

# Multidisciplinaridade no trato com Análise dos Movimentos: Uma Contextualização<sup>1</sup>

## *Multidisciplinarity at deal with Movement Analysis: A Contextualization*

Denise da Vinha Ricieri<sup>2</sup>

### RESUMO

Esta é uma revisão conceitual sobre a ciência de medir movimentos por meio de imagens, ou também chamada fotogrametria, e de como a fotografia tornou-se a moderna ferramenta de registros em saúde. O leitor encontrará a situação dessa ciência dentro da biomecânica, o histórico da fotografia, suas variadas aplicações nas ciências da saúde e, finalmente, uma reflexão sobre o futuro desse instrumento na ciência do movimento.

#### Palavras-chave:

Fotogrametria, movimento, saúde.

### ABSTRACT

This is a conceptual review about that science of measure movements by images, or also called photogrammetry, and about how the photography become a modern tool of health records. The lector will find here the place of this science inside of Biomechanics, the history of photography, its various applications on health sciences and, finally, a reflection about the future of this instrument in movement sciences.

#### Keywords:

Photogrammetry, movement, health.

### INTRODUÇÃO

Para uma grande parte dos profissionais que atuam na atenção à saúde, argumentar sobre processos matemáticos e mecânicos pode soar como um sofisma crêdulo (EFSTATHOPOULOS et. al., 2001; Del POBIL e MARTINET, 2003), caso o tema central não lhes seja de todo familiar, muito mais habituais que estão aos enquadramentos biólogos dos fenômenos com os quais lidam no dia a dia, particularmente os exames de imagem (KAUCZOR et. al., 2001).

Dar início a uma apresentação geométrico-analítica acerca da mensuração de variáveis fotogramétricas, sem que antes seja claramente estabelecida nomenclatura e parâmetros de balizamento para definições básicas, poderá distorcer o fim da Biofotogrametria, como instrumento, para uma Torre de Babel mecânico-biologista, desprovida da merecida compreensão aprofundada e, por decorrência, esvaziada de interesse clínico.

Mais do que em outros tempos, a multidisciplinaridade emerge como requisito indispensável para análises complexas de fenômenos biológicos ou de qualquer outra natureza. A necessidade de convergência entre conhecimentos e pesquisadores de áreas diferentes é imprescindível para que as diferentes áreas do saber sejam abrangentes o suficiente para compreender a notável contribuição de cada uma no desvendar dos mistérios da organização e manifestação motora (MELO & SANTOS, 2000).

A palavra movimento é uma das muitas heranças da Grécia antiga, de seus pensadores e homens da ciência, segundo os quais exprime a realização daquilo que existe em potencial no ser humano. Sob essa visão, a aprendizagem, a cura, o

crescimento e o envelhecimento seriam então, realizações de potencialidades, ou movimentos (RICIERI, 2000). Pela lógica aristotélica, todo movimento demanda um estudo detalhado para a compreensão da parte movente e do motor que o gera; dessa lógica derivou, historicamente, o interesse pelo estudo do movimento (RICIERI, 2000).

Um gesto não é um fenômeno isolado, mas uma reação controlada, um fenômeno intrínseco e integrado ao corpo que o gera, e ao meio que o cerca. A avaliação biomecânica do gesto humano permite a análise dos graus de habilidade ou destreza na execução de determinada tarefa, ao que se denomina desempenho (AMADIO, 1999). No exame físico em Pneumologia Pediátrica, por exemplo, a morfologia torácica, a postura e as variações nos contornos ósseos e/ou musculares são elementos passíveis de quantificação através da Biofotogrametria (RICIERI, ROSÁRIO FILHO & COSTA, 2008a).

Tomando o movimento como um fenômeno integrado, é possível conceber que o movimentar-se amplia limites através de processos de decisão e controle, se o gesto for voluntário. Assim, desta relação entre o controle e o gesto, tendo como ponto de análise o exame físico respiratório pediátrico, surgem inúmeras possibilidades de exploração em estudos que integrem processo, origem, objetivo, aprendizagem, desenvolvimento, normalidade e anormalidade dos movimentos respiratórios e as implicações por ele determinadas em suas variações vicariantes, como na asma (RICIERI, ROSÁRIO FILHO, COSTA, 2009). Sob esta égide, a descrição quantitativa do movimento de geometria toracoabdominal ou postural em crianças com disfunções respiratórias crônicas, ganha importância acadêmica e social, tomadas as possibilidades de estudo sobre as limitações físicas

1. Parte da Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente do Departamento de Pediatria da Universidade Federal do Paraná/UFPR (Dezembro, 2008).

