os aproxima e os torna distintos. Tento compreender os potenciais deslocamentos em nossas atuais formas de entendimento visual do corpo e das formas tidas como legítimas de produção de verdades sobre esse mesmo corpo.

A comparação entre anatomias renascentistas e práticas tecnológicas não é inédita. Comentários a respeito das tecnologias de visualização atuais fazem extenso uso de comparações com os chamados teatros anatômicos (Daly, Bell, 2008; Thacker, 1999; Van Dijk, 2000). Até onde pude averiguar, nenhum deles, no entanto, investiga diretamente essa comparação no intuito de compreender de que modo os rituais contemporâneos de

produção de evidência visual estão deslocando paradigmas consolidados a partir do imperativo da observação direta do corpo, tal como estabelecido nos teatros renascentistas. Com isso, busco avançar o debate sobre as formas sociais de produção de evidências sobre o corpo, além de interpretar formas atuais de visualização baseadas em modelagem computacional como deslocamento (e não só continuidade) de princípios estabelecidos no nascimento da ciência moderna.

A opção pela comparação com o teatro anatômico justifica-se pela intenção de contrastar práticas de visualização do corpo em dois momentos cruciais. O primeiro deles ocorreu durante o Renascimento, quando práticas de conhecimento anatômico escolásticas, baseadas na interpretação de textos clássicos, deram lugar progressivamente à dissecação e à observação do corpo como fonte primordial de conhecimento (Bellini, 2005; Thacker, 1999). O segundo momento, o atual, assiste a uma transição da observação direta do corpo para o uso crescente de representações digitais, como formas de acessar o interior do corpo. As tecnologias digitais, pensadas como a melhor forma de eliminar a mediação entre o observador e seu objeto empírico, substituem práticas de intervenção que, para funcionar, necessitavam destruir o objeto observado (como nas dissecações). Uma análise comparativa entre ambas as práticas busca revelar, assim, continuidades e rupturas entre formas de produção de conhecimento a partir da manipulação do corpo e de imagens de suas estruturas internas, a fim de tornar mais compreensíveis as maneiras atuais de visualizar o corpo na ciência.

O teatro anatômico renascentista figura como prática de conhecimento na transição entre o período medieval e o surgimento da ciência moderna. Bastante comum nos principais centros acadêmicos da Europa Ocidental, as anatomias eram rituais públicos peculiares e envolviam música e decoração luxuosa, além do espetáculo do corpo dissecado (Klestinec, 2004; Sawday, 1995; Wilson, 1987). Tal espetáculo era cercado de simbologia complexa, que incluía desde os teatros permanentes, construídos de acordo com as proporções vitruvianas, até a localização dos convidados, acomodados de acordo com sua posição social. As anatomias públicas eram, assim, tanto uma forma de difundir conhecimento entre estudiosos da medicina, quanto espetáculos dramáticos em que a ordem simbólica do mundo, centrada no corpo humano, era encenada (Thacker, 1999).

Conclui-se que, contemporaneamente, a produção de saberes centra-se preferencialmente na validação de um código e na modelagem de processos biológicos nos quais se busca intervir. Por outro lado, a construção de visualizações digitais procura produzir réplicas virtuais das estruturas em observação, substituindo a análise direta da matéria viva pela manipulação de objetos digitais. Tal manipulação é vista como um acesso direto a verdades do corpo que seriam inacessíveis por outras vias, o que é possibilitado pela modelagem cada vez mais perfeita de processos biológicos. Há portanto uma ruptura com o imperativo da observação direta do corpo e de visualizações a ela subordinadas.

Ocorre algo como um ‘retorno ao texto’, em certa medida análogo ao princípio que regia as primeiras anatomias públicas do século XIII. Nelas, o centro do espetáculo era menos o corpo do que a cátedra, espécie de pódio onde o professor figurava com destaque cênico (assim como social e cultural). Central ali era desvendar o conhecimento presente nas obras clássicas (como as de Galeno), sendo o corpo um demonstrativo empírico, menos

relevante do que o conhecimento clássico transmitido pelo professor. A observação direta do corpo tornou-se central nas formas de conhecimento empírico desenvolvidas no decorrer do Renascimento e consolidadas em obras como *Novum organum*, de Francis Bacon (2000), ao passo que atualmente observa-se a centralidade de códigos e modelos que se pretendem representações fiéis de realidades naturais.

Nas práticas de modelagem como a aqui analisada, está em questão a validação de um código matemático que busca descrever, em termos computacionais, os complexos processos biológicos de interesse. Tal validação do código se insere em um objetivo maior, o de controlar e modular os processos observados de acordo com os interesses dos médicos e engenheiros envolvidos. Em última instância, busca-se “aproximar a medicina da engenharia”, nas palavras do doutor Lewis¹, o cientista que chefia o projeto observado etnograficamente na pesquisa aqui apresentada. A produção dos saberes sobre o corpo ocorre a partir da manipulação de uma série de visualizações (imagens de ressonância magnética e modelos em 3D produzidos a partir delas), num contexto de discussão colaborativa e interdisciplinar.

O campo: formulando modelos computacionais do corpo humano

A pesquisa etnográfica que fundamenta este trabalho ocorreu entre novembro de 2006 e março de 2008. O projeto desenvolvido pelo grupo tinha como objetivo modelar a transferência de calor em tecidos da próstata, a fim de desenvolver uma nova forma de cirurgia que inclui a abrasão a *laser* de tumores. Fez amplo uso de representações visuais em duas, três e quatro dimensões, sendo a produção e discussão de objetos visuais uma parte central das atividades observadas.

A equipe de cientistas localiza-se numa das principais universidades públicas do sudoeste dos EUA. O grupo trabalha com dados colhidos num hospital de pesquisa situado em outra cidade, a 258km de distância, e processa essas informações com o auxílio de supercomputadores pertencentes à própria universidade. A equipe é composta por professores, pesquisadores pós-doutorandos e alunos de pós-graduação. Suas áreas de especialização incluem ciência da computação, engenharias civil e biomédica, matemática aplicada, mecânica computacional, visualização científica e medicina. Os cientistas possuem diversas nacionalidades, incluindo indianos, chineses, iranianos, tchecos, poloneses, franceses e norte-americanos. A maioria deles possui trajetória acadêmica interdisciplinar em maior ou menor medida, com carreiras de pesquisa que abrangem uma variedade de disciplinas e interesses.

O objetivo científico do grupo é produzir um sistema computacional que possibilite previsões corretas do dano causado ao tecido por calor, e disponibilizar esses dados em tempo real para médicos que realizam intervenções de retirada de tumores na próstata. Para os cientistas, essa tecnologia constituiria um novo paradigma em terapias térmicas minimamente invasivas, com abrasão a *laser*. Assim, o novo tratamento é pensado como uma maneira de reduzir custos, tempo de cirurgia e trauma no paciente. O objetivo primordial é a utilização de imagens de ressonância magnética térmica para fornecer ao cirurgião maior controle de intervenções com *laser* por retroalimentação de dados entre

sua clínica e os supercomputadores. Sintomas presentes nas células (morte ou apoptose por calor) seriam utilizados para calcular, em tempo real, os efeitos futuros de uma cirurgia, a fim de possibilitar ao médico adequar o procedimento para cada paciente, aumentando a eficiência e reduzindo possíveis efeitos colaterais.

