

Ciência e arte: relações improváveis?

*Science and art:
unlikely relations?*

José Claudio Reis

Professor do Colégio Pedro II
e membro do grupo Teknê

Andreia Guerra e Marco Braga

Professores do Centro Federal de Educação
Tecnológica do Rio de Janeiro – Cefet
e membros do grupo Teknê
Rua Nascimento Silva 514 – cobertura
22421-020 Rio de Janeiro – RJ – Brasil
grupo@tekne.pro.br

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.:
Ciência e arte: relações improváveis?
História, Ciências, Saúde – Manguinhos,
v. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.

Este artigo discute as relações entre ciência e arte, principalmente entre física e pintura, com o objetivo de apresentar uma abordagem cultural para a ciência. Dessa forma, entendemos que a compreensão dos conteúdos da ciência torna-se mais significativa. Abordamos diferentes momentos da história desde a revolução científica até o século XX. As relações aqui salientadas não buscam uma relação causal entre ciência e arte, mas sim uma visão mais significativa do que é o processo de construção do conhecimento. Assim, a ciência se desnuda para nós como parte da cultura e pode nos ajudar a compreender melhor o processo histórico que nos trouxe até aqui.

PALAVRAS-CHAVE: história da ciência; arte; história da física; surrealismo; impressionismo; cubismo; mecânica quântica; relatividade.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.:
Science and art: unlikely relations?
História, Ciências, Saúde – Manguinhos,
v. 13, (supplement), p. 71-87, October 2006.

With the goal of presenting a cultural approach to science, the article discusses relations between science and art, especially between physics and painting. From this standpoint, we can see how understanding the substance of science becomes more important. Different moments in history are examined, from the scientific revolution down through the twentieth century. The relations highlighted herein are not chosen in an effort to uncover a causal relation between science and art but to arrive at a more meaningful understanding of how knowledge is constructed. Science is thus revealed to be part of culture, which can help us better understand the historical process through which we have come to this point.

KEYWORDS: *history of science; art; history of physics; surrealism; impressionism; cubism; quantum mechanics; relativity.*

Será possível aproximar dois campos aparentemente tão distintos quanto a ciência e a arte? Na realidade, as aproximações entre esses dois campos do conhecimento são bem maiores do que se imagina habitualmente.

As concepções artísticas e científicas são coerentes, levando a interpretações semelhantes a respeito do funcionamento do universo. Artistas e cientistas (ou filósofos naturais) percebem o mundo da mesma forma, apenas representam-no com linguagens diferentes. No Renascimento, é clara a relação arte–ciência. Muitos são os nomes que misturam os dois campos: Brunelleschi, Pisanello, Leonardo, Dürer e até mesmo Galileu. E é importante salientar que a invenção da perspectiva e do claro-escuro foi extremamente importante, até mesmo crucial, para tornar possíveis as observações empíricas e os registros acurados que fundamentam a ciência moderna.

Antes do movimento renascentista, a cosmologia medieval dividia o universo em dois mundos diferentes: o sublunar e o supralunar. Eles eram incomunicáveis e as leis que valiam em um mundo não valiam no outro. A pintura dessa época também procedia da mesma forma, representando um céu que não tinha continuidade com a Terra. Em várias pinturas o céu é dourado, simbolizando o sagrado que não estava acessível ao mundo terrestre, mundano e corruptível.

Já a pintura renascentista inventa a perspectiva e, com isso, a possibilidade de pensar e representar a infinitude do espaço. Percebemos uma mudança radical da concepção espacial. A partir do Renascimento, o espaço é infinito. A criação da perspectiva possibilitou representar essa infinitude, não sendo mais possível distinguir claramente o limite entre Terra e céu, porque esses mundos não parecem mais incomunicáveis como eram na cosmologia medieval-aristotélica.

A perspectiva na revolução científica

Podemos analisar relações entre a perspectiva e a construção da nova ciência que surgiu durante a revolução científica, percebendo que a arte ajudou a ciência a trilhar os novos caminhos. Os desenhos que Galileu fez da Lua como havia visto com suas lunetas são emblemáticos. Foi o conhecimento de desenho, do claro-escuro, adquirido por Galileu em Florença que lhe possibilitou compreender a aparência da Lua. A geometrização da projeção das sombras pode ter lhe permitido perceber as irregularidades da superfície lunar. Ele foi capaz, até mesmo, de determinar a altura das montanhas lunares, novamente valendo-se da perspectiva. Assim, a Lua representada por Galileu deixou de ser a imagem da perfeição – associada, no imaginário cristão, à Imaculada Conceição – e passou a ser mais um corpo celeste com características comuns, como a Terra.