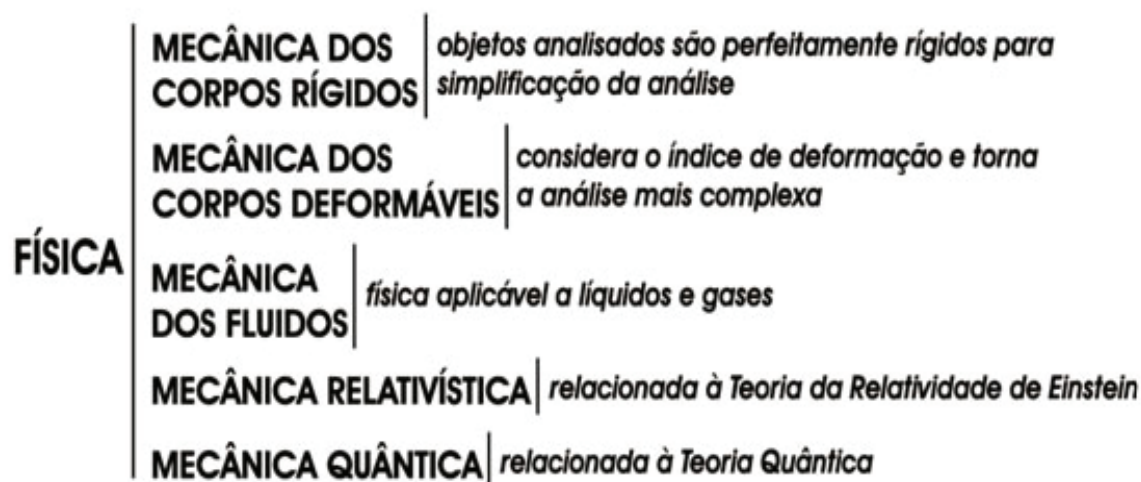
2. Fisioterapeuta, Doutora em Saúde da Criança e do Adolescente; Professor Adjunto da UFPR, Curitiba/PR; Desenvolvedora do processo Biofotogrametria para Análise Clínica dos Movimentos Funcionais.

Autor para correspondência: Denise da Vinha Ricieri  
E-mail: denise.ricieri@ufpr.br

(SILVA et. al., 2005) e funcionais (LAMAR FILHO et. al., 2001; PIANOSI & DAVIS, 2004) que delas decorrem.

A história da Biomecânica é rica em exemplos de obstinação dos pesquisadores em busca de informações, teorias e instrumentos de medidas que tornassem suas premissas fundamentações úteis à aplicação nas mais diferentes áreas do conhecimento humano. Por derivar das Ciências Físicas, aplicadas às funções corporais, a Biomecânica é uma ciência

relativamente recente (MARCHIN, 1969; KUMMER, 1970) como área específica do conhecimento. Ramo da Mecânica na Física (Figura 1), a Biomecânica estruturou-se como uma vertente da chamada Mecânica Dos Corpos Rígidos, onde os objetos analisados são considerados como perfeitamente rígidos para simplificação da análise (AMADIO, 1999), tornando possível o intercâmbio entre tecnologias e conhecimentos na área do movimento normal e anormal.



**Figura 1:** Esquema ilustrativo das divisões das Ciências Físicas em seus ramos científicos, entre eles a Biomecânica ou Mecânica dos Corpos Rígidos.

A Biomecânica é, portanto, uma interface do conhecimento derivada das ciências naturais, que se ocupa com análises Físicas de sistemas biológicos o que, conseqüentemente, inclui a aplicação da Física nas análises de fenômenos e eventos do corpo humano, incluindo os movimentos (AMADIO, 1999).

É preciso lembrar que quantificar fisicamente movimentos e funções do corpo humano é uma conquista que se iniciou na antigüidade, com Aristóteles (384-322 a.C.) e estende-se até os tempos atuais, na decifração de muitos dos fenômenos biológicos ainda sem explicação cartesiana. Foi Aristóteles quem fez os primeiros relatos sobre o ato de caminhar, do Homem e dos animais, como uma conseqüência da ação dos membros inferiores e patas contra o solo, a partir de suas observações.

**“...o animal que se move faz sua mudança de posição pressionando contra o que está embaixo dele...”  
(ARISTÓTELES, “On the Motion of Animals”)**

As afirmações de Aristóteles deram origem às primeiras – e muitas – discussões sobre a veracidade da explicação, e geraram novas explicações possíveis para o fenômeno da deambulação humana. Essas só foram ratificadas quase dois mil anos depois, pela aplicação da terceira Lei de Newton. Mas a história ainda haveria que caminhar muito para transportar impressões observacionais visuais subjetivas em quantificação objetiva do gesto de caminhar, o que só foi possível a partir da invenção da fotografia.

---

## **SOBRE A INVENÇÃO DA FOTOGRAFIA**

---

“Escrever com a luz” é um fenômeno que desde a idade antiga desperta a curiosidade de filósofos e estudiosos pelos fenômenos da natureza interagindo com as ciências e a vida humana. De fato, a “*photographia*” (do grego “*photos*” = luz + “*graphos*” = escrever) não possui inventor único, ao contrário, representa uma síntese de várias observações e inventos desenvolvidos e divulgados em momentos distintos da história.

