

A PERSPECTIVA EXATA E O DESENVOLVIMENTO DA GEOMETRIA ÓTICA.

Julio Roberto Katinsky
USP - Brasil

(encaminhado em setembro de 2001)

Resumo

Este texto propõe a “perspectiva exata” de Brunelleschi e Alberti como a passagem do conceito euclidiano de geometria dos sólidos para o espaço tridimensional cartesiano. Discute também a ideologia nacionalista germânica presente no livro de Erwin Panofsky “A Perspectiva como forma simbólica”, no qual a perspectiva exata é por ele definida como convenção anti-euclidiana, ou mero recurso retórico italiano.

Abstract

This paper proposes the exact perspective as a passage between the Euclidean concept of Geometry of solids and the Cartesian tridimensional Space. It also argues over the German Nationalist ideology presented in “Die Perspective als symbolische Form” by Erwin Panofsky (portuguese translation) in which he defines the “Italian perspective” as an Anti-Euclidean convention, or mere Italian rhetoric proposition.

A Perspectiva exata, descoberta florentina do século XV, neste ensaio, é apresentada como ponto de inflexão entre a ciência clássica e medieval e a ciência moderna, já anunciada no 2º quartel do século XIII, por Pierre de Marincourt em sua epístola sobre os magnetos. Com efeito, o referido "mestre de fortificações", ao redigir sua comunicação a um colega, mostra claramente o caráter experimental de suas demonstrações sobre as propriedades dos magnetos, abandonando o recurso das descrições e coleções de observações de autores anteriores que tivessem tratado do tema, como era comum nos eruditos escritos medievais. E não escondeu que seu estudo dos magnetos estava sendo perseguido devido à necessidade de se ampliar o conhecimento em torno da bússola, instrumento ainda pouco conhecido e primitivo, mas que já se anunciava de enorme interesse para os fins práticos de navegação e orientação astronômica.

Analogamente, a perspectiva exata, pela primeira vez descrita pelo arquiteto e erudito Leone Battista Alberti em 1436 em seu *Della Pittura*, propôs problemas inteiramente novos para os pintores mas também para os "filósofos de natureza" da época, de tal ordem que do ponto de vista físico, se reconheceu uma "ótica dos pintores" *prospettiva pingendi* diversa da ótica, disciplina auxiliar da astronomia.

Por outro lado, também a geometria antiga não necessitava senão uma geometria dos sólidos, sem recorrência explícita e obrigatória à geometrização do espaço, como será necessário no universo pós-cartesiano e como acentua Albert Einstein ao sublinhar os conceitos de tridimensionalidade em Euclides e Descartes.

Pela elegante exposição, não me furto a citá-lo. Como é sabido, todo o trabalho científico de Einstein pode ser considerado como uma reflexão contra os *a priori* Kantianos de espaço e tempo absolutos, sendo sua concepção *dos conceitos*, claramente exposta rigorosa e estritamente histórica, apoiada numa *empirie* que, eu arriscaria dizer, se beneficia não somente de indivíduos, mas da coletividade humana. Nesse sentido os conceitos são sempre provisórios, e evolutivos. Portanto, nossos conceitos atuais não passam dos elos que se ligam ao passado e preparam os conceitos, mais abrangentes, do futuro. Mas o trecho em questão, que é um fragmento de um ensaio sob o título de *Le Problème de l'espace, de l'ether e du champ physique*, vai aqui transcrito de acordo com a edição francesa:

"Envisagé sous l' experience sensible, le développement de ce concept parait, selon ces brèves notations , pouvoir être représenté par le schéma suivant: objet corporel - relations de positions d' objets corporels- intervalle-espace. Selon cette manière de procéder, l'espace s'impose donc comme quelque chose de réel, exactement comme objets corporels.

Evidemment, dans le monde des concepts extra scientifiques, le concept d'espace a été pensé comme le concept d'une chose réelle. Mais la mathématique euclidienne ne définissait pas ce concept comme tel, elle préférait utiliser exclusivement les concepts d'objets et les relations de position entre les objets.

Le point, le plan, la droite, la distance représentent les objets corporels idéalisés. Toutes les relations de position sont exprimées par les relations de contact (intersections de droites, de plans, positions de points sur les droites etc). Dans ce système de concepts, l'espace en tant que continuum n'est jamais envisagé. Descartes, le premier, introduit ce concept en décrivant le point dans l'espace au moyen de ses coordonnées. Ici seulement nous voyons la naissance des formes géométriques et nous pouvons les penser en quelque sorte, comme des parties de l'espace infini conçu comme un continuum a trois dimensions.

La grande force de la conception cartésienne de l'espace ne reside pas exclusivement dans le fait qu'elle place l'analyse au service de la géométrie. Le point essentiel, je le vois ici: la géométrie des grecs privilégie les formes particulières (droite, plan) dans la description géométrique. Et ainsi d'autres formes (l'ellipse par exemple) ne lui sont réellement intelligibles que parce qu'elle les construit ou les définit à l'aide de formes comme le point, la droite et le plan. Dans le système cartésien, en revanche, toutes les surfaces par exemple sont données en principe équivalentes sans accorder une préférence arbitraire aux formes linéaires dans la construction de la géométrie.

Dans la mesure où la géométrie est intelligible comme doctrine des lois de la proposition réciproque des corps pratiquement rigides, elle doit être jugée la partie la plus ancienne de la physique.

Elle a pu apparaître, comme on l'a déjà souligné, sans le concept d'espace en tant que tel, puisqu'elle pouvait utiliser avec bonheur les formes idéales corporelles, telles le point, la droite, le plan et la distance. En revanche la physique de Newton exige la totalité de l'espace, au sens de Descartes".

(Einstein A - Comment je vois le monde - Paris - Flammarion - 1999).

O próprio Aristóteles só concebe o espaço como *lugar*, isto é, relação entre sólidos. Podemos dizer, apoiados em Einstein, que Aristóteles é solidário - mas também prisioneiro - da concepção geométrica "euclidiana", mesmo considerando que ele é bastante anterior a Euclides. Pois Euclides, por sua vez, é o coroamento de uma grande sequência de "geômetras e físicos" gregos a começar por Tales de Mileto.

De uma outra maneira mais modesta, em estudo publicado na Espanha sobre a perspectiva exata, eu chamei a atenção sobre uma característica da maneira como o geômetra grego resolvia (e resolve) os problemas da geometria dos sólidos: decompondo o problema do sólido em planos, aí resolvendo o problema e, por adição recompondo o sólido. E assim, os geômetras gregos irão estudar minuciosamente as *cônicas* (circunferência, elipse, parábola e hipérbole), como secções planas do cone. (ver Katinsky – 2000).