A pesquisa etnográfica incluiu observação participante das reuniões de trabalho semanais dos cientistas, entrevistas com todos os participantes do grupo e observações nas instalações por eles utilizadas. Foram acompanhadas 32 reuniões e seus registros em vídeo, analisados. Todos os cientistas foram entrevistados pelo menos uma vez. Observação participante também foi feita em duas palestras e uma conferência internacional das quais o grupo participou. Um *workshop* de uma semana foi acompanhado nas instalações de supercomputação utilizadas pelo grupo, e duas viagens foram feitas ao hospital de pesquisa.

Visualizando o corpo na ciência, na medicina e na cultura

Não se pretende, aqui, abordar a história da visibilidade do corpo na cultura, tema já bastante explorado por outros autores (Van Dijk, 2005). Contudo, cabe ressaltar a particularidade desse tipo de visibilidade na cultura ocidental, na qual se inserem tanto as anatomias renascentistas quanto as formas digitais mais contemporâneas.

Desejo destacar sobretudo o momento de passagem da chamada Idade Média para o Renascimento, quando a representação visual do corpo passa a adotar cânones mais realistas, baseados na observação direta (Kemp, Wallace, 2000). Essa cultura visual emerge de forma simultânea e associada nas esferas da arte e da ciência, com a valorização da arte clássica greco-romana e da perspectiva linear como formas realistas de se representar o mundo. Nessa época, o realismo da representação esteve fortemente associado à ‘matematização’, num momento em que a matemática era pensada como linguagem universal e medida máxima da objetividade (Alfonso-Goldfarb, 2001; Cassirer, 2000; Chene, 2001; Donatelli, 2000). É nesse contexto que devemos perceber a evolução dos sentidos atribuídos às anatomias, no decorrer do Renascimento. Além disso, é interessante perceber como a matematização, que passa a ser a base da descrição científica do mundo, ganha importância ainda maior numa ciência baseada em modelos computacionais.

A questão da visualização do corpo, já muito debatida na literatura internacional, é tema de crescente interesse para pesquisadores nacionais. O filósofo Francisco Ortega (2006), por exemplo, analisa o desenvolvimento histórico das tecnologias de visualização no contexto de uma crescente primazia da visão sobre os demais sentidos, nas práticas de diagnóstico e de conhecimento do corpo. Para ele, as tecnologias de visualização possuem um apelo muito mais amplo do que aquele restrito a seu sucesso na medicina, interferindo nas percepções culturais mais gerais acerca da corporeidade (Ortega, 2005b, 2006). O autor argumenta ainda que as tecnologias de visualização médica reduzem o corpo a uma dimensão desmaterializada, que perde assim sua unidade como totalidade orgânica para se tornar “um conjunto de fragmentos sem substância ou materialidade” (Ortega, 2005a, p.246). Considera que a substituição do corpo pela imagem acarretaria seu desaparecimento e vê na história da anatomia – passando pelas teorias pós-modernas – uma sobrevalorização do fragmento em detrimento da visceralidade do corpo (Ortega, 2005a, 2006, 2008).

Já para a antropóloga Lilian Chazan (2003), a cultura visual e as atuais tecnologias de visualização contribuem para reconfigurar tanto o corpo como a pessoa. A autora afirma que a atual cultura visual do corpo participa de sua subjetivação, ampliando a vigilância sobre ele a partir da tecnologia e ajudando a criar uma ‘fusão’ entre corpo e máquina (Chazan, 2003). Tal fluidez entre tecnológico e corpóreo é também, segundo a autora, parte de um processo pelo qual a tecnologia, ao mesmo tempo que ajuda a desfazer tensões sociais (a exemplo da análise de imagens de fetos), cria outras, que, por sua vez, somente são vistas como mitigáveis com a incorporação de mais tecnologia. Em outros termos, poder-se-ia dizer que é criada uma interdependência entre imagens corporais e o próprio corpo, mediada pela tecnologia, cada vez mais onipresente.

Ainda que a análise aqui apresentada confirme, em certa medida, as avaliações de Ortega e Chazan – especialmente no tocante à primazia do visual nos processos de conhecimento do corpo –, não busco uma avaliação global da ‘corporeidade atual’ ou da reconfiguração da noção de pessoa no Ocidente, mas sim enfocar especificamente processos contemporâneos de produção de verdades sobre o corpo na prática científica. A comparação com o teatro anatômico pretende, assim, confrontar as práticas da ciência contemporânea com aquelas que a precederam, no início da ciência moderna. Em ambos os casos, a visualização do corpo ocupa lugar privilegiado no processo de cristalização de verdades sobre os processos biológicos e a materialidade do corpo.

A questão da primazia do visual na produção do conhecimento tem sido objeto de pesquisas recentes no campo dos estudos sociais da ciência e outras áreas. Estudos nesses campos do saber discutem a questão da representação visual na ciência como parte de um processo de produção e cristalização de verdades a respeito do mundo natural (Latour, 1990), configurando o que Michael Lynch denomina uma retina externalizada, que tenta tornar visíveis as formas pelas quais determinadas teorias e modelos percebem as verdades fundamentais de determinados objetos e processos (Knorr-Cetina, Amann, 1990; Lynch, 1990; Lynch, Woolgar, 1990a).

Estudos históricos sobre o desenvolvimento de diferentes tecnologias de visualização desenham um processo de paulatina hegemonia de processos de imageamento que revelam estruturas internas do corpo (Pasveer, 2006; Van Dijk, 2005). Técnicas como as do desenho artístico e mesmo a fotografia começam a perder legitimidade e ‘cientificidade’ quando se cria o consenso de que imagens produzidas tecnologicamente e de forma não invasiva seriam mais objetivas do que outras. Tal processo é descrito de forma especialmente rica por Lorraine Daston e Peter Galison (1990), que traçam importante paralelo histórico entre a objetividade científica e tecnologias de visualização. Para esses autores, ao desenvolvimento de sucessivas tecnologias de imageamento na ciência subjaz a ideia de que a mediação humana deve ser minimizada, a fim de maximizar a objetividade de tais imagens. A partir da invenção de tecnologias de produção e reprodução de imagens, como fotografia, cinema e raio-X, ocorrida no século XIX, a noção de objetividade começa a sofrer importantes alterações, na direção do que os autores denominam objetividade mecânica (*mechanical objectivity*). Nessa nova compreensão da objetividade, as imagens produzidas por máquinas teriam uma superioridade ontológica sobre aquelas produzidas por desenhistas ou artistas, por exemplo, em virtude de não sofrerem qualquer interferência humana em sua produção.

A concepção de que a imagem produzida por máquinas é livre de subjetividade, possuindo uma aura renovada de objetividade, é fator crucial na compreensão de desenvolvimentos recentes na ciência e no uso de imagens para a pesquisa científica. A crescente adoção de formas digitais e modelos computacionais em pesquisas parte, entre outros, do pressuposto de que computadores não interferem de forma subjetiva no processo de imageamento, produzindo retratos fiéis da realidade que é visualizada. Essa noção é crucial na interpretação dos dados etnográficos colhidos junto ao grupo estudado, pois é exatamente a sensação de que não há mediação subjetiva entre o corpo natural e o modelo computacional que permite aos cientistas operarem uma ‘reificação’ do objeto digital em suas práticas de conhecimento, tratando tais imagens e objetos digitais como substitutos para a empiria do corpo. Esta última, que atualmente aparenta perder importância nas práticas científicas, foi exatamente o aspecto central no processo de desenvolvimento das anatomias públicas ao longo do Renascimento.