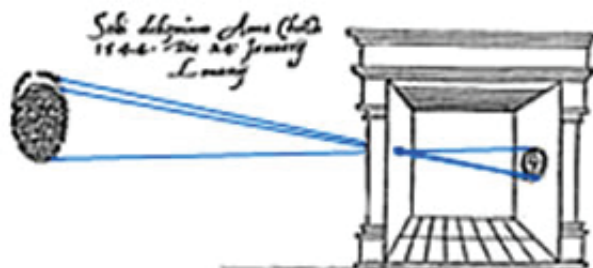
O mérito pelo desenvolvimento dos conhecimentos ópticos que deram origem às primeiras tentativas de “escrever com a luz”, ou “visão tecnicamente mediada” (MACHADO, 2002) divide-se, segundo os historiadores, entre o chinês Mo Tzu (século V a.C.) e o filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) (PORTAL SÃO FRANCISCO, 1998).

Observador nato dos fenômenos naturais, físicos e biológicos, de Aristóteles nasceu o relato de que, durante um eclipse parcial, a imagem do sol projetava-se no solo em forma de meia lua quando seus raios passavam por pequenos orifícios entre as folhas de uma árvore, sob a qual estava sentado. Ele percebeu ainda que, quanto menor o orifício entre as folhas, mais nítida a imagem (KODAK Website, 2007).

Após séculos de ignorância e superstições ocuparam a Europa sobre a mágica da imagem na câmara escura, o que fez

com que os princípios do conhecimento grego sobre as projeções de luz ficassem resguardados no oriente. Somente em princípios do século XI um erudito árabe, Ibn al Haitam (965 -1038) o Alhazem, descreveu e denominou “câmara obscura”, o que todos achavam ser magia.

Embora a primeira descrição da câmara escura tenha sido feita por Alzahem (KODAK Website, 2007), apenas no século XVI, em 1558, um cientista napolitano, de nome Giovanni Battista Della Porta (1451-1615), publicou uma descrição detalhada da tal câmara escura e de seus usos (Figura 2).

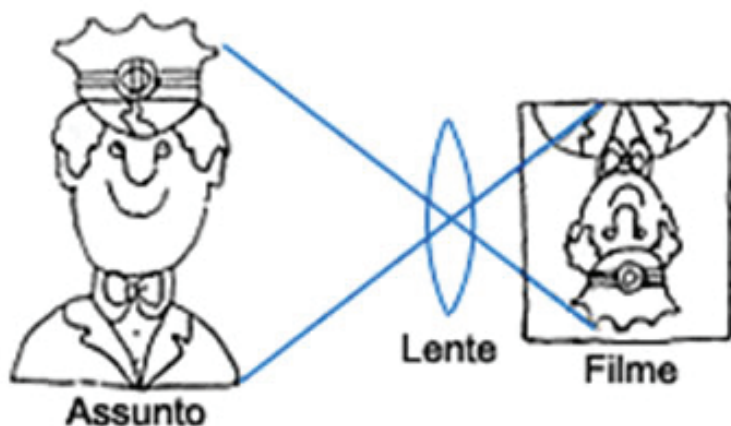


**Figura 2:** Descrição da câmara escura segundo Giovanni Battista Della Porta (1558). **Fonte:** Kodak Website (2007).

A câmara por ele descrita era um quarto refratário à luz, com um orifício de um lado e a parede oposta pintada de branco. Se um objeto era colocado diante do orifício, pelo lado de fora do quarto, sua imagem era projetada invertida sobre a parede branca (KODAK Website, 2007).

Na tentativa de melhorar a estrutura e os resultados obtidos pelo uso da câmara escura, alguns diminuíram o tamanho do

orifício, mas a imagem escurecia proporcionalmente, tornando-se quase impossível ao artista sua identificação. Este problema foi resolvido em 1550 pelo físico milanês Girolamo Cardano (1501-1576), que sugeriu o uso de uma lente biconvexa junto do orifício (Figura 3), o que permitiria aumentar a imagem, sem perder a nitidez, mantendo-a clara (KODAK Website, 2007).



**Figura 3:** Interposição de uma lente biconvexa ao complexo da câmara escura, sugerida por Girolamo Cardano (1550). **Fonte:** Kodak Website (2007).

A incorporação da idéia de Cardano foi efetiva graças à capacidade de refração do vidro, que convergia os raios luminosos refletidos pelo objeto, fazendo com que cada ponto luminoso do objeto correspondesse a um pequeno ponto na imagem. Assim, até hoje, a imagem formada nas câmeras são chamadas puntiformes, ou seja, formam-se ponto a ponto da luz refletida pelo objeto.