Ou seja, rigorosamente, nem se coloca uma *Geometria no Espaço* euclidiana: ela é antes de tudo, uma *Geometria dos Sólidos*. Essa concepção é verdadeira até mesmo para Arquimedes, talvez o maior geômetra da História. E nosso pequeno conhecimento da geometria praticada na Idade Média, principalmente físicos árabes, sucessores e herdeiros da geometria e ótica bizantina não nos autoriza a vê-los diferentemente: são euclidianos pois reduzem o problema do estudo da irradiação luminosa no espaço a retas no plano, mesmo ao estudar os dióptros. Como então os gregos e romanos representavam o espaço na pintura? A maneira mais avançada para eles era representar dois objetos ou seres no mesmo plano, estabelecendo uma representação de distância entre eles, ou seja, o vazio se articula com os dois objetos. É o que

se vê nas "*Nupcias Aldobrandinas*" por exemplo, ou nas pinturas pompéianas da Vila dos Mistérios. Daí que há uma profusão de frisos na pintura e estatuária grega e romana onde se representam cenas, às vezes, bem movimentadas. Também nos vasos o procedimento é o mesmo. Lembro, somente para fixar as idéias, a representação de Aquiles e Patroclo jogando damas. Ou seja, cada objeto tendo um ponto de vista próprio, não existe possibilidade de unificação no mesmo quadro a não ser pelo prévio conhecimento da cena representada, ou seja, o vínculo não é visual mas ideológico. Por isso as figuras mais importantes serão representadas maiores que as figuras secundárias: no *Laocoonte* seus filhos têm a metade de sua altura.

Voltando aos *frisos*, não só a pintura, o baixo e o alto relevo greco-romanos são herdeiros de praticas egípcias e mesopotâmicas como, por sua vez, essas civilizações somente sistematizaram práticas que nós identificamos em pinturas parietais pré-históricas. Por que razão - e essa, a pergunta primeira que devemos fazer - a pintura européia vai perseguir os procedimentos já utilizados na cultura greco-romana e conservados cuidadosamente no Império Romano do Oriente, espalhando-se daí por toda a Europa? Por que podemos fazer o exame de uma pintura holandesa do século XV, por exemplo, Van Eick, utilizando os mesmos procedimentos já verificados nas pinturas de Giotto, 150 anos anteriores seja em Assis, Padova ou Florença.

E aí a pergunta complementar. Por que na Itália se chega primeiro à perspectiva exata, antes dos pintores transalpinos? A meu ver, por que esses pintores, em geral autores de afrescos, libertam-se primeiro das peias corporativas, invadindo outras atividades profissionais, mas por outro lado sendo obrigados a adquirir conhecimentos e leituras distantes do estrito tirocínio profissional de pintores. Essa constatação é tão válida para Giotto, como para Brunelleschi (sem falar de Alberti, obviamente) ou Leonardo, num arco de mais de 200 anos, sendo todos, ou quase todos, além de pintores, escultores, arquitetos e mesmo engenheiros militares, tudo ao mesmo tempo. Fenômeno que não parece ocorrer nos Países Baixos.

Poderíamos dizer que a geometria cartesiana vai estudar as cônicas com um critério oposto: referenciadas aos três eixos do espaço único e "absoluto" de Newton. Nesse sentido esses estudos sobre a perspectiva somente pretendem evidenciar uma etapa intermediária e necessária, entre a física e geometria gregas e a física e geometria modernas. Mesmo se depois de Planck e Einstein o *espaço* e o *tempo* deixam de ser categorias absolutas.

Contrariando portanto os historiadores de arte considero a perspectiva exata o corolário de um trabalho de mais de quatrocentos anos localizado na Europa, mergulhando já nas pinturas e iluminuras medievais, mas não se referindo nem a pintura como imaginaram os acadêmicos do século XIX, nem à arquitetura, - "recurso técnico" - como quer Argan. Esses estudos apontam a perspectiva exata para uma *descoberta científica* e seu local

adequado situa-se entre a passagem necessária entre a geometria e ótica euclidiana e a geometria e ótica cartesiana, usando a terminologia de Einstein.

É claro que o aporte da nova mecânica é essencial, bem caracterizada já no século XIII, por Pierre de Marincourt, que Einstein no ensaio citado não deixa de assinalar tanto com Galileu como com Newton. Mas é inegável que toda a geometria projetiva só seria possível com as descobertas de Brunelleschi. Aliás é o que podemos fazer: utilizando a geometria projetiva para provar a precedência da pesquisa ótica do arquiteto florentino, em relação ao procedimento exclusivamente geométrico de Alberti. Por essa razão, não posso concordar com o estudo de Panofski *A perspectiva como forma simbólica*. Não se pode aceitar a interpretação de Panofsky pela simples razão de que ele parece eleger a perspectiva renascentista como a forma paradigmática de representação do espaço tridimensional em duas dimensões, quando o máximo que se poderia sugerir é que se trata de uma representação do espaço entre outras como por exemplo o friso romano ou grego. Ora, seu ensaio inicia-se com uma definição de Dürer sobre a "perspectiva exata" ou florentina, quando o eminente artista alemão estava tentando "traduzir" para seus discípulos conceitos absorvidos em suas viagens à Itália. Partir da definição de Dürer, que pressupõe uma visão de totalidade, é, a meu ver, uma petição de princípio, pois parte do conceito que se quer provar, ou seja, parte-se de uma definição de visão unitária, para tentar provar a passagem de uma visão ainda fragmentada da realidade, para essa visão unitária. Daí a tentativa de aplicação de um esquema unitário para as pinturas antigas, romanas e medievais, com aquelas considerações sobre as distorções periféricas - que nunca foram aplicadas aos frisos, diga-se de passagem - e as *correções óticas* o que não se verifica senão para objetos isolados como a *êntase* das colunas, preocupação que corresponderia muito mais a um teórico renascentista do que a um construtor de templos romano ou grego. Daí, a conclusão em caracterizar a perspectiva exata como uma correção arbitrária e independente de qualquer consideração verdadeiramente científica da realidade, reduzindo-a a uma simples convenção linguística *forma simbólica*. Ora, todas as convenções linguísticas são aproximações adequadas à prática social e sujeitas às vicissitudes do momento em que foram formuladas.

Esquema perspectivo da “Madona de Lucques”

A-Ponto de encontro do piso com as paredes.

F-Ponto de encontro do estrado.

M-Ponto de encontro das linhas externas da tapeçaria (franja).

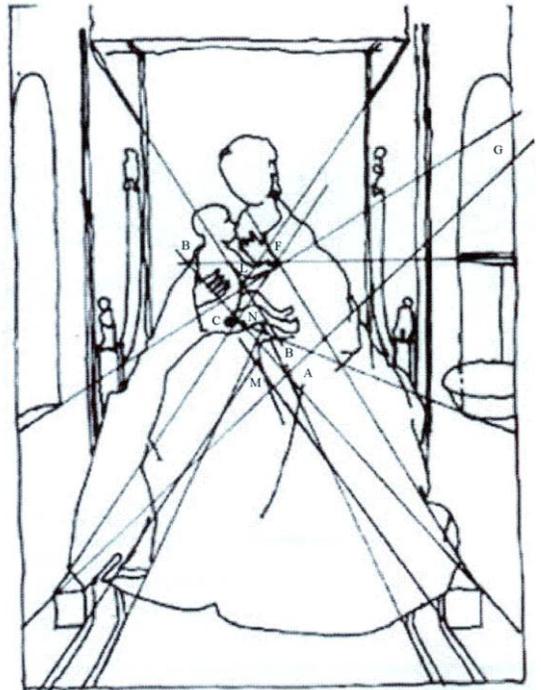
N-Ponto de encontro das linhas internas da tapeçaria (franja).