Se os compararmos com os desenhos feitos pelo astrônomo inglês Thomas Harriot (1560-1621), que fez observações da Lua com uma luneta no ano de 1609, perceberemos que não ‘viram’ a mesma coisa. Antes de ver os desenhos de Galileu, Harriot representou uma Lua que não é a mesma observada pelo florentino. Ele desenhou manchas que não têm nenhuma relação com a superfície lunar. Essa diferença não pode ser interpretada pela pouca habilidade para o desenho, mas, na realidade, demonstra que Harriot não dispunha de condições para interpretar a geografia da Lua sem o treinamento artístico que teve Galileu. Somente depois de ver os desenhos de Galileu é que Harriot tentou representar as crateras lunares, passando a considerá-las (Edgerton, 1995).

Aqui fica bastante evidente como os conhecimentos de Galileu sobre desenho permitiram-lhe ver na Lua o que não foi possível a Harriot. O primeiro era herdeiro de uma escola artística que já havia desenvolvido o trabalho com o claro-escuro, além do fato de a perspectiva já estar incorporada nos estudos artísticos. Já Harriot descendia de uma tradição que ainda não havia incorporado essa novidade da representação pictórica e também não possuía uma formação artística, o que dificultava a sua interpretação do que via na Lua. O contexto cultural fez a diferença entre os dois filósofos naturais.

É importante perceber que, como ainda afirma Edgerton (1995), não há nenhuma naturalidade na representação espacial a partir da perspectiva. Na realidade, a utilização desta é fruto da cultura europeia ocidental. Para reforçar seus argumentos, ele mostra como os chineses não conseguiam, em um primeiro momento, reproduzir a perspectiva ocidental. Eles não conseguiam ‘ler’ os desenhos ocidentais, pois não trabalhavam com as particularidades da perspectiva geometrizada.

Que física surgiu nesse novo universo que os artistas começaram a construir com o advento da perspectiva? A física da era moderna, principalmente aquela elaborada a partir dos trabalhos de Galileu e Newton, incorporou essa nova concepção de universo. A lei da inércia, que devemos a esses dois cientistas, e a lei da gravitação universal de Newton são o coroamento de uma nova concepção de natureza, pela qual não há mais explicações diferentes para os fenômenos terrestres e celestes. Pelo contrário, as regras de raciocínio que Newton apresentou nos *Principia* falam claramente que devemos buscar causas únicas para efeitos semelhantes. Logo, não deverá haver distinção entre o que vale na Terra e em qualquer outro lugar do universo.

Com a consolidação da ciência moderna ao longo do século XVIII, a racionalidade científica, nos moldes das regras de raciocínio em filosofia apresentadas por Newton nos *Principia*, passa a ser paradigmática para a produção do conhecimento em qualquer área. As artes também refletiram esse ideal de precisão e de certeza. O Classicismo produziu

obras que retratam um universo harmônico, onde as leis matematizáveis da natureza regulam todo o seu funcionamento.

A Naturphilosophie

Entretanto, esse ideal racionalista foi questionado no final do século XVIII e início do XIX. A *Naturphilosophie* e o Romantismo tentaram criar uma outra visão para a natureza, na qual experimentação e a matemática não seriam os critérios de validade do conhecimento. Para esses movimentos, a verdade estava na própria beleza e complexidade da natureza, e não seria através da simplificação e fragmentação do mundo por meio da experimentação que chegaríamos ao conhecimento sobre a natureza.

Goethe (1749-1832), por exemplo, escreveu o livro *Doutrina das cores* como forma de se opor à interpretação dada por Newton aos fenômenos luminosos. Ele interpretou a cor como um fenômeno mais associado ao olho do que à luz. Diferentemente de Newton, Goethe não a analisou como um fenômeno físico, mas principalmente como um fenômeno da consciência.

Goethe não concordava com experiências que utilizassem lentes e prismas, realizadas em quartos escuros. Para ele, a investigação deveria ser ao ar livre, onde o olhar pode se reencontrar com a natureza. Esta era construída pelo observador – a natureza só existiria quando se revelasse aos nossos sentidos.