A câmara escura passou ainda por muitas melhorias e descobriram-se, para elas, inúmeras utilidades, como por exemplo, auxiliar no desenvolvimento de desenhos e pinturas. Difundiu-se entre intelectuais e artistas do século XVI, que logo perceberam a impossibilidade de obter nitidamente a imagem se os objetos captados pelo visor estivessem a diferentes distâncias da lente: ou se focava o objeto mais próximo, variando a distância da lente (ou foco), deixando todo o restante do cenário mais distante desfocado, ou vice-versa. Foi no livro de Danielo Brabaro (1568), “A prática da perspectiva”, que ele provou que, variando o diâmetro do orifício, era possível melhorar a nitidez da imagem. Com isso, a câmara escura foi novamente aprimorada, pela instalação de um sistema, junto à lente, que permitia aumentar e diminuir o orifício, ou seja, era inventado o primeiro “diaphragma” (do grego “di(a)” = movimento ou

passagem através de; “fragma” = cerca, paliçada, defesa) (KODAK Website, 2007).

Muitas outras idéias, aprimoramentos e modificações sucederam-se ao longo da história até o surgimento da câmara escura móvel, ou câmera fotográfica. Sabe-se que Leonardo da Vinci (1452-1519) fez uso desta ferramenta e deixou dela uma descrição minuciosa em seu livro de notas sobre “espelhos”, publicado apenas em 1797, muito tempo após sua morte (OLIVEIRA, 2006). Desta câmera, utilizada por tantos séculos, originou-se, ainda por agregação de idéias, as câmeras digitais, cada vez mais precisas e potentes, como aquelas que foram utilizadas no desenvolvimento de outra área da ciência: a cinematográfica.

### O paradoxo da arte bidimensional

O ser humano possui visão estereoscópica, ou seja, vê em três dimensões e pode diferenciar nas imagens que vê entre altura, largura e profundidade. Na Figura 4, é possível perceber que os prédios estão ao fundo, enquanto o rio está mais próximo da lente da câmera e que as torres à esquerda são mais altas que o prédio à direita (MARMION, 2008).



**Figura 4:** Imagem exemplo. **Fonte:** Jorge Marmion, Sampa Online (2008).

Mas, como afirmar que os prédios estão realmente ao fundo, se esta fotografia ou fotograma, é uma imagem bidimensional? Não há fundo, uma vez que o rio e os prédios estão exatamente no mesmo plano. No entanto é correto afirmar que os prédios estão na parte superior da fotografia e o rio na parte inferior, mas não que os prédios estão “ao fundo”. Este é o paradoxo da arte bidimensional (2D), como também ocorre

na pintura e na gravura, ou seja, representar um mundo tridimensional (3D) reduzindo-o a apenas duas dimensões, sem profundidade (MARMION, 2008).

Na antigüidade, os egípcios resolveram o problema sem muita complexidade (Figura 5): elaboravam representações de pessoas e do cotidiano em traçado puramente 2D, sem qualquer alusão à profundidade.



**Figura 5:** Representação gráfica de desenhos egípcios bidimensionais. **Fonte:** Jorge Marmion, Sampa Online (2008).

Muito mais tarde, os artistas descobriram o segredo para incluir uma impressão de tridimensionalidade em suas obras: enganar o cérebro empregando certos artifícios visuais. Esta não foi uma tarefa difícil, já que o cérebro tende a se basear em experiências anteriores e induzir o observador a “perceber” que

existe profundidade na imagem plana (MARMION, 2008). A estratégia de inclusão de tridimensionalidade pode ser exemplificado pela pintura “Diana e suas companheiras” (Figura 6) pintado em 1650 por Jacob Van Loo (1614-1670).



**Figura 6:** Pintura “Diana e suas companheiras”, por Jacob Van Loo (1650) **Fonte:** Jorge Marmion, Sampa Online (2008).

Analisando a pintura, percebe-se que a tridimensionalidade foi introduzida por Van Loo através de linhas invisíveis que fazem o cérebro pensar, por exemplo, que o cachorro à

esquerda está ao fundo do cenário retratado por possuir dimensões menores que aqueles personagens mais próximos do observador (Figura 7).



**Figura 7:** Tratamento óptico para inserção da impressão de tridimensionalidade na pintura “Diana e suas companheiras”. **Fonte:** Jorge Marmion, Sampa Online (2008).

Ao observar o quadro, tem-se a clara sensação que quanto mais à direita, mais próximos estão os personagens do cenário retratado, mas isso não passa de uma ilusão criada pelo artista: todos encontram-se no mesmo plano e é impossível que exista “perto” e “longe”, ou “frente” e “fundo”, por se tratar de um plano 2D. Mas é disso que trata a estratégia: iludir o cérebro do observador (MARMION, 2008).

### **Profundidade de campo**

O desafio da fotografia, incluindo as imagens para documentação médica, é o de reduzir um mundo 3D para ocupar uma imagem 2D. Com a transformação perde-se a dimensão profundidade, que pode ser reconstruída trabalhando-se apro-

priadamente na câmera através de estratégias que iludam o cérebro a perceber uma imagem como 3D. Um exemplo é o que se encontra abaixo (Figura 8), onde há uma linha de três bonecos, sendo que a primeira e a última estão fora de foco, enquanto os bonecos da segunda linha estão tão nítidos que é possível observar-lhes os detalhes.