C-Ponto de encontro da parede direita (piso), com a parte inferior do nicho direito.

B-Ponto de encontro da prateleira direita com a linha do piso da parede direita.

G-(Fora do quadro) – Ponto de encontro da linha do piso (parede esquerda) com a linha do parapeito da janela esquerda.

L-Ponto de encontro das linhas do dossel sobre a virgem.



A Madona de Lucques (c1437)

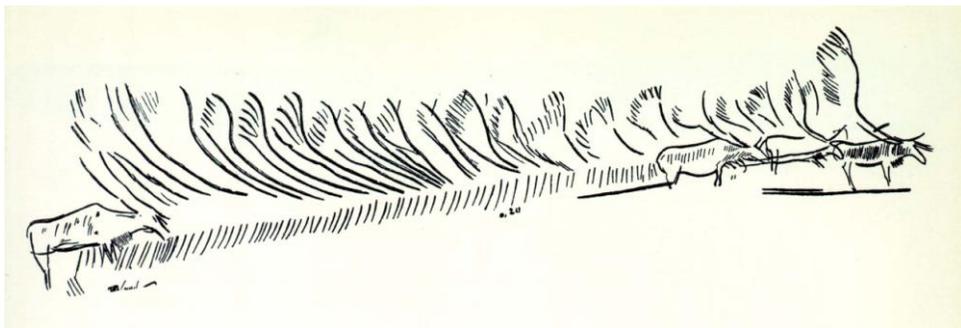
Jean Van Eyck – segundo Lassigne – Jacques.

Le peinture Flamande – Le siècle de Van Eyck,
Geneve – Skira, 1957.

Esquema perspectivo da “Madona de Lucques

Jean Van Eyck, talvez o mais conhecido pintor flamengo do século XV, é quase contemporâneo do livro “Da Pintura” de Alberti, no qual a “perspectiva exata” florentina estava sendo divulgada. Mas desse ângulo, Van Eyck é mais próximo de Giotto que dos pintores italianos contemporâneos. (Ver esquema construído sobre esse quadro)

Os pintores e iluministas medievais, a partir do século XII, vão gradativamente abandonando os procedimentos e convenções representativas lineares dos objetos e conservados pela civilização romana ocidental e oriental nos quais sobressai um ponto de vista para cada objeto e às vezes partes significativas de um mesmo objeto ganham autonomia, como uma janela ou nicho em uma parede. Desenho Katinsky.



Fila de Renas
Gravura sobre osso - Comprimento total 20 cm.
Dordogne.
Do livro - Arte prehistórico
Bandi e Maringuer (org)
Balê - Holbein - 1952.

A representação da manada de renas, que pressupõe uma grande paisagem vai ser, como recurso técnico, utilizada até nas histórias em quadrinhos do século XX.



Cervos fugindo, com peixes.
Gravação em ramagem de cervo - comprimento total 23 cm.
Do livro - "Arte prehistorico".
Bandi e Maringuer (org.)
Balê - Holbein - 1952

Tudo indica que se trata da travessia de um curso d'água. Milhares de anos depois, os egípcios representavam cenas de caçadas em meio aquático, com figuras humanas entremeadas com peixes.



Stela de Niptah
Fim do Império Médio (Século XVIII a.C.)
Do livro "Egyptian Treasures"
Francesco Tiradritti (ed.)
New York - Harry N. Abrams - 1999.

A pintura completa, com 30 cm de comprimento representa Niptah, sua esposa e seus dois filhos. A representação do espaço é conseguida pela distância entre as figuras. Todas à mesma distância do observador.



Casa dei Vetti - Friso da produção de vinho do livro "Pompei" de Pier Giovanni Guzzo e Antonio d'Ambrosio.
Napoli - Electa - 1998.

Podemos dizer que a maneira mais corrente de representar um espaço homogêneo no período clássico era através de "frisos", com suas figuras fixadas no mesmo plano, e cuja origem como recurso técnico remonta à pré-história.



Templo de Isis - Afresco.
Do livro "Pompei" de Pier Giovanni Guzzo e Antonio d'Ambrósio.
Napoli - Electa - 1998.

Essa pintura pompeiana mostra como cada objeto tem seu próprio ponto de fuga sem uma ordem a não ser ideológica. Observe-se que, no caso do fragmento de arquitetura, cada trecho tem seu próprio ponto de vista, como Van Eyck vai proceder mil e quinhentos anos depois.

Assim, muito a propósito, podem ser entendidos, no modelo ptolomaico antigo, a fixação da terra em um ponto do espaço, o sol se movimentando em sua volta, os raios solares sendo concebidos como retas unilineares - e mais, sendo paralelos - como convenções arbitrárias, mas que permitiram a construção de *analemas*, com as quais se calculou com notável precisão para a época a trajetória anual do sol, de tal modo que a reforma Juliana do calendário, introduzindo na contagem do tempo as observações egípcias, deu-lhe uma permanência de 1600 anos, só necessitando alteração nos finais do século XVI, quando ainda nem mesmo o telescópio tinha sido inventado (refiro-me, é claro, à reforma Gregoriana, que vige até nossos dias). Note-se que o modelo astronômico com a terra fixa e sol orbitando em torno dela foi posto em dúvida na época mesma de sua reformulação por Aristarco de Samos.

As impropriedades do modelo ptolomaico de explicação dos movimentos celestes, não impediram que servisse para orientar ao longo dos meridianos os grandes navegadores europeus, fixando a posição relativa, em pleno mar oceano, das naves em relação à linha equinocial.

Eis porque não é possível aceitar a afirmação:

"Para garantir a existência de um espaço absolutamente racional, quer dizer, infinito, imutável e homogêneo, a "perspectiva central" lança mão de dois pressupostos tácitos mas fundamentais, a saber: vemos com um olho imóvel; a seção transversal plana da pirâmide visual pode ser tomada por uma reprodução apropriada da nossa imagem ótica". De fato, ambas as premissas dão corpo à abstrações bastante audaciosas da realidade, considerada aqui "realidade" como a genuína impressão óptica subjetiva" (p.32 da edição utilizada).

Não vejo porque ambas abstrações são mais audaciosas do que aquelas do astrólogo (e astrônomo clássico) construtor de *analemas*, ambas desmentidas pela ciência contemporânea: nem a luz é composta de raios unilineares (sem peso), nem o sol gira em torno da terra.

O espaço homogêneo renascentista, inicia a negação do espaço aristotélico, com sua dicotomia espaço sideral e espaço sublunar (sideral incorruptível, eterno e harmônico, o outro sublunar sujeito ao nascimento, deperecimento e morte, condições a que estão sujeitos os corpos vivos e mesmo o reino mineral).