O teatro anatômico: revelação performática do corpo

As primeiras anatomias públicas de importância médica e científica ocorreram em Bolonha, no final dos anos 1290 (Wilson, 1987), sendo realizadas pelo professor Mondino de Luzzi. Seu texto, *Anathomia corporis humani* (1316), tornou-se o mais utilizado nas dissecações realizadas no continente europeu nos 250 anos subsequentes, até ser substituído pelo trabalho de Andreas Vesalius, *De humani corporis fabrica* (Vesalius, 2003). As anatomias públicas começaram concomitantes, portanto, ao que poderíamos datar como o início do Renascimento, que marcou uma ampla transição para a era moderna. Sem me ater a detalhes de acontecimentos e datas, interpreto as anatomias realizadas na época como parte de um grupo de eventos que opera, no contexto da Europa Ocidental, um deslocamento do conhecimento escolástico medieval para um outro, voltado para a observação direta do corpo.

As anatomias de Mondino eram organizadas de forma a privilegiar o professor em detrimento do corpo que era visualizado, indicando o papel ainda central do conhecimento clássico em detrimento das evidências empíricas arroladas diante do público. Tal tendência alterou-se gradativamente ao longo dos séculos, mais explicitamente quando Vesalius, entre 1530 e 1540, passou a realizar anatomias públicas com caráter bastante distinto. Além de suprimir o *demonstrator* (o cirurgião que efetivamente cortava o corpo durante a leitura do texto) e o *ostensor* (aquele que indicava com um bastão as partes citadas pelo professor), realizando ele próprio tais funções, Vesalius trouxe para o centro da *performance* o próprio corpo sendo dissecado (Wilson, 1987). Adicionalmente, ele fazia uso mais extenso e efetivo de ilustrações anatômicas, ainda hoje tidas como exemplo fundamental do início da anatomia moderna.

As anatomias públicas, realizadas em diversas universidades europeias, possuíam ligações implícitas e explícitas com o sistema legal e com práticas pouco ortodoxas relacionadas à crescente necessidade de cadáveres frescos. Implicitamente, serviam como uma extensão da pena capital imposta a criminosos, submetendo-os a uma punição após a morte, quando eram expostos e utilizados para fins educativos e científicos (Sawday, 1995). Às dissecações

públicas também eram feitas associações negativas, ligando seus profissionais ao roubo de cadáveres e à violação de cemitérios. Em diversos contextos ocorreram acordos entre universidades e governos, que garantiam o suprimento de corpos provenientes de execuções, elas também públicas (Ferrari, 1987; Klestinec, 2004; Sawday, 1995).

As anatomias evoluíram com o tempo, demonstrando seu lugar instável na cultura europeia entre os séculos XIII e XVII. Inicialmente, eram restritas a professores e alunos de medicina, com um público que não ultrapassava vinte ou trinta pessoas. Voltavam-se especificamente para a transmissão de conhecimentos aos futuros médicos. Com o passar dos anos, tornaram-se cada vez mais públicas e elaboradas. Para escapar das associações com roubo de cadáveres, por exemplo, começou-se a enfatizar cada vez mais o conhecimento passível de ser apreendido por meio da experiência da dissecação. Com isso, ganharam em *status social* e começaram a ser igualmente utilizadas como forma de aumentar o prestígio acadêmico das universidades que as abrigavam. A partir de Vesalius, começaram a ser construídos teatros anatômicos permanentes, cujos prédios encenavam, tanto quanto as próprias anatomias públicas, uma ordem do universo inspirada nas proporções vitruvianas e na ideia das hierarquias e relações entre as diversas partes do universo. No decorrer desse período, transformaram-se em cerimônias elaboradas, acompanhadas de música e banquetes.

As anatomias operavam, segundo Sawday, uma transsubstancialização do corpo em conhecimento (Sawday, 1995). Elas permitiam que se tornasse visível a ordem do universo e a sabedoria de Deus, encarnada em sua maior criação: o ser humano. Não havia intenção de investigar cientificamente o corpo, no sentido experimental que hoje conhecemos, mas sim o desejo de tornar apreensível essa ordem divina, que se expressaria no corpo dissecado e na própria arquitetura dos teatros permanentes.

Eugene Thacker (1999, p.319-320) assim descreve o aspecto performático das anatomias, que buscavam tornar mais palpáveis os princípios ontológicos do humanismo renascentista:

Como se pode imaginar, a maior atração do teatro anatômico estava num certo tipo de voyeurismo associado à sensação de uma descoberta que ocorria diante dos olhos e em tempo real, um vislumbre universalizado do nosso interior. Adicionada a isso estava, conforme a tradição do humanismo renascentista, a exibição performática das homologias metafísicas entre o corpo (universal, masculino), o cosmo (mecânico) e uma ordem política e governante racionalizada: partes e todos centralizados, hierarquizados e funcionais ...²

As anatomias e a visualidade digital: olhares comparativos

O uso atual de visualizações digitais do corpo é distinto da forma de visualização descrita anteriormente. Ainda assim, uma comparação entre ambas mostra-se produtiva para desvendar os sentidos mais amplos associados tanto a uma quanto a outra. Se as anatomias renascentistas buscavam tornar visível e empírica uma ordem natural em que o homem se encontrava no centro de uma grande ‘engrenagem mecânica’, as formas atuais de visualização digital abandonam o contato direto com o corpo empírico em favor de objetos digitais e modelos cada vez mais sofisticados. Tal abandono é legitimado por uma percepção de que a tecnologia digital consegue representar a natureza sem mediações subjetivas, o que a tornaria mais fiel ao real do que quaisquer outras visualizações. Além disso, abandona-

se a ideia de simplesmente ‘visualizar’ em favor de uma manipulação de informações que, em virtude dessa ligação percebida como direta com a natureza, consegue participar de práticas de produção de evidências sobre o corpo. Busca-se assim validar um código que represente fielmente processos de interesse de cientistas, confirmando a ligação direta com o empírico via a matemática.

A partir dos anos 1990, com a emergência e difusão crescente das tecnologias digitais de visualização, ocorre uma profunda mudança na cultura visual do corpo, ainda não devidamente analisada por estudiosos contemporâneos (Thacker, 1999). Alguns autores sugerem que tal transformação revitalizou o regime de visão dos teatros anatômicos renascentistas, ao trazer a anatomia e o corpo de volta à vanguarda da ciência médica e ao foco de atenção pública (Van Dijk, 2000). Segundo Van Dijk, além dessa função pública/espetacular, projetos como o Ser Humano Visível – que construiu um modelo anatômico digital de todo o corpo para fins científicos e educacionais – possuem ainda dois outros fatores de continuidade com as anatomias do Renascimento. Em primeiro lugar, uma forte conexão com instituições legais e prisionais.³ Além disso, seu uso educacional *post mortem* evoca as antigas aulas de anatomia públicas, nas quais a dissecação do corpo criminoso servia para formar jovens médicos.