O pintor e poeta inglês William Blake, em seu quadro *Newton*, de 1795, retrata o cientista como um demiurgo fechado sobre si mesmo, perdido em abstrações matemáticas, de costas para a riqueza do mundo que o cerca.

O pintor espanhol Francesco Goya, em obras como *Fuzilamento* e *Sonho da razão*, reflete e questiona para onde a razão científica (iluminista) estava levando a humanidade.

Novas concepções espaciais

Do início do século XIX para cá, a representação da natureza através da pintura sofreu grandes mudanças, seja em função do desenvolvimento técnico-científico – como, por exemplo, a obtenção da fotografia sobre papel em 1839 –, seja pelas próprias contestações às formas tradicionais de representação pictórica.

A invenção da máquina fotográfica e o surgimento de geometrias não-euclidianas desde Gauss, em 1824, passando por Lobachevski, Bolyai e Rieman, este em 1854, trouxeram mudanças significativas para a compreensão do universo. Nessas geometrias de espaços curvos, as percepções da realidade parecem estar completamente distorcidas, visto que a visão ocidental, euclidiana, começa a ser questionada.

Na literatura, nomes como Dostoiévski, em *Os Irmãos Karamazóvi*, e H. G. Wells, em *A máquina do tempo*, também fizeram reflexões sobre as novas concepções espaciais. O primeiro fala explicitamente sobre as geometrias não-euclidianas e a dificuldade de pensar em um mundo que não seja o descrito pela geometria de Euclides. Já o segundo parece antecipar o que Einstein iria propor dez anos depois sobre a quadridimensionalidade espaço-temporal.

Alguns pintores parecem entender rapidamente as implicações oriundas das novas maneiras de abordar a natureza. A fotografia ‘congelou’ o tempo. As geometrias não-euclidianas criaram novas percepções espaciais. A pintura da segunda metade do século XIX (o Impressionismo), conseguiu captar muito bem tais transformações e, por isso, construiu outras representações visuais para esse ‘novo’ mundo.

Se os artistas medievais ainda não haviam conquistado a perspectiva, os artistas da segunda metade do século XIX começam a recusá-la. Alguns deles produziram obras em que, de alguma forma, as regras da perspectiva – intimamente ligadas à geometria euclidiana – foram subvertidas, criando-se, assim, distorções espaciais.

Edouard Manet foi talvez o precursor desse movimento, quando em seu quadro *Le déjeuner sur l'herbe* criou um grande incômodo no observador, pelo fato de introduzir a representação de uma das figuras do quadro (uma mulher que se banha) fora de perspectiva. A mulher tem um tamanho desproporcional em relação ao resto da obra. Há ainda uma confusão em relação à sua iluminação (Shlain, 1991).

No quadro *Música nas Tulherias*, Manet apresentou uma cena caótica, sem foco. Não há uma característica central a partir da qual o observador possa começar a construir uma visão coerente. A hierarquia dos sujeitos é esquecida. Para aumentar o estresse visual, ele eliminou a perpendicularidade. Todas as árvores são curvas, todos os chapéus masculinos são inclinados. Parece que o espaço não é mais euclidiano.

Em uma linha diferente, Claude Monet investigou a dimensão do tempo na pintura. Ele acreditava não poder recriar a essência dos objetos pintando-os apenas em um momento congelado. Era preciso mostrar como o objeto mudava no tempo.

Em 1891, Monet começou a pintar a mesma cena repetidas vezes, da mesma posição no espaço, mas em diferentes instantes de tempo, podendo variar de horas distintas em um mesmo dia a diferentes épocas do ano. Na seqüência de pinturas *Monte de feno* e em várias outras, ele criou uma paisagem que começa a existir no tempo tão bem quanto nas três dimensões do espaço. É um conceito de íntima ligação entre espaço e tempo, o surgimento de uma quadridimensionalidade. Para ele, um objeto deveria ter duração juntamente às três dimensões do espaço. Monet não escreveu isso

em teorias nem o expressou em equações, mas iluminou essa verdade com suas pinturas (Shlain, 1991).