As concepções aristotélica e euclidiana somente serão negadas no plano científico por Galileu em seu "*Nuncios Sidereos*".

Mas o "espaço infinito imutável e homogêneo" não é absolutamente racional, como aliás comenta criticamente Filarete, ainda que seja uma incipiente formulação do espaço absoluto cartesiano e newtoniano. É o que comenta o católico Pascal, com grande propriedade quando escreve: "*Le silence eternal des espaces infinis m'effraye*".

Mesmo porque nossas propostas de racionalização são sempre provisórias, ou ainda, o espaço racional renascentista é só mais preciso, mas não mais racional que o espaço romano ou medieval. A prova disso é que estudamos em momentos diferentes o *espaço euclidiano* e todos os espaços pós-euclidianos já propostos.

Assim no mesmo cap.I Panofsky afirma, com segurança, o seguinte:

"A óptica da Antiguidade que levou à concretização destas idéias após-se à perspectiva linear.

Também neste campo a teoria óptica da Antiguidade se ajusta melhor do que a perspectiva do Renascimento à estrutura factual da impressão óptica subjetiva. A óptica da Antiguidade entendia o campo de visão como uma esfera. Sustentava por isso que as grandezas aparentes (isto é as projeções dos objetos dentro desse campo de visão esférico) são sempre e exclusivamente determinados pela amplitude dos ângulos de visão, não pela distância a que os objetos estão do olho. Logo, a relação entre as grandezas dos objetos não se pode exprimir em medidas de comprimento simples, só pode ser expressa em graus de ângulo ou de arco. Já no oitavo teorema Euclides prevê e "anula" de forma explícita qualquer ponto de vista contrário. Afirma ele que a diferença aparentemente verificada entre duas grandezas iguais apercebidas de distâncias e sim pela proporção menos discordante, dos ângulos de visão". (p.37) op.cit.

O tradutor de Euclides para o francês, do século XX, Paul Ver Eecke, não é tão seguro, nem em relação ao teorema oitavo, nem em relação a precisão dos conhecimentos fisiológicos e visuais dos antigos.

Antes de apresentar sua versão da ótica de Euclides, devo lembrar que a afirmação grega é perfeitamente válida para objetos cuja distância do observador não é conhecida ou melhor, não pode ser medida diretamente. Como por exemplo, os corpos celestes. E é bom não esquecer que a ótica, nesse momento, é uma ciência auxiliar da astronomia, tendo pouca ou nenhuma relação quantitativa com a representação plana dos objetos, ou aquilo que nós chamamos perspectiva.

Isto quer dizer que comparar a perspectiva renascentista e suas relações métricas em relação ao quadro de representação e o observador com os teoremas de Euclides que se referem exclusivamente às proporções dos objetos - sem possibilidade de medida direta - e o observador como faz o autor na figura 4 (p.38), parece me incorreto. Mas, vamos aos comentários:

"La proposition VIII dit en termes moins clairs, que des grandeurs égales, situées a des distances inégales de l'oeil, n'apparaissent pas modifiées dans leur dimensions réelles en raison directe des distances, et la demonstration est faite au moyen de transformations successives de rapports inégaux de triangles à secteurs de cercles correspondants".
(p.XVIII-introduction) Paul Ver Eecke.

O mesmo autor, a propósito dos manuscritos que nos chegaram da ótica de Euclides e das edições sucessivas, até a ultima italiana de Giuseppe Ovio de 1918, observa o seguinte:

"L'analyse que nous venons de faire de L'Optique de Euclides, dans son texte original, nous montre d'abord que sa matière est en partie étrangère a la physique telle que nous la définissons aujourd'hui; ensuite que cette matiere ne correspond pas en totalité avec ce que la science moderne range sous le nom d'optique; car en dehors de considerations, erronés pour la plupart, sur la vision, de problémes de longimetrie et de propositions relatives à des apparences cinématiques, elle est plutôt du domaine de la perspective, et c'est sous ce non que le traité a été présenté par les premiers traducteurs. Quant aux propositions mêmes, elles sont certes entachés de certains erreurs découlant d'hypothèses fausses, attribuables à la physique plus spéculative qu'expérimentale des Anciens

Toutefois, lorsque les grands humanistes de la renaissance firent, renaître le génie de l'Antiquité en exhumant les manuscrits du tombeau des bibliothèques et, qu'après s'être attachés a donner les premières versions latines dès oeuvres littéraires et historiques des grecs, leur curiosité et leur zèle s'étendirent aux travaux astronomiques et mathématiques, les copies du texte original de l'optique d'Euclide et sa vieille version latine échappèrent à leur attention".
(p. XXIV, XXV e XXVI idem).

É, portanto, difícil de aceitar a afirmação de Panofsky de uma deliberada alteração do teorema 8 por parte dos tradutores renascentistas, porque eles não são conhecidos. Quanto à *visão esférica*, proposta pelo erudito alemão, em nenhum dos textos por mim lidos sugere-se uma concepção esférica da visão. Muito ao contrário, o tradutor considerado por exemplo, resume em poucas linhas as três concepções da visão da ciência grega.

A primeira, devido à escola de Pithagoras, consistia em supor um cone de raios saindo do olho e contornando o objeto visto, sendo o vértice do cone um ponto no olho. A segunda devido aos atomistas (Demócrito, Leucipo, Epicuro) supunha o inverso, ou seja os raios saiam do objeto e atingiam o olho através de um cone tendo sua base no olho e seu vértice no objeto. E a terceira devido a Platão que procurou congregar as duas, em seu ultimo livro Timeu (p.XII e XIII da Introd.).

Este resumo é endossado por Neugebauer. (p.894-op.cit)

Mas outro fato não desprezível, é que todos os tratados de ótica lidos nunca fazem a mais leve referência a imagens pintadas. Nem mesmo quando Euclides inicia o estudo das imagens refletidas em espelhos planos e curvos convexos e côncavos. Ou seja, a catróptica refere-se exclusivamente a imagens refletidas em espelhos, sendo os espelhos planos os que fornecem a lei da igualdade entre ângulo incidente e ângulo refletido. Mas aqui também podemos supor que se trata de fenômenos siderais antes de tudo pois, depois de Arquimedes, os espelhos, parece-me, foram estudados com o objetivo de construir “ espelhos ardentes” (também chamados espelhos ustórios), aproveitando as propriedades das parábolas para concentrar os raios solares, como arma de guerra.

Também na catóptrica euclidiana, os dois tradutores do século XX já citados, Ovio e Ver Eecke, exercem uma crítica rigorosa, mostrando como depois de Arquimedes esse ramo da ótica progrediu especialmente com o estudo da refração, sob Ptolomeu, tão importante para o rigor das observações astronômicas.