Tal como Chazan e Ortega, Van Dijk (2001) define o contexto cultural da atualidade como saturado por uma visualidade digital, o que legitima, de certa forma, a predominância desse novo regime em suas manifestações médicas. O autor conceitua essa cultura visual como a de um ‘olhar endoscópico’ (*endoscopic gaze*), por priorizar o olhar para o interior do corpo em detrimento de outras formas de visualidade. Para ele, as novas tecnologias operam uma extensão do olhar para regiões antes inacessíveis, extensão esta igualmente ligada a uma maior possibilidade de intervenção. Assim, fortalece-se a ilusão de que objetos virtuais são mais do que representação (porque seriam cópias fiéis do corpo), devido à onipresença desse regime visual na cultura mais ampla.

Outros autores apontam as tecnologias digitais de visualização do corpo, a exemplo da ressonância magnética, como uma importante ruptura. Amit Prasad (2005), por exemplo, define esse novo contexto como o de surgimento de uma ‘visualidade ciborgue’ (*cyborg visuality*), no qual as até então inéditas possibilidades representacionais dependem da intervenção do computador, tanto nos processos de aquisição quanto nos de manipulação das imagens. O autor observa, além disso, que tratar as ressonâncias como imagens é uma distorção: trata-se, na verdade, de conjuntos de dados manipuláveis e intercambiáveis, cuja forma redefine a relação do observador com a informação visual, de modo a recontextualizar igualmente todo o processo de produção de verdades sobre o corpo – conforme pude perceber diretamente no decorrer da pesquisa etnográfica.

Produzindo evidências a partir de imagens digitais

De fato, não se compreendem as atividades dos cientistas analisados se pensarmos meramente em termos de imagens. O que ocorre, nas práticas científicas observadas, são interações complexas entre pares, em várias etapas do seu trabalho e com diversos tipos de visualizações e objetos virtuais, como por exemplo, modelos em 3D da próstata (Monteiro,

2009). Tais visualizações representam, para os cientistas, os objetos ‘empíricos’ cujas propriedades serão alvo de suas análises e discussões em grupo. Não há, como pude observar, ênfase no contato direto com organismos biológicos, no decorrer do trabalho⁴: os cientistas produzem e manipulam modelos digitais a partir de dados obtidos pelo hospital de pesquisa (como, por exemplo, as imagens de ressonância magnética) e, a partir deles, produzem seus resultados e modificam seus modelos.

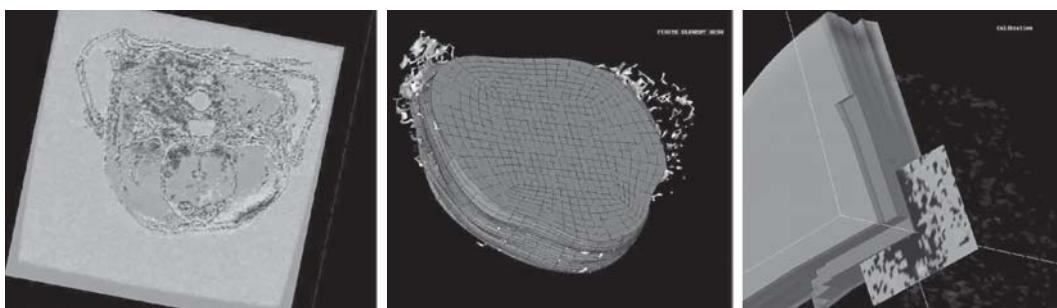


Figura 1: Diferentes visualizações de um mesmo objeto, a cabeça de um cão. Da esquerda para a direita: uma imagem de ressonância magnética; uma malha de elementos finitos (*finite element mesh*, a representação em 3D da geometria do objeto); e uma visualização das previsões do comportamento da temperatura nos tecidos (Imagens cedidas pelos cientistas do projeto)

A maior parte das visualizações utilizadas pelo grupo não é produzida em conjunto e sim individualmente, por membros da equipe (professores, doutorandos e pós-doutorandos). A dinâmica do grupo engloba, além do trabalho individual, reuniões semanais do grupo. Nelas, os participantes apresentam o andamento de seu projeto individual, os resultados obtidos e as dificuldades encontradas. Nessas ocasiões ocorre grande parte das interações entre os cientistas; objetivos são definidos e as dificuldades, avaliadas em conjunto. Por se tratar de equipe interdisciplinar, uma gama de problemas de comunicação ocorre no decorrer desses trabalhos, analisada em outra oportunidade (Monteiro, Keating, 2009), visto que nem todos os membros do grupo compartilham a mesma formação e a mesma compreensão de como conduzir suas pesquisas.

O principal objetivo do projeto, conforme mencionado, é produzir um modelo computacional que consiga prever com grande exatidão a transferência de calor em tecidos da próstata, a fim de auxiliar um futuro tratamento para tumores, com base na abrasão a *laser*. O produto final pretendido é uma ferramenta que, a partir de imagens de ressonância magnética pré-operatórias, consiga oferecer ao médico uma previsão detalhada dos possíveis resultados da intervenção com *laser* no paciente. Tal modelo auxiliaria a tomada de decisão do médico quanto à localização da fibra óptica que conduz o *laser*, à potência da luz utilizada e ao tempo de exposição. Seria, de fato, uma automação dessas etapas da cirurgia, transferindo-se para um modelo computacional parte das decisões hoje baseadas no treinamento e na experiência do médico.

No período em que realizei a etnografia, pude acompanhar os cientistas nos seus esforços de coordenar um sistema que eles denominam ciberinfraestrutura (*cyberinfrastructure*), a transmissão de dados entre sua instituição e o hospital de pesquisa envolvido no projeto.

Tal sistema, baseado no uso de infraestrutura de supercomputação disponível na universidade, garantiria a rápida transmissão de dados de imagem e temperatura obtidos por ressonância magnética (do hospital para a universidade) e do modelo que prevê os resultados da cirurgia (da universidade de volta ao hospital). O propósito é diminuir ao máximo esse tempo, para que a troca de informações ocorra em tempo real, no decorrer de uma cirurgia. Dessa forma, tal sistema poderia ser uma ferramenta de uso clínico, configurando desse modo um novo protocolo cirúrgico para o câncer de próstata e, ao menos em teoria, para qualquer outro câncer passível de tratamento por abrasão a *laser*.

O *laser* foi testado em modelos distintos: pequenos recipientes contendo gel; recipientes contendo objetos arredondados numa escala próxima à da próstata humana; e até em uma próstata canina embutida em gel. Os testes visavam avaliar tanto a rapidez de transmissão dos dados quanto a capacidade de o código modelar corretamente os objetos de interesse. Esses chamados testes secos (*dry runs*) serviam para refinar as ferramentas computacionais que seriam utilizadas para modelar os processos e as estruturas biológicas em questão. A grande dificuldade de construir um modelo digital em 3D que reproduza a topografia de um objeto natural em toda sua complexidade representa, por si só, um enorme desafio computacional. Além disso, os modelos deveriam ser capazes de calcular e reproduzir, com a maior exatidão possível, processos complexos ligados à propagação do calor, o que tornava a tarefa ainda mais árdua e dependente da capacidade de processamento dos supercomputadores.

O último passo por mim observado, que ocorreu no final da pesquisa etnográfica e cerca de dois anos após o início do projeto, foi o teste do sistema como um todo em um modelo canino vivo. A importância desse teste reside no fato de que as ferramentas computacionais estariam em ambiente pouco controlado (o organismo vivo de um cão), muito diferente dos modelos em gel. A multiplicação de variáveis que potencialmente complicariam a modelagem criou grande expectativa em torno do experimento, que foi acompanhado de perto por toda a equipe, incluindo os médicos do hospital.