Paul Cézanne também mudou a forma de ver o espaço. Ele passou a considerar que o espaço não está vazio. No seu quadro *Natureza morta com cesta de frutas*, mostrou que os objetos em uma pintura integram o espaço de trabalho e são afetados por esse espaço. Por séculos, artistas e físicos arrumaram os objetos sem afetar o espaço ao redor deles – e o espaço, por sua vez, não afetava o movimento dos objetos. Para Newton, espaço e tempo eram coisas essencialmente separadas, um não afetava o outro. O mesmo acontecia entre espaço e matéria: o espaço não interagia com a matéria colocada nele (Ostrower, 1998).

Com as mudanças na concepção de espaço e de tempo, esses artistas permitiram que as pessoas comesçassem a perceber o espaço de uma forma não-euclidiana. Sem nenhum conhecimento científico, os artistas anteciparam a noção de realidade que a relatividade traria e, por isso, não foram entendidos pelo público e pela crítica. Eles fizeram com cores e formas o que Einstein, alguns anos depois, faria em preto-e-branco (Shlain, 1991).

Os impressionistas estavam buscando a cientificidade da representação pictórica. Alguns pintores, chegaram a empreender estudos científicos com a finalidade de contribuir para suas atividades artísticas. Um exemplo marcante de tal postura foi o pintor francês Georges Seurat, que estudou Maxwell e Helmholtz buscando colocar a óptica científica a serviço da representação pictórica. Segundo William Everdell (2000), além de querer pintar de acordo com idéias solidamente científicas, ele quis representá-las sobre a tela.

A obra de Seurat é particularmente importante por representar um marco na tradição pictórica na cultura ocidental. Ele produziu a primeira obra descontínua desde o Renascimento. Em seu quadro *Um domingo de verão na Ilha da Grande Jatte*, de 1885, ele pinta de forma descontínua, inaugurando o pontilhismo (divisionismo).

Essa descontinuidade é inerente ao mundo, o qual não é contínuo. Isso Seurat mostra em *Grande Jatte* através da separação da percepção óptica em elementos distintos e não em pinceladas contínuas.

Essa nova forma de pintar nos possibilita, novamente, analisar as relações entre arte e ciência e, mais ainda, perceber como o ambiente cultural e científico do final do século XIX estava efervescendo de idéias que eram criadas tanto pela pintura como pela ciência. A física e a biologia trilharam os caminhos da descontinuidade – a primeira com a teoria quântica e a segunda com a redescoberta e o desenvolvimento da genética mendeliana.

No início do século XX, os movimentos de vanguarda voltaram a provocar grandes transformações no cenário artístico. De um modo geral, eles alteraram significativamente as representações

espaço-temporais da natureza. Uma nova realidade surgiu das obras dos artistas desses movimentos.

O Cubismo pode ser comparado à invenção revolucionária da perspectiva na Renascença. A pintura cubista fracionou a apreensão da realidade, ao representar simultaneamente partes dos objetos que não poderiam ser vistas ao mesmo tempo e que até então estavam bem localizadas no espaço e definidas no tempo. Uma vez que os pedaços desse fracionamento não puderam mais ser reagrupados, a totalidade da percepção não se resumiria a uma mera soma das partes. Houve um assalto à noção de simultaneidade dos observadores.

Podemos ver que Picasso transcendeu Monet na representação temporal que este introduziu na pintura. Enquanto Monet pintou vários quadros para mostrar a temporalidade do espaço, Picasso colocou a simultaneidade, a junção espaço-tempo num único quadro. No *Les demoiselles d'Avignon*, de 1907, a mulher agachada está representada, ao mesmo tempo, de perfil e de frente.

A visão primitiva de espaço e tempo é diferente da euclidiana. Por isso, Picasso foi buscar em motivos africanos inspiração para subverter o paradigma mecânico reinante que colocava o mundo como uma clássica seqüência de regras causais.

Segundo Arthur Miller (2001), Picasso teve contato com a ciência e, principalmente, com as geometrias não-euclidianas através de Maurice Princet, que era membro da *la bande à Picasso*, grupo de artistas e intelectuais que no início do século XX reuniam-se, em Paris, em torno do pintor espanhol. Esse grupo, sob a direção de Princet, estudou, entre outras obras, *A ciência e a hipótese*, de Poincaré. Esses estudos, bem como vários que levaram ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia da virada do século XIX para o XX (como o cinema, o avião, o automóvel, os raios X etc.), produziram fortes impactos não só em Picasso mas também na arte do início do século XX. Tudo isso mudou as concepções de espaço e tempo, refletindo-se fortemente na pintura cubista.