Mas, novamente, aqui cabe registrar dois fragmentos da introdução da tradução francesa, pois nos auxiliam a compreender o primeiro, a polêmica em torno da descoberta de Brunelleschi; o segundo, o plano incipiente dos estudos de fisiologia da visão entre os antigos:

“Les quatrième et cinquième définitions qui , au cours des propositions, seront appelées “ apparences”, admettent respectivement en d’autres, termes, que l’image d’un objet regardé dans un miroir plan n’apparaît pas au point de la surface réfléchissante sur lequel tombe la perpendiculaire amenée de l’objet sur cette surface et que l’objet regardé dans les miroirs convexes et concaves ne donne pas son image au point de la surface par où passe la droite menée de l’objet au centre de courbure. Ces deux postulats seront invoqués pour démontrer que l’image apparaît au delà des surfaces des miroirs, à une profondeur qui sera déterminée sur la perpendiculaire dans le cas du miroir plan et sur la droite reliant l’objet au centre dans les cas des miroirs convexes et concaves. Ces postulats ont toutefois donné lieu à une erreur dans les premières versions latines, du fait qu’elles ont interprété le text grec dans le sens inacceptable que l’image de l’objet regardé ne sera pas vu si l’œil offusque cet objet en étant posé sur la surface réfléchissante, au pied de la perpendiculaire tombant de l’objet, dans le cas du miroir plan et au point de passage de la droite menée de l’objet au centre de courbure, dans les cas des miroirs convexes et concaves. Cette erreur s’est malheureusement transmise avec beaucoup d’autres, sans remarques réprobatives, dans les traductions en langages vulgaires, et qui furent élaborées sur ces versions latines sans en référer autrement au texte grec”.

(p. XXX e XXXI introduction).

Esta, parece-me, a dificuldade maior que o arquiteto Brunelleschi teve de enfrentar, pois sua descoberta contrariava frontalmente essa errônea convicção. Mas devemos

reconhecer que o conjunto da catróptica euclidiana e mesmo de seus sucessores não estimulava a investigação da imagem nos espelhos vista de uma normal a esses espelhos.

O segundo texto transcrito é o que segue:

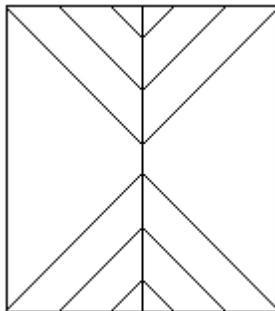
“La catroptique contient d’ailleurs plus d’erreurs que l’optique, ouvrage originale d’Euclide. Les propositions fausses que nous y avons signalées proviennent en grande partie du fait que les Anciens, dans leur conceptions du rayon lumineux de la vue n’ont pas considéré l’oeil comme un instrument physiologique complexe, mais comme un simple point mathématique; ils ne l’ont soumis qu’à une géométrie toute extérieure négligeant d’associer à celle-ci la géométrie interne que comporte l’agencement interne anatomique de ce merveilleux organe”. (p.XXXVI da introd.).

Em resumo, nenhum estudo científico da ótica, catróptica e dióptrica antiga e medieval, autoriza a suposição de uma “visão esférica”, aliás, concebida e derivada a partir de estudos recentíssimos da fisiologia ocular e que, aplicada a épocas pretéritas, só pode significar um deformante anacronismo.

O capítulo II inicia-se com considerações conjecturais sobre como os antigos poderiam elaborar uma “técnica” de representação da realidade tridimensional em um espaço bidimensional. Após as considerações da viabilidade de uma projeção plana de uma visão esférica (onde, estranhamente os arcos de medição dos ângulos seriam substituídos por suas cordas, num processo análogo ao da trigonometria), conclui:

“A pintura antiga pelo menos a Helenística e Romana do período tardio, poderá ter tido acesso a essas normas, mas dar por certa tal possibilidade, a figura-se-nos demasiado arriscado”. (p.39).

De fato, o próprio Panofsky reconhece, nenhuma pintura da Antiguidade demonstra esse “método” revelador de uma teoria desse tipo. Mesmo assim, elabora um esquema “Albertiano” de uma “janela” no qual se representaria uma caixa retangular (sem uma face, a da frente) respeitando as “medidas angulares”, o que daria como resultado, não um ponto de vista único, mas vários pontos de vista alinhados segundo uma perpendicular.



Esquema esse, diga-se que não se encontra em nenhuma pintura existente, a menos que se suprimam convenientemente, algumas linhas teimosamente desobedientes.

Após uma série de considerações, sobre a possibilidade dos antigos chegarem a solução Albertiana, conclui como segue:

“A perspectiva da Antiguidade constitui a expressão de uma visão do espaço específica, basicamente não moderna (embora, e a despeito da opinião de Spengler, seja sem dúvida uma visão genuinamente espacial). Mais ainda, a perspectiva da Antiguidade exprime uma concepção do mundo por igual específica e não moderna. Só a partir daqui nos é possível entender de que forma o mundo antigo conseguiu auto-satisfazer-se através de uma interpretação “tão instável e mesmo falsa” nas palavras de Goethe. Qual a razão porque os Antigos não foram capazes de dar esse passo, na aparência tão insignificante, e de intersectar a pirâmide visual com um plano, partindo depois para a representação, realmente precisa e sistemática do espaço? Enquanto o axioma dos ângulos, defendido pelos teóricos, se impusesse, isto seria impossível. Mas, porque não foi então esse axioma pura e simplesmente desdenhado como viria a acontecer mil e quinhentos anos depois?”.
(p.43 e 44 op.cit.).

Como se vê, a interpretação do espaço perspectivo renascentista em Panofsky ainda está ligada ao artifício Albertiano da “pirâmide visual”, que aliás é paupérrimo para “explicar” o fenômeno da visão.

O capítulo III é uma tentativa de achar na pintura medieval uma sistematização separando “o espaço próximo” do “espaço aberto” distante. Daí decorrem as considerações de uma estatuariedade rigidamente “arquitetônica” em contraposição às metáforas e cariatides antigas (com seus espaços descontínuos).

“Quase nos é possível, nesta altura, prever em que ponto vai irromper a perspectiva “moderna”. Isso verifica-se onde quer que o sentido do espaço do Gótico do Norte da Europa reforçado na arquitetura e, sobretudo, na escultura, tome conta das formas arquitetônicas e paisagísticas, fragmentariamente conservadas na pintura bizantina, e as funde numa unidade nova”. (p.52)

Giotto e Duccio então estabelecerão a primeira síntese entre o Gótico e o Bizantino. Finalmente, à p.54, interpreta a pintura de Ambrogio Lorenzetti.

“A anunciação como sendo o registro pela primeira vez, de encontrar as ortogonais visíveis do plano de fundo dirigidas, todas elas para um ponto único, o que revela conhecimento pleno da Matemática. A descoberta do ponto de fuga, enquanto imagem dos pontos infinitamente distantes de todas as ortogonais constitui, num determinado sentido, o símbolo concreto da descoberta do próprio infinito”. (p.54)

Nas páginas subseqüentes, o autor procura estabelecer um contraponto do ponto de vista unificado no norte através de um continuado exercício empírico, com a investigação sistemática e geométrica italiana. Assim teríamos um exercício experimental, estritamente pictórico, transalpino - e portanto seminal - e um exercício metódico matemático , sistematizador, meramente organizador do já inventado, cizalpino, principalmente no norte da Itália. (p.57 e 58).