Cabe enfocar esse evento particular, a fim de ilustrar um momento-chave da observação etnográfica, que fornece um objeto privilegiado para esboçar uma interpretação do regime de visualização que se opera nesse caso específico. O teste, apesar de não ter sido totalmente bem-sucedido da primeira vez, demonstrou as formas pelas quais os cientistas tentavam tornar a próstata visível (e manipulável) como um modelo computacional. Além disso, ajuda a iluminar as formas mediante as quais as diversas mediações visuais e computacionais influíram no andamento do experimento.

Nesse experimento, a questão da presença é deslocada. A anatomia renascentista implicava a presença ritualizada de membros da universidade e da comunidade, ao passo que essa presença faz pouco sentido no experimento aqui discutido. Apenas um membro da equipe esteve presente pessoalmente. Todos os outros (eu entre eles) acompanharam-no em tempo real pela internet. O teste pode ser descrito como um ‘ritual’ público de produção de evidências, testemunhado por indivíduos que poderiam atestar sua validade científica, conforme o desenho clássico de uma experiência de laboratório (Shapin, Schaffer, 1985), porém o testemunho dos resultados ocorreu em grande parte com a mediação do computador. A possibilidade de o testemunho dessa experiência se dar por meio de tecnologias

digitais deveu-se ao alto *quantum* de objetividade atribuído aos modelos computacionais e aos métodos de visualização empregados. Tal objetividade atribuída permite que, ao testemunhar as visualizações geradas via computador, testemunhássemos o próprio evento em seu desenrolar.



Figura 2: Exemplo de como o experimento foi transmitido *online*, ‘presenciado’ via computador. Na imagem, são visíveis tanto os gráficos representando a comparação entre o modelo e as reais temperaturas observadas no tecido (canto superior, à direita), quanto a visualização do calor sendo aplicado no cachorro (cantos superior e inferior, à esquerda) (Imagens do autor)

O experimento *‘in vivo’* buscava avaliar a solidez do circuito de transmissão de dados entre o hospital e os computadores localizados na universidade onde os pesquisadores desenvolviam o modelo. Além disso, os cientistas queriam avaliar a confiança das previsões do modelo computacional, até então somente testado em objetos inertes. Luke, doutorando em matemática aplicada e computacional, foi o membro da equipe responsável por coordenar o experimento *in loco* no hospital de pesquisa e apresentar, posteriormente, os resultados obtidos aos demais membros. A fala a seguir, que resume o experimento, ocorreu numa reunião em 21 de fevereiro de 2008, quando Luke apresentou os resultados do experimento pela primeira vez:

Tudo nos últimos quatro meses funcionou perfeitamente. Nós rodamos [o sistema] da primeira vez ... Foi uma coisa grande, havia quatro grupos diferentes do [hospital de pesquisa]⁵ que tinham... Foi como uma defesa de tese; eles tinham que coordenar todo mundo ali. Nós tínhamos a física da imagem, os técnicos de ressonância magnética, os veterinários e depois os caras da própria empresa do *laser* ... Eles foram generosos o

bastante para deixar que nós rodássemos [o sistema] no seu animal. Já que estávamos rodando no animal deles, nós tínhamos que rodar rápido, então tínhamos uma chance de acertar isso. Tudo funcionou perfeitamente, mas aí começamos a adquirir as imagens térmicas. O ruído nas imagens térmicas foi diferente de tudo que tínhamos visto antes. E então o filtro que foi aplicado acabou, na verdade, por apagar toda a informação importante da parte da imagem térmica, toda a parte importante da imagem térmica – mais especificamente, o aquecimento, e só deixou o ruído.⁶

Como explicou Luke, o experimento foi um sucesso relativo, pois revelou que o sistema de transmissão de dados funcionava como esperado. Foi um fracasso, no entanto, em termos da ‘visibilidade’ obtida, uma vez que não forneceu as visualizações do comportamento do calor enquanto o *laser* era utilizado no modelo animal. O filtro utilizado para processar os dados de temperatura, a fim de transformá-los numa imagem comprehensível aos cientistas, não operou da forma esperada e não forneceu uma visualização comprehensível do processo de aquecimento. Isso quer dizer que o “ruído”, ou seja, as informações não relevantes ao experimento (a temperatura do resto do corpo do animal, por exemplo), atrapalhou a visualização e não se distinguiu visualmente o ponto no qual o *laser* estava causando abrasão.

Ainda que fracassada, essa tentativa demonstra a forma pela qual os cientistas buscam tornar visíveis os processos de interesse: para que fosse bem-sucedido, o experimento deveria obter como resultado imagens comprehensíveis a olho nu, além de um conjunto de dados utilizáveis pelos modelos computacionais de como se comportara o calor emitido pelo *laser* no interior da próstata canina. As falhas na captação de dados e na produção de imagens do processo de aquecimento foram corrigidas num experimento posterior, que permitiu aos cientistas observar de que modo os dados colhidos empiricamente poderiam ser comparados àqueles obtidos via modelagem, como mostra a Figura 3.

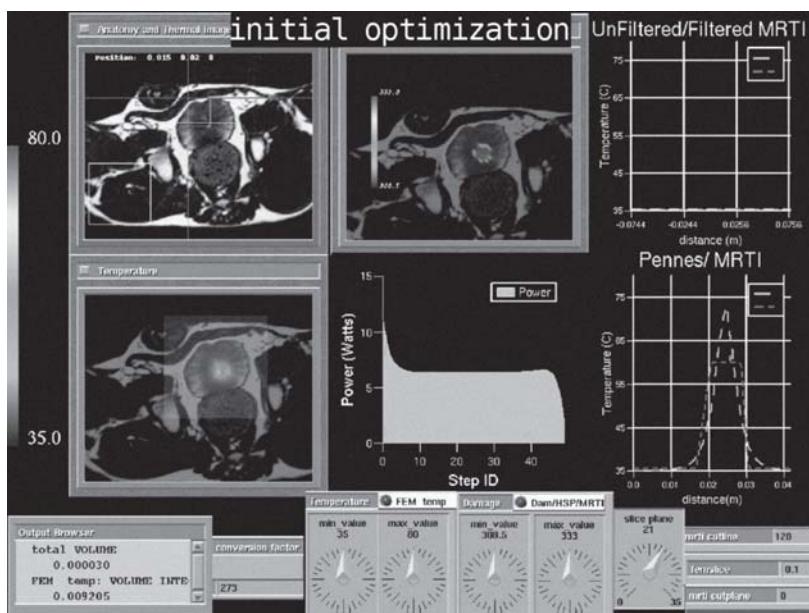


Figura 3: Diversas visualizações dos dados provenientes dos testes *in vivo* do modelo computacional (Imagen cedida pelos cientistas do projeto)

A correspondência entre modelo e realidade empírica é o que eles denominam validação e é considerada o teste primordial da veracidade e viabilidade do modelo. Tal veracidade é comprovada, entre outras coisas, por gráficos visualmente semelhantes. Ou seja, a sobreposição das linhas de dois gráficos (o modelo e aquele do experimento com o cão, por exemplo) indica, para o grupo, a solidez do modelo e sua objetividade como descrição da realidade. Como afirmou Lynn, doutoranda em matemática computacional e aplicada, em entrevista concedida em 24 setembro de 2007:

Lynn – Ah, sim [risos]. Se você vai escrever um artigo sem imagens, uh...