Com o Cubismo, a geometria passou a ser a linguagem da nova arte que Picasso começou a desenvolver em 1907. A experimentação e a geometrização presentes em *Les demoiselles d'Avignon* mostram a transformação no trabalho de Picasso, a qual iria marcar todo o Cubismo. A ruptura realizada por ele foi a conexão entre ciência, matemática, tecnologia e arte. O pintor voltou-se para a ciência como modelo e para a matemática como um guia. Assim, a geometria se tornou a linguagem do Cubismo emergente. George Braque, por exemplo, criticou a perspectiva renascentista como uma forma de artifício, de ilusionismo (Miller, 2001).

Alguns pintores cubistas admitiram claramente a influência das geometrias não-euclidianas, como é o caso de Jean Metzinger. Sob a orientação de Princet, ele explorou a possibilidade de conexão entre

geometrias não-euclidianas e a quarta dimensão como um conceito de espaço no Cubismo.

A partir de Picasso e Braque, a tentativa de fundir arte e ciência influenciou toda a arte intelectual do século XX. As revoluções científicas e estéticas, bem como a tecnologia e a pintura modernas, tornaram-se indissociáveis. Física e pintura construíram uma compreensão da natureza que não estava baseada apenas na percepção externa dos objetos, pois esta é inadequada. Os raios X, por exemplo, influenciaram não só o Cubismo como também o surgimento da abstração. Kupka, Kandinsky e Malévich foram motivados pela completa desmaterialização descrita pela nova física (Miller, 2001). Hoje, a natureza não é mais apenas o que vemos diretamente, pois a ciência criou novas possibilidades de pensarmos o mundo ao nosso redor. A essência dos objetos pode estar fora da aparência visual. A arte abstrata e a ciência do século XX parecem nos dizer isso.

A nova realidade

Os novos movimentos artísticos assaltaram a sensibilidade estética coletiva do Ocidente até o público recuar para tentar entender o significado dessa tumultuada exibição e desse aparente caos gráfico. Durante a história da humanidade, nenhum estilo foi completamente incompreensível para o público como a arte que se produziu a partir do início do século XX. Em certa medida, o aparecimento de uma arte impenetrável tem uma ligação com o surgimento de uma ciência que também desnor-teou o público das suas noções básicas da realidade.

O Surrealismo, por exemplo, surgiu procurando sonhar e agir, superando a dicotomia que essas ações representam. Há uma negação da consciência, um abandono do controle da razão sobre o ato criativo. Aqui nasce uma interessante questão: em que medida a negação da consciência e a tentativa de superação da dicotomia entre sonhar e agir, empreendida pelos surrealistas, está próxima da nova realidade da física do século XX? Ainda que toda a física esteja ancorada em equações matemáticas muito bem fundamentadas, alcançar as implicações filosóficas e de realidade criadas pela física moderna parece necessitar da negação da consciência do mundo que acreditávamos conhecer até agora.

Não estamos dizendo que a física moderna recusa a razão ou a consciência, mas é inegável que ela trouxe uma forma completamente nova de ver e interpretar a natureza que representa uma verdadeira ruptura com a da física clássica. Essa representação clássica da realidade era, em grande parte, a da arte ocidental até o surgimento das vanguardas do início do século XX.

O Surrealismo acaba aproximando-se, de certa forma, da noção de complementaridade. André Breton, um dos maiores instigadores

e organizadores do Surrealismo, afirmou que a finalidade dessa corrente artística era que “tudo sugere a existência de um certo ponto da mente no qual vida e morte, real e imaginário, passado e futuro, o comunicável e o incommunicável, as alturas e as profundidades, deixam de ser percebidos como contraditórios” (Ades, 1991, p. 97-8).

Breton está preocupado em superar estados contraditórios, buscando sua solução num estado de supra-realidade, que é o que o Surrealismo visual consegue (Ades, 1991). Em 1927 o físico dinamarquês Niels Bohr (1988) propôs com o princípio de complementaridade a superação de contradições entre explicações excludentes para o mesmo fenômeno (por exemplo, onda e partícula para explicar a natureza da luz).

Realmente, como afirma Breton, a superação desses estados contraditórios foi implementada pela melhor produção visual do Surrealismo. A obra de René Magritte não deixa dúvidas sobre isso. Analisemos o quadro *O império das luzes*, de 1954. Uma paisagem tranqüila, bem construída pelo artista. Nada está fora do lugar. A não ser o fato de que temos representada uma paisagem noturna e uma diurna ao mesmo tempo.