Em seguida o autor estuda as contribuições de Alberti e Piero Della Francesca. Mas como todos os estudiosos, não toca no problema da perspectiva dos *pontos de distância*, que nenhum teórico conseguiu explicar em termos físicos ou matemáticos.

O capítulo IV procura tirar as conseqüências de um significado “subjetivo” do norte contra um significado mais “objetivo” na Itália e finaliza com a recuperação da Antiguidade enquanto queda da Teocracia e mais tarde com a “ antropocracia moderna”. Esta palavra horrível não quer dizer a adesão à democracia moderna ?

Ainda no capítulo IV, Panofsky sugere que Lorenzetti já dominava a perspectiva exata. Mas até hoje não se provou semelhante afirmação. De fato, os pintores do final do trecento italiano constroem o espaço de sua paixão, ou o cenário do drama cristão, dirigindo as linhas que se afastam do observador sensivelmente para um único ponto, e estabelecem um piso quadriculado. Mas, não só esse único ponto chega a ser exclusivo, e, Alberti deixou registrado em 1436, as quadriculas do piso foram construídas com o comprimento aparente sendo estabelecido com dois terços do comprimento da primeira quadricula, e assim sucessivamente. Estamos portanto em uma condição ainda imprecisa de estabelecimento das distâncias em profundidade, muito diferente dos processos precisos, matemáticos desenvolvidos pelos artistas florentinos, na primeira metade do século XV. Portanto, a apresentação dos quadros de Van Eick (1436) e Dirk Bouts (1464), também como apoio a um caminho independente para se chegar ao mesmo resultado, revela-se inconsistente.

Ou, em outras palavras, a afirmação "Embora no Norte, se tivesse tomado como ponto de partida os métodos do Trecento italiano, foi por uma via empírica que se chegou à representação "correcta". (op cit. P.58), não encontra apoio nos fatos conhecidos.

Parece-me que todo o estudo está dominado pela idéia, cara em 1920 de que a democracia moderna se realizou e se realizava na região transalpina da Europa. Mais, a Alemanha estava dominada pela social-democracia, que se opunha tanto ao fascismo italiano quanto ao bolchevismo eslavo. Um autor nunca citado mas que parece estar na base dessa visão sociológica, seria Max Weber, o ideólogo da república de Weimar. Refiro-me a pequeno estudo, *A decadência da cultura antiga* do pensador alemão, no qual ele defende a mesma tese, ou seja, da burguesia alemã como herdeira da cultura clássica greco-romana e revitalizadora dessa mesma cultura.

Mas Panofsky vai mais longe. Para provar sua tese, não hesita em subverter a ciência e até mesmo forçar os fatos. Talvez esse desprezo pelo rigor científico se explique pelo ambiente alemão do primeiro pós-guerra, com o povo alemão acobardado pelas infames "reparações de guerra", impostas pelos "aliados" vencedores, quando o Kaiser, família & junkers os responsáveis pela guerra quase nada sofreram. Para compreender esse "clima" intelectual e moral, recomendo a leitura do estudo do Sr. Forman sob o título: "A Cultura de Weimar, a Causalidade e a Teoria Quântica, 1918-1927".

Gostaria de fazer dois reparos, sobre o texto.

O primeiro refere-se à perspectiva exata e seu descobridor. Como é bem sabido, Filarete e Manetti atribuem a descoberta da perspectiva exata a Brunelleschi e experiências com espelhos.

Baseado nesses autores, eu construí um aparelho com o qual "deduzi", através da reflexão em um espelho plano vertical e a posição fixa de um observador normal ao espelho, os esquemas precisos da chamada perspectiva pelos pontos de distância" mostrando assim que a descoberta da perspectiva exata estava ligada, em seu início, a uma investigação ótica, portanto científica e não expressiva. Mas essa investigação contrariava o conhecimento estabilizado sobre a reflexão dos espelhos planos (catróptica) Essa ruptura se encaixa perfeitamente nos ataques por parte dos eruditos de seu tempo particularmente Giovanni di Gherardo da Prato, áulico da Corte Medicea, resultando na resposta de Brunelleschi que eu considero um manifesto do pensar moderno:

*"Ogni falso pensier non vede l'essere
Che l'arte da, quando la natura invola",*

que anuncia Galileu, e sobretudo Giambattista Vico. Mas a verdade, é que muito provavelmente, Brunelleschi não tinha o saber universitário para provar a validade teórica de sua descoberta e, nesse instante, a teoria se confundia com a geometria. Alias ninguém teria. Seria necessário o desenvolvimento ulterior da geometria projetiva, fato que só se daria completamente quatrocentos anos depois, para podermos descrever geometricamente a

descoberta da perspectiva exata. Alberti, amigo de Brunelleschi. (Masaccio o coloca, na capela Brancacci entre os mais próximos do arquiteto) concebeu então o artifício da secção da “pirâmide visual”, afastando qualquer consideração ótica, cuja maior prova é sua indiferença registrada no pequeno tratado “Da Pintura” quando diz que para efeito da “ótica do pintor” (prospettiva pingendi) tanto faz se o raio visual nasce de um fogo interior do olho ou de “corpúsculos” emanados dos objetos. (Teorias Pitagórica e Atomista).

Todos os estudiosos, inclusive Panofsky, quando estudaram a perspectiva exata inclinam-se para acreditar que o método descrito por Alberti é o próprio método de Brunelleschi.

Tentei já mostrar que são dois métodos distintos, sendo o método do arquiteto Brunelleschi mais autônomo. Isso porque do método dos pontos de distância, ou método da reflexão no espelho, se pode deduzir o método da intercessão da pirâmide. Mas, do método de Alberti, é impossível deduzir o método da reflexão no espelho, ou método dos pontos de distância.

Em meus estudos anteriores, eu não deixei de estranhar o relativo silêncio de Alberti em relação a seu ilustre predecessor, e sugeri mesmo falta de generosidade por parte do *uomo universale*. Sem mudar inteiramente meu ponto de vista, lembro entretanto que na dedicatória em sua tradução para o vulgar, Alberti reconhece implicitamente a anterioridade da descoberta da perspectiva e inclusive ele nunca se apresenta como descobridor da perspectiva (fala em “nós” e não “eu”), mas como autor da sua demonstração estritamente geométrica, o que me parece correto.

Dentre os modos de representação visual do espaço, o único que foi registrado na antiguidade é aquele que Vitruvio acolhe em seu tratado com o nome de “*Cenografia*” palavra de origem grega e que até os dias de hoje parece ter o mesmo, invariante, significado, ou seja construções auxiliares planas na periferia do palco, para criar a ilusão de um recinto ou paisagem no qual se dá a ação proposta pela tragédia, ou representação teatral. Dou aqui duas versões em português do texto de Vitruvio, sendo a primeira da tradução brasileira de Marco Aurélio Lagonegro:

“Com efeito, quando Ésquilo dirigiu a encenação de uma tragédia em Atenas, Agatacarco, pela primeira vez, produziu cenários e elaborou um tratado a esse respeito. Baseados nele, Demócrito e Anaxágoras, acerca do mesmo assunto, descreveram como, estabelecido um centro num lugar determinado, conviria que traçassem, segundo uma lei natural, linhas em concordância com a acuidade dos olhos e com a direção dos raios visuais de tal modo que, se pintadas nos cenários, a partir de coisas indeterminadas, comporiam imagens precisas de edifícios, do edifício e, representando-se objetos em superfícies planas e retilíneas, algumas pareceriam fugirem da vista e outros aproximarem-se”. (livro sétimo p.161).