**Figura 8:** Representação da propriedade de profundidade de campo em uma imagem. **Fonte:** Jorge Marmion, Sampa Online (2008).

A profundidade de campo é a região da área a fotografar que se deseja ficar nítida, desde que corretamente focalizada. Todos os elementos fora da área de nitidez, entre a lente da câmera e o fundo do ambiente ficarão, em maior ou menor

grau, for do foco (Figura 9), sendo que esta profundidade de campo pode ser regulada pelos recursos da câmera, de alguns centímetros a alguns metros (Figura 10).



**Figura 9:** Representação da propriedade de profundidade de campo em fotográfica. **Fonte:** Jorge Marmion, Sampa Online (2008).



**Figura 10:** Representação da variação da regulagem da profundidade de campo em uma<sup>F</sup> câmera fotográfica. **Fonte:** Jorge Marmion, Sampa Online (2008).

A importância desta propriedade fotográfica está no fato de ser um dos elementos essenciais para conferir à fotografia a impressão de tridimensionalidade. Ao desfocar propositalmente certas regiões da imagem, é possível induzir à percepção de que um objeto esteja mais distante, recriando uma experiência multidimensional. Com o passar dos anos, recursos, técnicas, estratégias, tratamentos na revelação dos filmes, tudo foi aprimorado e contribuiu para uma qualidade cada vez mais superior da fotografia analógica, até o surgimento da fotografia digital.

### *Da fotografia analógica à fotografia digital*

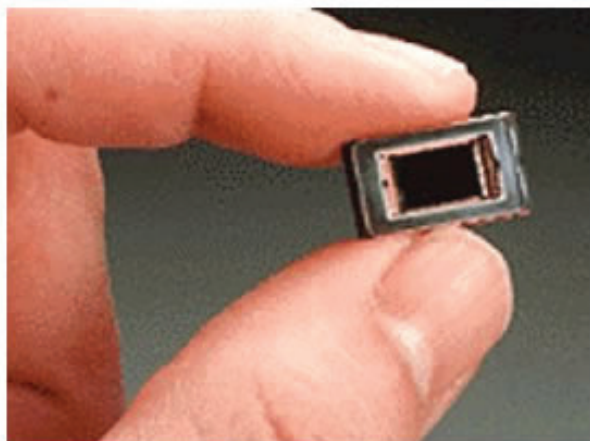
Até os tempos atuais, considerados os muitos séculos entre as primeiras tentativas de reproduzir imagens em câmaras escuras e o advento das câmeras fotográficas analógicas, o processo muito pouco evoluiu, permanecendo sobre os pilares dos princípios ópticos e formatos originais (OLIVEIRA, 2006).

No século XX, a fotografia passou ao grau de cento das atenções na imprensa mundial, cujas amplas reportagens fotográficas exigia um aumento na exigência dos profissionais do fotojornalismo por equipamentos e recursos mais leves e

ágeis. Esta demanda importante de mercado despertou interesse nos fabricantes para investimentos no setor, provocando uma renovação no mercado com o surgimento da fotografia digital, ao final dos anos 80 (OLIVEIRA, 2006).

No mercado de câmeras domésticas, a tecnologia digital foi disseminada em largas proporções (TOMMASELLI; HASEGAWA; GALO, 2000), e sua utilização em atividades métricas tem crescido devido à agilidade na coleta de dados e, principalmente, por dispensar o domínio completo e aprofundado sobre o processo de aquisição (GALO; TOMMASELLI; HASEGAWA, 1999).

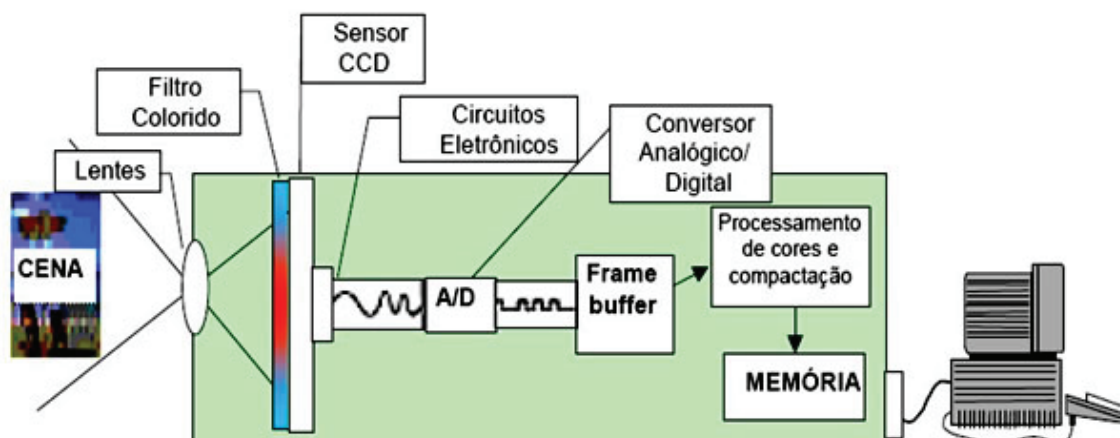
As câmeras digitais tornaram-se populares e acessíveis a partir da disseminação da tecnologia CCD na década de 80, quer pela redução dos custos, quer pelo aumento da confiabilidade em relação às antigas câmeras analógicas (GALO; TOMMASELLI; HASEGAWA, 1999). Os dispositivos de acoplamento de carga CCD (Figura 11) são, na verdade, circuitos integrados de silício usados como transdutores de imagem, ou seja, capazes de transformar uma forma de energia em outra, nesse caso, energia eletromagnética em energia elétrica. Estes circuitos são fabricados sob o formato de um conjunto matricial linear de células fotossensíveis (TOMMASELLI; HASEGAWA; GALO, 2000).