Segundo Magritte, “a paisagem leva-nos a pensar na noite, o céu no dia. Na minha opinião, esta simultaneidade de dia e noite tem o poder de surpreender e de encantar. Chamo a este poder poesia” (Paquet, 2000, p. 7).

Sabemos que não podemos ter noite e dia simultaneamente, mas também sabemos que só percebemos a noite porque existe o dia. Noite e dia são noções que não existem isoladamente. Podemos dizer que, mais do que opostos, noite e dia são conceitos complementares.

O quadro e as palavras de Magritte ilustram de forma muito clara o que havia dito Breton a respeito do objetivo do Surrealismo e, ao mesmo tempo, ajudam a pensar e a compreender a complementaridade.

Entretanto, a obra de Magritte nos abre outras possibilidades de reflexão sobre a realidade e sua representação, visto que a reflexão sobre o que ela é para a mecânica quântica é um problema de difícil abordagem. Esse problema diz respeito à forma de representação dessa mesma realidade, porque, na interpretação da mecânica quântica que ficou conhecida por interpretação de Copenhague, não podemos falar na existência de uma realidade profunda por trás dos fenômenos (Herbert, 1989).

Segundo Herbert, para a interpretação de Copenhague tanto o átomo quanto o instrumento de medida são incompreensíveis. Não podemos compreender o mundo quântico porque este é estranho ao entendimento humano. A pintura surrealista também é, por vezes, incompreensível a partir de uma racionalidade clássica, ou melhor, de uma consciência realista. É necessário buscar uma supra-realidade.

Se tomarmos agora os quadros *A traição das imagens* (1928-1929) e *Isto não é uma maçã* (1964), vemos que Magritte está representando e refletindo a diferença entre real e representação, fazendo uma clara distinção entre ambos. Ao falar sobre o primeiro quadro, o artista é muito claro a esse respeito: “O famoso cachimbo...? Já fui suficientemente censurado por causa dele! E afinal... conseguem enchê-lo? Não, é apenas um desenho, não é? Se tivesse escrito por baixo do meu quadro ‘isto é um cachimbo’ estaria mentindo!” (Paquet, 2000, p. 9).

A interpretação de Copenhague nos diz que não podemos falar do real, mas apenas das representações que fazemos dele. Além disso, afirma que devemos abandonar as imagens e as linguagens clássicas se quisermos compreender os fenômenos atômicos. Só a matemática nos dá acesso a esses fenômenos. Novamente, Magritte nos ajuda a entender o que a interpretação de Copenhague fala sobre a realidade.

Muitos autores, entre eles Selleri e Omnès, bem como físicos que construíram a teoria quântica, como Bohr e Heisenberg, apontam para o problema de linguagem no que se refere à mecânica quântica. Só a matemática pode dar conta dos fenômenos quânticos. Nas palavras de Heisenberg (*apud* Selleri, 1986, p. 109):

os físicos estão se acostumando, pouco a pouco, a considerar as órbitas eletrônicas etc., não como realidade e sim como uma espécie de ‘potência’. A linguagem terminará se acostumando, ao menos até certo ponto, a esta situação real. Mas não é uma linguagem precisa com que se possa empregar os modelos lógicos normais, é uma linguagem que produz imagens em nossa mente, porém junto com elas provoca também a sensação de que as imagens só têm uma vaga relação com a realidade, que representam somente uma tendência até a realidade.

Heisenberg chega a admitir que está mais preparado do que Bohr para abandonar os modelos e caminhar na direção da abstração matemática, ainda que isso signifique não deixar espaço para a realidade física. Não adianta buscar o mundo real que há por trás do caráter estatístico e de indeterminação da mecânica quântica. Ele tinha antipatia pela visão de Schrödinger de retorno aos conceitos clássicos. Para Heisenberg, o problema básico da mecânica quântica estava no fato de que nossa ‘visão intuitiva ordinária’ não pode ser estendida para dentro do domínio atômico. Os processos atômicos não têm nenhum grau de realidade física (Miller, 1996).