Em seguida, descrevendo a decoração das salas, e esboçando um quadro evolutivo relata os objetos representados, portos, formas de edifícios, arquivadas, colunas, promontórios as “erranças de Ulisses”, bosques, montes etc.

Mas tudo indica que esse espaço cenográfico foi desenvolvido inicialmente para o teatro dos trágicos gregos migrando, depois, para as residências particulares.

A tradução portuguesa do mesmo livro, em sua versão clássica de Perrault, o grande arquiteto do Louvre, não é menos eloquente:

“Foi assim que Agatarco tendo sido instruído por Ésquilo em Atenas da maneira como devem fazer-se as decorações dos Teatros para a tragédia, e tendo o primeiro feito um livro, ele apercebeu-se de seguida daquilo que ele conhecia de Demócrito e de Anaxagoras que também escreveram sobre este assunto; principalmente por qual artifício se pode tendo colocado um ponto num determinado local, imitar tão bem a natural disposição das linhas que saem dos olhos em se alargando, que por muito que esta disposição de linhas seja uma coisa que nos é desconhecida, não deixa de ser uma forma extremamente boa de representar os edifícios nas perspectivas que se fazem nas decorações dos teatros; e faz-se aquilo que está pintado apenas numa superfície plana, parecer avançar mais nuns locais e recuar noutros.” (Livro VII, prefácio p.232)

Penso que, independentemente das discrepâncias das duas traduções, podemos concluir, na base do que nos restou das pinturas murais romanas, que não se pode deduzir, como foi feito muitas vezes, tratar-se de cenário com ponto de vista único, como se fosse uma cena renascentista. Mesmo porque não é necessário. Muito ao contrário, à medida que o olho do espectador percorre os vários locais do ambiente acompanhando a ação teatral, o ponto de vista pode deslocar-se.

Não foi diferente a interpretação de Palladio, colaborador de Danielle Barbaro em tradução italiana de Vitruvio, em plena vigência da perspectiva exata como “ciência do pintor”(1570), quando ao construir uma cenografia para seu “teatro Olímpico”, utilizou pelo menos três pontos de vista diferentes para cada um dos logradouros representados.

A perspectiva empírica utilizada nesses painéis residenciais espaço cenográfico, não deixa, pois, de ter origem em um recurso, em uma *técnica* do teatro trágico. Este, por sua vez, enquanto fenômeno grego era um ato eminentemente religioso (conservado na missa católica até hoje como teatro da paixão de Cristo), no qual se “representava” com auxílio de atores e de cenários os mitos cidadãos, isto é, o paradoxo, a perplexidade de situações em que homens e mulheres imbuídos das mais altas virtudes cívicas caminhavam inexoravelmente para a morte exatamente porque seguiam estritamente os ditames do que entendiam por seu dever.

Assim a tragédia grega continha em seu início, toda a crítica do futuro da cidade grega e sua sobrevivência e do destino do indivíduo e sua liberdade. É, pois, pela tragédia que se prefigura a transcendência da cidade antiga, escravista, e os primeiros cristãos, São

Paulo em particular, vão erigir o ethos grego como o mais digno de respeito, depois do ethos judaico.

Eis porque os recursos cenográficos foram transpostos para as pinturas (afrescos e mosaicos) quando os romanos ocidentais ou orientais foram representar as poucas cenas das vidas de santos e ou “batalhas”, nas quais sobressai a vitória do cristianismo sobre o paganismo. Mas, e isto é sintomático, quando se representa Cristo em sua vitória, a direita de Deus Padre *Cristo Pancrator* desaparece o cenário terrestre, substituído pelo fundo ouro, eterno, único substituto legítimo da “perspectiva” para representar a cidade celeste.

Esta condição se verifica tanto nos primeiros mosaicos conservados em Sta. Maria Maggiore, em Roma (sec.IV) , como nos mosaicos de Ravena (Mausoleo de Gala Placidia, São Vitale ou Santo Apolinario Nuovo, Santo Apolinário in Classe ou ainda nos Batistérios) do século VI. Particularmente instrutivos, nesse sentido, são os mosaicos e afrescos sobrestantes do longínquo reinado Asturiano, na Península Ibérica datados de 700 A . D. em diante.

Entretanto, eu me arriscaria a acentuar um fato qualitativamente novo no mundo ocidental, que irá confluír para a cultura renascentista. Refiro-me ao fato de que a partir do ano 1.100, afastado o perigo militar do Islamismo na Europa, com seu refluxo já bem marcado na Península Ibérica (Santiago Matamoros na Galizia), com o surgimento da autonomia do condado Portucalense (Reino de Portugal), o desafio islâmico passa a ser teológico. Ou em outras palavras, a ênfase da luta cristã deixa de ser contra “pagãos” e passa a ser contra uma religião que tem a mesma raiz que o Cristianismo, isto é, no Deus único da velha Torá Judaica.

Parece-me que é nessa época que se desenvolve o culto da virgem (a mãe humana de Deus), a mulher tão menosprezada na cultura islâmica, bem como Deus desce à terra, pelo culto ao seu humilde nascimento em uma menegedoura. Diz-se que o presépio, representação do nascimento de Cristo com figuras e construções tridimensionais, foi uma iniciativa de São Francisco de Assis. Também não só se farão crucifixos com a figura de Cristo – Cimabue -, ato ainda humano como se valorizarão os “milagres” do santos do dia, especialmente como fez São Francisco de Assis, Santo Antonio de Padua.

E, se de um lado, vale para esse período a feliz expressão de Lionello Venturi sobre Giotto (*Chiude una Civiltá che si occupa soprattutto di Dio e ne apre una civiltá che si occupa soprattutto del'uomo*), por outro, o *cenário* agora exige uma precisão desconhecida no passado, pois o mito é presente. Ou seja, o “milagre” é o aval da benevolência maior de Deus pelos fiéis mais legítimos, através dos homens especiais (santos).

O “cenário” deve ser suficientemente preciso para caracterizar o milagre, ou seja a ruptura, por vontade divina, da ordem natural, quotidiana. Essa exigência de exatidão local é que vai impulsionar os esforços dos artistas europeus. Mas não se pode negar a arte das comunas italianas como sendo a vanguarda nesse processo que é comum a toda Europa Burguesa.

É indiscutível que são os artistas do norte da Itália que, no século XIV, vão tentar estabelecer essa profundidade através de um piso quadriculado que irá permanecer como base até Leonardo, pelo menos no final do século XV. Seu mais constante admirador, Rafael

Sanzio, em sua “Bodas da virgem, parece-me faz uma homenagem a esses precursores com o piso quadriculado. Assim como Vermeer e seus interiores, com seu piso em xadrez.