Eu – Não faz muito sentido?

Lynn – Bem, quer dizer, no mundo da computação eles querem ver os resultados.

Eu – Eles querem *ver*.

Lynn – Eles querem ver, exatamente, porque se você somente a descreve... [Uma] imagem vale por mil palavras, certo? Então, se você vê a imagem e as coisas parecem que estão alinhadas ... Você pode dizer que tal coisa converge a tal taxa, ou que se comparou em até cinco por cento, na sua cabeça isso pode até parecer bom, mas quando você vê a imagem e as coisas quase se sobrepõem... Quando o Luke mostra as suas fatias de dados de ressonância magnética de temperatura, com os seus dados previstos, eles quase um sobre o outro, aí você diz: "Sim" [risos]. Você sabe, é muito mais impactante, mesmo se aquilo é cinco por cento, é tão mais impactante vê-lo em cima, de fato, do que somente o número.⁷

Lynn descreve o impacto visual de ver duas linhas que convergem, linhas estas que seriam a ilustração de que duas medições (uma obtida empiricamente e a outra produzida pelo modelo, por exemplo) são idênticas ou muito semelhantes. Tais convergências são um aspecto constante nesse projeto, dado o seu enfoque em modelagem. A busca dessa convergência de dados projetados e dados obtidos experimentalmente (seja nos testes secos ou nos testes *in vivo*) é parte fundamental do que ali se considera uma experiência bem-sucedida. Ao mesmo tempo, a fala de Lynn demonstra a importância da visualidade nessa prática experimental: a convergência entre os dados de modelagem e aqueles medidos na natureza, por exemplo, não é totalmente apreensível somente com base em representações numéricas (5%, por exemplo), mas deve ser passível de visualização. Em outras palavras, o poder de convencimento de outros membros da comunidade científica, no contexto de uma equipe multidisciplinar ou de um artigo científico a ser lido pelos pares de instituições, depende de determinadas imagens que tornem os resultados 'visíveis'.

Conclusão: novas formas de representação do corpo

O experimento demonstra, assim, um processo de produção visual de evidências bastante distinto daquele presente no teatro anatômico. As diferenças concernem tanto aos objetivos específicos das duas instâncias de visualização do corpo, quanto à relação que ambas estabelecem com os corpos empíricos que tornam visíveis. Há alguns elementos que podem ser entendidos como continuidades entre o teatro anatômico e a visualidade digital, as quais estão relacionadas à forma pela qual o conhecimento sobre o corpo está ligado ao

próprio corpo empírico. De forma geral, no entanto, são as descontinuidades entre esses dois momentos históricos que se mostram mais reveladoras quanto aos deslocamentos causados pelas tecnologias digitais em nossas práticas de conhecimento e nas formas pelas quais tornamos os corpos visíveis e cognoscíveis.

Na ciência experimental, como no exemplo observado etnograficamente, o foco das atividades dos cientistas é na produção de evidências e não na encenação de uma cosmologia específica ou de um *corpus* de conhecimentos previamente estabelecido. Apesar disso, existem elementos de encenação e espetáculo que operam igualmente na ciência experimental, por conta da complexidade das tecnologias de visualização científica. A produção da visibilidade por meio dos dados não é direta, mas perpassada por inúmeras mediações, tanto estéticas quanto científicas.



Figura 4: A visualidade mediada na ciência contemporânea. À esquerda, veterinários e pesquisadores debruçados sobre um cachorro prestes a ser irradiado com o *laser*, no interior de um equipamento de ressonância magnética; à direita, monitores mostram as visualizações disponíveis com o equipamento de ressonância (Imagens de vídeo produzido pelos cientistas presentes no experimento)

Outra mudança fundamental é a relação com a empiria do corpo. Este último só faz sentido científico quando processado pelo aparato montado para captar as imagens e os dados de temperatura. Ou seja, como objeto empírico, o corpo do cachorro não produz evidências por si próprio, mas somente por meio de extenso trabalho de processamento, com maquinário complexo e preparado durante meses. A relação com o empírico não é, assim, direta, pois apenas os dados – captados, analisados, manipulados e filtrados – serão apresentados posteriormente como evidências, consolidadas em *papers* e outras publicações científicas (Latour, Woolgar, 1997).

Nesse sentido, uma convergência possível entre o teatro anatômico renascentista (em sua manifestação primeira) e as visualizações contemporâneas diz respeito ao fato de o apagamento do corpo e a materialização das informações digitais produzidas valorizarem o ‘texto’ (contemporaneamente, no sentido de informações numéricas) em detrimento do corpo observado. Esse próprio corpo é construído, na sua empiria, pelo experimento e pelo conhecimento que se busca construir sobre ele (Hirschauer, 1991). Há uma destruição, ainda que parcial, da entidade biológica visando à produção de evidências. Tal ritual precisa ser público e compartilhado, para ganhar legitimidade científica e social. Mas a

publicidade do ritual contemporâneo é totalmente distinta das anatomias no Renascimento; ela é mediada por tecnologias digitais, sem contudo perder sua ‘aura’ de contato direto com a realidade. Enquanto víamos as imagens na tela, estávamos a presenciar, de alguma forma, o experimento ao vivo, no seu desenrolar, de acordo com as práticas ali configuradas (no sentido de que havia um consenso amplo a respeito dessa materialidade da experiência observada via internet).

Ainda que somente Luke estivesse presente no hospital, sua experiência direta com o aparato tecnológico e com o cão vale muito menos, cientificamente falando, do que as semanas que ele e outros passaram processando os dados colhidos e posteriormente apresentados ao restante do grupo. Além disso, Luke acompanhou os resultados do experimento com o cão muito mais pelo monitor de seu computador (além dos outros monitores disponíveis no local) do que por observação direta. Sua apreensão dos resultados não foi, portanto, radicalmente diferente daquela dos outros membros da equipe, a centenas de quilômetros de distância.

Tornar algo visível significa torná-lo cognoscível por meios específicos. As novas formas de visualidade disponibilizadas pelas novas tecnologias digitais estão reconfigurando não somente nossa cultura visual, como também a forma como vemos a própria natureza. Elas participam igualmente de um processo de reconstrução das nossas relações com o conhecimento, graças a novas formas de representar a natureza e seus objetos. No caso das práticas científicas contemporâneas, não se tem a vantagem do recuo histórico para elaborar avaliações de grande monta, como as realizadas acerca dos teatros anatômicos renascentistas. Não obstante, podem-se vislumbrar algumas direções produtivas no debate sobre ciência e visualização, a partir das discussões aqui apresentadas.

Um importante ponto a destacar é a insuficiência da ideia de ‘visual’ para dar conta dos processos que ocorrem nas práticas atuais de conhecimento, um aspecto discutido em trabalhos anteriores (Monteiro, 2009). Poder-se-ia até mesmo debater se o ‘tornar visível’ seria, de fato, a principal atividade do teatro anatômico renascentista, mas vou me abster de fazê-lo aqui, por questões de espaço. De todo modo, nas práticas de conhecimento que pude observar etnograficamente, a ideia de ‘visualização’ limita o enfoque analítico e ignora o fato de os cientistas não estarem apenas observando imagens, mas sim interagindo de diversas formas com pacotes de informação. Ainda que o olhar seja fundamental nesses processos, trata-se de uma relação com objetos em 3D e do processamento e manipulação de conjuntos de dados que requerem um engajamento de diversos sentidos, de forma interativa e incorporada.