**Figura 11:**  
Exemplo de um sensor CCD de uma câmera digital.  
Fonte: Kodak website (acesso em: 05/05/2008).

A câmera é um sistema básico para coleta e armazenamento de imagens digitais. De modo geral, uma câmera digital contém um sistema de lentes, processadores, um aparato fotosensível – o chip CCD – e uma memória, para o armazenamento final da imagem (Figura 12). No CCD matricial, os pixels que formam uma imagem são criados por milhares de fotocélulas

microscópicas. Como cada câmera apresenta apenas um CCD, a captura de imagens coloridas é feita utilizando uma matriz de filtros RGB posicionada à frente do CCD. Após a exposição do objeto, as cores são interpoladas por processos computacionais internos (TOMMASELLI; HASEGAWA; GALO, 2000), formando a imagem final.



**Figura 12:** Esquema de uma câmera digital e seus componentes, no processo de captura da imagem. fonte: Tommaselli; Hasegawa; Galo (2000).

A evolução dos equipamentos de registro de imagem resultou na migração para a tecnologia digital, e a fotografia analógica começou a entrar em declínio, acabando com o fascínio exercido durante décadas pelos laboratórios fotográficos de revelação e ampliação, transformando a prática tão comum da fotografia analógica em algo primitivo.

A finalidade da fotografia médica não está relacionada ao resultado artístico da imagem, mas ao seu papel como documentação ou exame. Deve ser o mais real e nítida possível e considerar, na maioria dos casos, relações entre a métrica da imagem e a métrica real. Quando realizada de modo padronizado, a fotografia satisfaz plenamente sua finalidade como documentação científica, particularmente em relação à propriedade de reprodutibilidade (HOCHMAN; NAHAS; FERREIRA, 2005).

Na atividade científico-acadêmica, independente da especialidade médica, a documentação fotográfica viabiliza a transmissão de conhecimento e experiências entre um profissional e sua comunidade científica, e vice-versa (OLIVEIRA, 1980, HOCHMAN; NAHAS; FERREIRA, 2005). O acervo

fotográfico possibilita, ainda, estudos estatísticos específicos e análises da evolução científica de uma equipe profissional pelos resultados obtidos em seu serviço, por exemplo.

O emprego da fotogrametria em medidas corporais foi questionado sem muito sucesso (FARKAS et al., 1980; NECHALA; MAHONEY; FARKAS, 1999), posto que possui ao seu favor o fato de reduzir a margem de erro encontrada na antropometria ou na goniometria. Em outras palavras, ao medir alguma estrutura no paciente, de maneira direta, instrumentos rígidos como paquímetros, compassos, régua, goniômetros ou transferidores, podem deformá-la por compressão. Isso incorpora uma margem de erro representativa ao resultado final (HOCHMAN; NAHAS; FERREIRA, 2005; SACCO et al., 2007).

Sendo a fotografia um processo recente, sua manipulação merece regulamentação específica em todas as áreas de aplicação, de modo a evitar transtornos propositais ou involuntários (Figura 13). Além de impor menor desconforto e constrangimento para o avaliado, a fotogrametria possibilita o resgate da imagem ao longo do tempo, de modo seqüencial ou não, e

permite o acréscimo de medidas não consideradas em análises anteriores, ou mesmo, não pertinentes ao quadro clínico em evolução à época (HOCHMAN, NAHAS e FERREIRA, 2005). Por essa razão, médicos e profissionais da saúde podem adotar a

documentação fotográfica padronizada e de boa qualidade técnica como um acervo seguro e preservado ao longo do tempo, que permite revisões extemporâneas em busca de novas evidências, face à evolução das ciências médicas.



**Figura 13:** Ilustração satírica de manipulação inadequada de imagens médicas. **Fonte:** Adaptado de <http://nerdiano.blogspot.com/2007/10/super-nerd.html>.