Mas a perspectiva exata abre também uma nova etapa da cultura européia, na qual, não só se estuda cuidadosamente o passado como se começa a examinar esse passado criticamente através da experiência concreta e universalmente verificável, como propõe Alberti, explicitamente, em seu *De Re Aedificatória*:

“Noções como essas, de fato, se aprendem mais através de longa experiência do que por dotes intrínsecos do engenho de modo que será oportuno buscá-las em quem, como eles, as tinha registrado com grande precisão. Apresentá-lo-emos reunindo-as dos muitos passos esparsos, nos quais os melhores autores antigos disso trataram. Acrescentaremos porém, segundo o costume da observação direta das obras antigas ou dos conselhos de artistas provectos e que, de algum modo, possam ser úteis ao nosso discurso”. (livro II cap. IV).

Afirmção como essa, acentuando a experiência direta capaz de corrigir o conhecimento transmitido, será comum nos anos seguintes. Iremos encontrar nos manuscritos de Leonardo, nos textos de Dom João de Castro, já no século XVI, e em Rabelais, na carta que Gargantua escreve para Pantagruel aconselhando o que ele deverá conhecer.

Devo reconhecer que as considerações sobre o espaço moderno acabaram crescendo em volume e em objetivo, transformando-se em uma espécie de resenha crítica de uma postura, aparentemente contraditória com minhas próprias atitudes. Pois como eu posso criticar o nacionalismo do escritor alemão se eu abracei tantas causas nacionais ?

Devo deixar registrado, entretanto, que se de fato eu defendi causas nacionais, estas foram sempre, pelo menos para mim, em cada caso, identificadas como defesa do direitos legítimos da população à qual se referiam. Nunca posturas que significassem superioridade ou hegemonia dos brasileiros em relação a qualquer grupo humano: a palavra "brasilidade" (über alles, über alles in der welt) não pertence e nunca pertenceu ao meu vocabulário, e só defendo aquelas posições que, julgo, favorecem a mais correta convivência entre os povos. Mesmo porque "minha pátria é o mundo, como o mar é do peixe".

Uma última dúvida merece ser mencionada, e consiste, basicamente, na seguinte pergunta: Se, cientificamente, o texto de Panofski é tão discutível, porque ele conseguiu uma tão ampla e crescente audiência, e desde que foi publicado, atestado pela recente edição portuguesa, mas reforçada por edições espanholas, franceses e inglesas, todas posteriores à segunda guerra mundial? A meu ver, porque ele tem um mérito filosófico inaugural. Com efeito, normalmente os estudiosos da arte e da perspectiva sempre a encararam como Alberti a propôs: *Prospettiva Pingendi*, ou seja, como mero instrumento técnico de artistas.

Panofski entretanto, propôs, desde o início, como um problema epistemológico. Isso é tão patente que pode ser constatado pela ausência da perspectiva brunelleschiana dos estudos de História da Ciência, senão de forma muito marginal.

Nesse sentido, todos os meus estudos sobre o tema não só caminham no mesmo sentido, como reforçam a proposição da perspectiva exata florentina como propôs o estudioso alemão e, arrisco-me a dizer, os autores que nos amparam são quase todos os mesmos. Entretanto, devo distinguir filosoficamente duas direções diferentes e antagônicas: diferentemente de Panofski, minha orientação dirige-se para aquilo que poderíamos chamar de *realismo crítico*: ainda que precária, provisória e relativa, eu afirmo a autonomia do conhecimento e da verdade em relação às circunstâncias que propiciaram o trabalho para alcançá-los, sem desconhecer os condicionantes sociais que as fundam.

BIBLIOGRAFIA

ALBERTI, Leone Battista; *Da Pintura* (De Pictura). Trad. António da Silveira Mendonça. Campinas Ed. Unicamp. 1989.

ALBERTI, Leone Battista; *L'Architettura* (De Re Aedificatoria). Texto latino e trad. Giovanni Orlandi. Milano Il Polifilo, 1966.

ARIAS, Lorenzo; *El arte de la Monarquia Asturiana*. Gijón (Asturias) Ediciones Trea – 1999 (1^a. ed. 1993)

ARISTOTE; *Physique* (to III) Texte etabli et traduit par Henri Carteron. Paris – les Belles lettres, 1990.

EINSTEIN, Albert; “*Comment je vois le monde*” . Trad. p/ Maurice Solovine et Regis Haurion. Paris-Flammarion, 1979.

EUCLIDE; *L'Optique et la Catoptrique*. Trad. Paul Ver Eecke, Paris-Blanchard-1959. 1^a. ed. 1938

EUCLIDE; *L'Ottica di Euclide*. Trad. Giuseppe Ovio. Milano Hoepli, 1918.

FORMAN, Paul; *A Cultura de Weimar, a causalidade e a teoria Quântica – 1918-1927. A adaptação de físicos e matemáticos alemães a um ambiente hostil*. Trad. de Claudio Weber Abramo. Campinas-Unicamp. Cadernos de História e Filosofia da Ciência. Suplemento 2/1983.

KATINSKY, Julio R.; *Florentine Perspective and the development of Modern Science in Llull* no.23 – Tercer Quadrimestre de 2000. Revista da Sociedad Espanõla de História de Las Ciéncias y de las Técnicas.

NEUGEBAUER, Otto; *“A History of Ancient Mathematical Astronomy”*. Berlin-Heidelberg New York, Springer Verlag 1975.

PANOFSKY, Erwin; *A Perspectiva como forma simbólica*. Trad. Elizabete Nunes. Lisboa-Edições 70, 1999.

PEIRCE’S; Latin Transcription of Petrus Peregrinus on the lodestone. (1310). In Eisele, Carolyn Historical perspectives on Peirce’s logic of science. Berlin-N.York – A Mouton, 1985. Tradução do Latim de Marco Aurélio Lagonegro sob o título: Carta de Pedro Peregrino de Marincourt sobre os magnetos ao mestre fortificador Surger de Foucacourt. Para os alunos da disciplina Metodologia Científica aplicada ‘a Arquitetura e Urbanismo AUH-700. São Paulo-FAUUSP, 2001.

RASHED, Roshdi; *Geometrie et Dioptrique au Xe siècle*. Paris-Belles Lettres 1993

TOOMER, G.F.; *“Diocles – On Burning Mirrors”*. (Translation with commentaries from the arabic ms. The original greek lost till now). New York – Springer Verlag. 1976

VITRUVIO, Marco Polio; *Da Arquitetura*. Trad. Marco Aurélio Lagonegro. São Paulo – Hucitec,1999.

VITRUVIO, Marco Polio; *“Os Des livros de Arquitetura”* Trad. Helena Rua. Lisboa-Departamento de Engenharia Civil. I.S.P.1998

Julio Roberto Katinsky

Arquiteto e Professor de História da
Arquitetura e História da Técnica.
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo –
Universidade de São Paulo.
Rua do Lago, 876
5508-900 São Paulo - SP