Além disso, é preciso analisar tais práticas para além da questão de como elas tornam os corpos visíveis. Quando os cientistas se engajam na construção de modelos virtuais de formas e processos biológicos, por exemplo, o que está em jogo são processos de representação que envolvem a possibilidade de se produzir conhecimento de forma distinta da mera observação. Os modelos computacionais incorporam a ideia da possibilidade de prever o desdobramento de uma intervenção cirúrgica, o que abre a possibilidade de intervenções tecnológicas no corpo muito além das disponíveis atualmente.

A crença cada vez mais consolidada na legitimidade de modelos computacionais aos poucos abre portas para o uso de modelos em 4D, nos quais a dimensão temporal é acessada.

Esse tipo de modelagem, que também corresponde à automação de diversas práticas médicas, coloca em questão nossas relações com o futuro a partir de conhecimentos presentes, não só no campo da medicina mas em todos em que se investe na tecnologia como recurso capaz de antecipar problemas e calcular, por si mesmo, soluções.

No estudo relatado, procurei interpretar os sentidos da circulação de imagens, dados e teorias que unem corpos materiais, tecnologias de visualização e cientistas, possibilitando com isso a produção de verdades sobre o corpo biológico. Contemporaneamente, tal mecanismo de produção de verdades associa-se a fins práticos e instrumentais de acesso e controle dos processos biológicos, tendo forte relação com a comercialização de novos tratamentos médicos e com o prestígio acadêmico. A construção e validação de códigos computacionais e modelos inserem-se num processo de controle do corpo pela tecnologia e de melhoramento das técnicas de cirurgia. A associação entre engenheiros, biólogos e médicos proporciona uma visão do corpo descolada da sua materialidade, que depende da mediação digital pensada como transparente. Reforça-se, assim, a ideia de que o corpo é objeto legítimo da engenharia, devendo ser reconfigurado e não somente descrito e observado.

Portanto, se há uma espécie de ‘retorno ao texto’ ou uma desvalorização relativa do corpo empírico nas práticas de conhecimento aqui abordadas, essa aparente continuidade entre teatro anatômico e ciência atual possui significados bastante distintos nos dois períodos históricos em jogo. O texto lido nas anatomias do século XIII pelo catedrático representava ele próprio o conhecimento. O corpo empírico sendo visualizado, na forma de um cadáver exposto ao público, era ali muito mais ilustrativo e subsumia-se sobremaneira ao saber livresco. Da mesma forma, socialmente os detentores do conhecimento do texto eram muito mais importantes do que aqueles que lidavam diretamente com o corpo, uma hierarquia que veio a se inverter na passagem do Renascimento à ciência moderna, no decorrer dos séculos XIV a XVII.

O que se vê na atualidade é um apagamento da materialidade do corpo, conforme percebido por alguns autores e sugerido pela discussão etnográfica. Eu buscaria, no entanto, uma leitura que não dependesse da ideia de ‘desmaterialização’, pois não penso que este seja o eixo analítico mais importante a ser observado no problema aqui colocado. Há que lembrar que os modelos computacionais em desenvolvimento pelos cientistas emergem de inscrições feitas a partir de corpos empíricos, posteriormente validados em referência a essa empiria. Assim, o corpo mantém relevância, no sentido de que não desaparece completamente dos processos de produção de conhecimento. No entanto, é deslocado do ritual em si: ele já não é a fonte primária das observações feitas pelos cientistas; são os objetos digitais, manipulados e observados a fonte primordial de *insights* analíticos a respeito dos processos biológicos de interesse.

Esses objetos possuem, além disso, uma espécie de materialidade que se manifesta de duas formas. A primeira delas concerne à percepção dos cientistas, que entendem as visualizações digitais como expressões objetivas das características e relações internas do corpo. Por conta disso, elas não seriam meras imagens, mas sim conjuntos de dados reveladores da própria materialidade que se pretende desvendar. A segunda é a materialidade que os objetos digitais adquirem no processo de produção de conhecimento, ao serem ‘manuseados’ pelos cientistas. Mais do que meros processos de observação visual, o

conhecimento é produzido, como já mencionado, de forma interativa e incorporada, a partir de interações entre os pesquisadores e as visualizações. A visão não é o único sentido em jogo; aspectos perceptivos relacionados à textura e outras características espaciais dessas visualizações participam ativamente de todo o processo.

O que talvez defina a especificidade dos processos contemporâneos de conhecimento aqui observados é a forma como os modelos são interativamente construídos e ‘validados’ a partir de correlações com experimentos *in vivo*. Tais experimentos, no entanto, assim como os modelos, adquirem sentido como conjunto de dados, permitindo uma comparação em termos de código que é única. A materialidade do corpo biológico é parte fundamental dessas práticas, mas de forma completamente distinta tanto das primeiras anatomias quanto daquelas mais tardias, nas quais a observação e o manuseio do cadáver dissecado eram enfatizadas. No centro das práticas contemporâneas está a manipulação de objetos digitais, que possibilita uma flexibilidade inatingível por outras formas. Essa manipulabilidade, por sua vez, aparece como um dos principais objetivos das formas contemporâneas de acesso ao corpo. Modular respostas biológicas, prever seu futuro e automatizar intervenções cirúrgicas podem ser vistos como parte de um projeto maior, de busca crescente de controle e manipulação do corpo em sua materialidade, cujas principais características ainda estão por ser analisadas. O projeto aqui analisado busca avançar nessa direção, ao construir modelos digitais de processos biológicos, enquanto tenta compor uma intervenção cirúrgica automatizada. Nesse sentido, as novas formas de acesso ao corpo, via modelos digitais ou outras tecnologias, representam um dos temas fundamentais de questionamento crítico das ciências contemporâneas.

NOTAS

¹Todos os nomes dos membros da equipe aqui citados são fictícios.

² “As may be guessed, the main attraction of the anatomy theaters lay in a certain type of voyeurism associated with a sense of real-time discovery before one’s very eyes, a universalized glimpse into one’s own interior. Added to this was, in the tradition of Renaissance humanism, the performative display of the metaphysical homologies between the (universal, male) body, the (mechanistic) cosmos, and a rationalized political and governing order: centralized hierarchical and functional parts and wholes.” Nesta e nas demais citações de textos e depoimentos em inglês, a tradução é livre.

³ O primeiro ‘ser humano visível’ a ter seu cadáver digitalizado foi, como nas anatomias antigas, um criminoso executado.

⁴ A exceção foi o contato de Luke com o modelo animal, que serviu de objeto para o primeiro teste *in vivo* do sistema. Além disso, há o trabalho de Laura, doutoranda em engenharia biomédica, com culturas de células de próstata humanas. Esse trabalho, no período observado, não obteve nenhum resultado concreto para o projeto como um todo, e ainda se encontra em fase inicial de desenvolvimento.

⁵ Optei por não nomear o hospital, para preservar o anonimato dos participantes do projeto.

⁶ “Everything from the past 4 months worked perfectly. Hum, we ran it the first time, there was [sic] four, it was quite a big ordeal, there was [sic] four different groups from [the research hospital] that had, it was like a dissertation defense, they had to coordinate everybody there. Hum we had imaging physics, the MRI tech, the vets, and then the guys from the actual, hum laser company, and we, we were, they were [inaudible] they were kind enough to let us run on their animal, they, since we were running on their animal we had to run quick, so we had like, one shot to get this right. Everything worked perfectly, but then when we started acquiring the thermal images, hum, the noise in the thermal images was unlike anything that we’ve seen before. And so the filtering that was applied ended up really wiping out all the important thermal image part, all the important part of the thermal image, namely the heating, and just left the noise.”