Finalmente, para se atingir qualidade necessária na documentação fotográfica científica, deve-se cultivar organização e disciplina, além de manter atualizados os conhecimentos básicos em fotografia, as informações elementares sobre composição e tratamento de imagens, e as noções de computação gráfica (HOCHMAN, NAHAS e FERREIRA, 2005).

### Vantagens da Fotografia Digital

Recente evolução da fotografia analógica, a pesquisa espacial representa a principal responsável pelo advento da fotografia digital, pela necessidade de um sistema que enviasse imagens adquiridas pelos sensores remotos em diversos lugares do espaço e retransmitidas a Terra, via rádio. Esta evolução da fotografia trouxe novas possibilidades e muitas mudanças de hábitos para a sociedade moderna.

Na fotografia digital, as imagens não são capturadas por processos químicos, mas por meio de fotocélulas, e interpretadas computacionalmente em termos de matrizes binárias (x,y). As imagens são transferidas para uma memória virtual que as exibe em um monitor para posterior edição e/ou impressão, ou ainda, para transferência direta entre câmera e impressora, capaz de reconhecer os arquivos de imagens digitais (NEGRAES, 2007). A impressão final é cada vez mais impecável e de difícil diferenciação entre uma fotografia tirada por uma máquina 35 mm tradicional, utilizando filme fotográfico, daquela produzida por uma câmera digital.

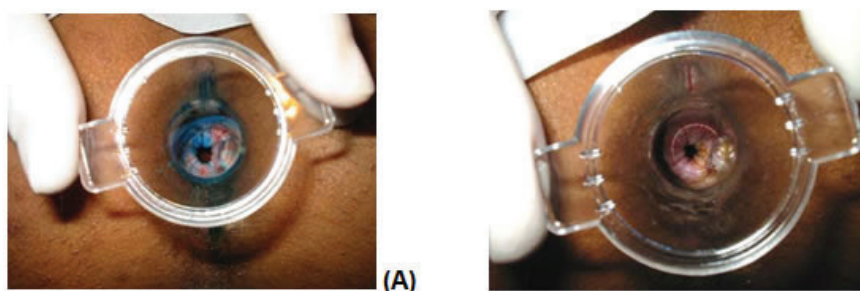
A diferença substancial ainda é o custo dos equipamentos digitais mais sofisticados, de última geração. A verdade é que as câmeras digitais estão incorporando controles sofisticados e

permitem recursos jamais sonhadas pelo antigo fotógrafo, como a visualização prévia da imagem e a possibilidade de apagá-la/refazê-la quantas vezes forem necessárias até que esteja definitivamente aprovada (NEGRAES, 2007).

Outra vantagem da fotografia digital foi a popularização de modelos, com recursos e controles mais limitados, um problema para fotógrafos mais experientes ou profissionais, porém com um marketing apelativo determinante: o preço final acessível à população comum. Assim, se a idéia for simplesmente produzir imagens para serem vistas na tela da câmera, ou em apresentações, ou ainda, para serem enviadas rapidamente pela Internet, as câmeras de baixo custo são as mais indicadas (NEGRAES, 2007).

Nas câmeras digitais mais sofisticadas, o panorama é outro, podendo mesmo rivalizar ou exceder, em alguns casos, imagens adquiridas por câmeras SLR 35mm tradicionais. Isso porque câmeras digitais com lentes intercambiáveis, e tantos controles quanto qualquer modelo reflex tradicional, já são realidade, como é o caso das Fuji FinePix SL-1 e SL-2, Nikon D100, Olympus E-20 e Cannon EOS D-60, entre outras (NEGRAES, 2007).

O mais importante neste contexto é que com os preços em queda desde o início do século XXI, os sensores de imagem – item mais caro desta tecnologia – vêm atingindo níveis tecnológicos satisfatórios, mesmo em câmeras comerciais, com recursos requeridos por fotógrafos amadores (NEGRAES, 2007). O reflexo desta (re)evolução tecnológica é que qualquer fotógrafo amador pode usufruir da qualidade de uma câmera digital para qualquer finalidade, inclusive iniciá-la no registro e análise de documentação médica (Figura 14).



**Figura 14:** Exame de anoscopia de alta resolução para infecção anal pelo HPV na forma subclínica: (A) com teste de azul de toluidina positivo; (B) com teste do ácido acético positivo. **Fonte:** Magi *et. al.*, 2006. Online: [www.sbc.org.br/revista/nbr264/p406\\_413.htm](http://www.sbc.org.br/revista/nbr264/p406_413.htm)



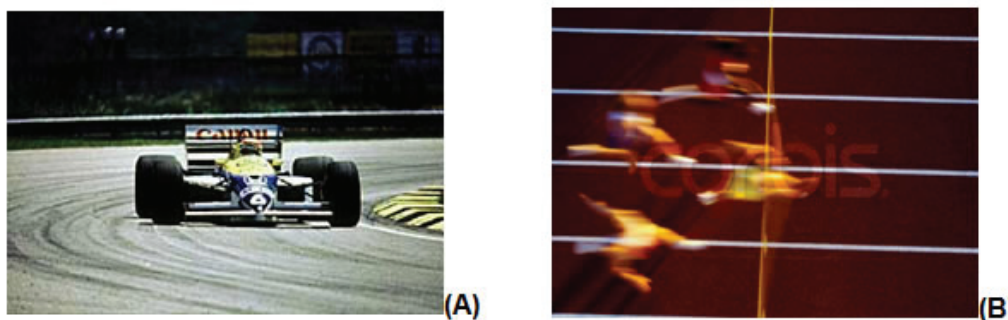
Câmeras digitais oferecem controles criativos, dependendo do leque de recursos que oferecem, permitindo o controle da luz e do movimento nas imagens adquiridas, e a seleção entre o que deve ou não aparecer com nitidez. De qualquer modo, independentes de sofisticados controles oferecidos pelas câmeras, os mesmos princípios básicos estão presentes, sendo possível controlar ou tirar vantagens de tais controles. Por exemplo, todas as câmeras digitais possuem um modo automático que determina o foco, a exposição e o balanço de cor (white-balance), restando ao fotógrafo apontar a câmera e apertar o botão de disparo (NEGRAES, 2007).

Para imagens em movimento, o dispositivo principal é o obturador, que mantém a luz longe do sensor, exceto durante uma exposição para aquisição de imagem. Quando se abre para permitir a entrada da luz que atinge o sensor de imagem, o período de tempo em que permanece aberto afeta tanto a exposição da imagem, quanto a forma final da aquisição da imagem referente ao movimento. Velocidades baixas da exposição do obturador permitem que a luz atinja o sensor de imagens por mais tempo: a foto fica mais brilhante, porém pode ficar igualmente mais tremida; velocidades mais baixas permitem menos tempo de

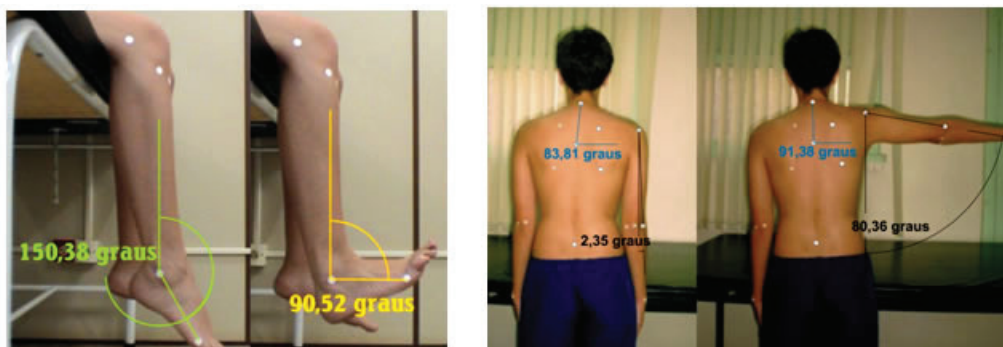
exposição à luz, resultando numa foto mais escura, mas com menos chances de tremor (NEGRAES, 2007).

Se uma imagem em movimento aparece mais nítida ou tremida, tudo depende da propriedade de velocidade do obturador: entender a velocidade do obturador é vital quando se pretende que um objeto apareça nítido ou tremido na fotografia. Nas câmeras digitais, a seleção de exposição é automática, embora em alguns casos uma série de ajustes é permitido, mas somente nos modelos mais complexos.

Assim, para que não haja adulteração da imagem, artefato que ocorre sempre que a velocidade do obturador da câmera é inferior ao dobro da velocidade da imagem (Figura 15), registro de imagens em movimento necessitam de uma de duas condições: (1) que as câmeras possuam recursos mais potentes relativos principalmente à velocidade do obturador, como de 1/100 até 1/15, o que encarece o equipamento; (2) ou que a velocidade do movimento que se deseja registrar não possua alta velocidade, como os movimentos funcionais humanos, particularmente nas condições de recuperação funcional de traumas e cirurgias (Figura 16).



**Figura 15:** Atividade do obturador na aquisição de imagens em movimento: (A) obturador de alta velocidade, permitindo a captura de uma imagem nítida e sem tremores de um carro em alta velocidade; (B) obturador de baixa velocidade, adquirindo uma imagem com um traçado, ou seja, entre a abertura e o fechamento do obturador, o objeto estava em posições diferentes gerando um borrão no sentido do movimento. **Fontes:** Figura A (NEGRAES, 2007); Figura B (CORBIS, online: [www.corbis.com.br](http://www.corbis.com.br))



**Figura 16:** Movimentos de avaliações físico-funcionais cujas imagens foram adquiridas por câmeras comerciais, sem recursos especiais para velocidade do obturador. Note-se que para movimentos realizados em um exame físico, a configuração comercial de uma câmera digital é suficiente para capturar com nitidez os detalhes necessários ao julgamento diagnóstico. **Fonte:** Arquivo pessoal da autora.