⁷ "Lynn – Oh yeah [laughs]. If you're going to write a paper without pictures in it, uh... / Me – It doesn't make too much sense? / Lynn – Well I mean in the computational world they want to see the results. / Me – They want to see. / Lynn – They want to see, exactly, because, if you just describe it ... [A] picture says one thousand words, right? So if you see the picture, and things look like they're lining up ... You can say it converged with this rate, or it matched within five percent, ... in your head, it might sound good, but when you see the picture, and like things almost line up... Like when Luke shows his hum slices of the MRTI data, with his predicted data, they're like right on top of each other, then you're like: "Yeah" [laughs]. You know, it's even more powerful like, even if that is five percent, it's so much more powerful to see it actually on top, then just the number."

REFERÊNCIAS

- ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. *Da alquimia à química: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo*. São Paulo: Landy. 2001.
- BACON, Francis. *The new organon*. Cambridge: Cambridge University Press. 2000.
- BELLINI, Lígia. *Imagens do corpo e saber médico em Portugal no século XVI*. *Tempo*, v.10, n.19, p.27-42. 2005.
- CASSIRER, Ernst. *The individual and the cosmos in Renaissance philosophy*. Mineola: Dover. 2000.
- CHAZAN, Lilian. O corpo transparente e o panóptico expandido: considerações sobre as tecnologias de imagem nas reconfigurações da pessoa contemporânea. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.13, n.1, p.193-214. 2003.
- CHENE, Dennis. *Spirits and clocks: machine and organism in Descartes*. Ithaca: Cornell University Press. 2001.
- DALY, Tricia; BELL, Phillip. Visual abstraction and anatomy: pre- and post-modern imagery. *Visual Communication*, Thousand Oaks, v.7, n.2, p.183-198. 2008.
- DASTON, Lorraine; GALISON, Peter. The image of objectivity. *Representations*, Berkeley, v.40, p.81-128. 1990.
- DONATELLI, Marisa. *Da máquina corpórea ao corpo sensível: a medicina de Descartes*. São Paulo: EdUSP. 2000.
- FERRARI, Giovanna. Public anatomy lessons and the carnival: the anatomy theatre of Bologna. *Past and Present*, Oxford, v.117, p.50-106. 1987.
- HIRSCHAUER, Stefan. The manufacture of bodies in surgery. *Social Studies of Science*, London, v.21, n.2, p.279-319. 1991.
- KEMP, Martin; WALLACE, Marina. *Spectacular bodies: the art and science of the human body from Leonardo to now*. Berkeley: University of California Press. 2000.
- KLESTINEC, Cynthia. A history of anatomy theaters in sixteenth-century Padua. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, New Haven, v.59, n.3, p.375-412. 2004.
- KNORR-CETINA, Karin; AMANN, Klaus. Image dissection in natural scientific inquiry. *Science, Technology and Human Values*, Thousand Oaks, v.15, n.3, p.259-283. 1990.
- LATOUR, Bruno. Drawing things together. In: Lynch, Michael; Woolgar, Steve (Org.). *Representation in scientific practice*. Cambridge: MIT Press. p.19-68. 1990.
- LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará. 1997.
- LYNCH, Michael. The externalized retina: selection and mathematization in the visual documentation of objects in the life sciences. In: Lynch, Michael; Woolgar, Steve (Org.). *Representation in scientific practice*. Cambridge: MIT Press. p.153-186. 1990.
- LYNCH, Michael; WOOLGAR, Steve. Introduction: sociological orientations to representational practice in science. In: Lynch, Michael; Woolgar, Steve (Org.). *Representation in scientific practice*. Cambridge: MIT Press. p.1-19. 1990a.
- LYNCH, Michael; WOOLGAR, Steve. *Representation in scientific practice*. Cambridge: MIT Press. 1990b.
- MONTEIRO, Marko. Beyond the merely visual: interacting with

- digital objects in interdisciplinary scientific practice. *Semiotica*, Berlin, n.181, p.127-147. 2010.
- MONTEIRO, Marko.
Representações digitais e interação incorporada: um estudo etnográfico de práticas científicas de modelagem computacional. *Maná. Estudos de Antropologia Social*, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.529-556. 2009.
- MONTEIRO, Marko; KEATING, Elizabeth.
Managing misunderstandings: the role of language in interdisciplinary scientific collaboration. *Science Communication*, Thousand Oaks, v.31, n.1, p.6-28. 2009.
- ORTEGA, Francisco.
O corpo incerto: corporeidade, tecnologias médicas e cultura contemporânea. Rio de Janeiro: Garamond. 2008.
- ORTEGA, Francisco.
O corpo transparente: visualização médica e cultura popular no século XX. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.13, supl., p.89-107. 2006.
- ORTEGA, Francisco.
Corpo e tecnologias de visualização médica: entre a fragmentação na cultura do espetáculo e a fenomenologia do corpo vivido. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.237-257. 2005a.
- ORTEGA, Francisco.
Fenomenologia da visceralidade: notas sobre o impacto das tecnologias de visualização médica na corporeidade. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.21, n.6, p.1875-1883. 2005b.
- PASVEER, Bernike.
Representing or mediating: a history and philosophy of X-ray images in medicine. In: Pauwels, L. (Ed.). *Visual cultures of science: rethinking representational practices in knowledge building and science communication*. Hanover: Dartmouth College Press. p.41-63. 2006.
- PAUWELS, Luc (Ed.).
Visual cultures of science: rethinking representational practices in knowledge building and science communication. Hanover: Dartmouth College Press. 2006.
- PRASAD, Amit.
Making images/making bodies: visibility and disciplining through magnetic resonance imaging. *Science, Technology and Human Values*, Thousand Oaks, v.30, n.2, p.291-316. 2005.
- SAWDAY, Jonathan.
The body emblazoned: dissection and the human body in Renaissance Culture. New York: Routledge. 1995.
- SHAPIN, Steve; SCHAFFER, Simon.
Leviathan and the air-pump: Hobbes, Boyle and the experimental life. Princeton: Princeton University Press. 1985.
- THACKER, Eugene.
Performing the technoscientific body: realvideo surgery and the anatomy theater. *Body and Society*, Nottingham, v.5, n.2-3, p.317-336. 1999.
- VAN DIJK, Jose.
The transparent body: a cultural analysis of medical imaging. Seattle: University of Washington Press. 2005.
- VAN DIJK, Jose.
Bodies without borders: the endoscopic gaze. *International Journal of Cultural Studies*, Brisbane, v.4, n.2, p.219-237. 2001.
- VAN DIJK, Jose.
Digital cadavers: the visible human project as anatomical theater. *Studies in the History and Philosophy of Science*, Amsterdam, v.31, n.2, p.272-285. 2000.
- VESALIUS, Andreas.
De humani corporis fabrica. São Paulo: Ateliê Editorial. 1.ed., 1543. 2003.
- WILSON, Luke.
William Harvey's prelections: the performance of the body in the Renaissance theater of anatomy. *Representations*, Berkeley, v.17, p.62-95. 1987.