Surgem, então, problemas lingüísticos na teoria quântica que foram percebidos por Bohr, Heisenberg e outros. Energia e frequência, assim como *momentum* e comprimento de onda, estavam relacionadas pela constante de Planck, só que energia e *momentum* conotam localização, enquanto frequência e comprimento de onda conotam não-localização.

Heisenberg afirma que nossa intuição cotidiana da realidade não se aplica à física quântica e à relatividade. Nesta última, os conceitos de velocidade, espaço-tempo, massa e outros mudam completamente quando estamos em movimento com velocidades próximas à da luz.

A matemática é a guia para perceber o domínio atômico. O Princípio da Incerteza oferece, a partir da matemática, restrições às palavras posição e tempo, por exemplo (Miller, 1996).

Essa nova forma de compreender e representar a natureza que a física quântica, a partir da interpretação de Copenhague, constrói no início do século XX, em que o formal substitui o real, parece ser o mesmo movimento da pintura dessa época rumo à abstração. Nesse sentido, a arte pode se transformar numa linguagem apropriada para se representar um universo físico que não mais segue a lógica tradicional. Certas obras de Escher – *Relatividade* (1953), *Exlibris com o Zênite como ponto de fuga* (1947), *Um outro mundo I* (1946), *Um outro mundo II* (1947), *Belvedere* (1958) e *Homem com cubóide* (1959) –, apesar de não representarem a arte abstrata, nos dão boas pistas para visualizar um novo mundo que as lógicas clássicas já não conseguem explicar. Então, como forma de buscar caminhos que possam levar a uma compreensão do mundo quântico, a arte pode fornecer uma linguagem alegórica que, se não puder substituir a matemática – apontada por Heisenberg como a única linguagem capaz de alcançar a essência da natureza –, poderá, no entanto, ter um importante papel didático.

A obra de Salvador Dalí também nos permite análises próximas da mecânica quântica, particularmente em relação ao princípio da indeterminação. Em vários quadros, Dalí pinta uma figura composta de diversas outras, de tal maneira que não podemos apreciar todas detalhadamente. Se optarmos por algum aspecto, perderemos outro e vice-versa.

Exemplos disto podem ser vistos em *Espanha* (1938) e *Mercado de escravos com o Busto de Voltaire* (1940). No primeiro quadro, a visão da mulher nos faz perder os detalhes das batalhas que são travadas em seu interior. Já no segundo, o busto de Voltaire é formado por diversas outras figuras. Como em *Espanha*, não é possível visualizar com a mesma riqueza de detalhes todo o quadro. Utilizando a linguagem da mecânica quântica, podemos dizer que existe uma indeterminação intrínseca ao quadro.

É claro que só podemos falar em analogia, pois nas obras de Dalí as figuras já estão lá, ao passo que o princípio de indeterminação de Heisenberg trata de uma realidade que não está dada *a priori*, mas que só se definirá a partir da medição. Entretanto, é uma analogia frutífera, pois podemos ilustrar através dos quadros de Dalí um princípio nada trivial da mecânica quântica.

Para encerrar nossa análise das relações entre ciência e arte, a obra de Marcel Duchamp é bastante significativa. Em um artigo de 1997, Linda Henderson analisa a série *Nus*, na qual estão *O rei e a rainha rodeados por nus rápidos* e *O Rei e a rainha atravessados por nus rápidos* (ambos de 1912), que mostram a forte influência do mundo invisível dos átomos sobre a obra de Duchamp.

O quadro *Nu descendo a escada* é uma resposta ao Cubismo sob a influência da descoberta dos raios X, em 1895. Duchamp busca a realidade invisível, onde o nu não está apenas despido de suas roupas, mas está, também, descarnado. Vários outros quadros da série *Nus*, todos de 1912, foram feitos sob forte influência da ciência contemporânea sobre Duchamp, em particular pesquisas relacionadas com elétrons e eletricidade (Henderson, 1997).

É muito significativa a influência da ciência nas obras de Duchamp, não só na série *Nus*, onde tudo parece, literalmente, girar em torno do modelo atômico, mas também na sua grande obra *A noiva despida pelos seus celibatários, mesmo* ou simplesmente chamada *O grande vidro*, de 1915-1923, nas quais novamente as referências científicas estão presentes. Nessa obra, ele coloca uma roda em forma de moinho similar à que aparece no tubo de Crooke. Essa obra é ainda fruto de uma vasta discussão sobre a representação da quarta dimensão, local onde estaria colocada a noiva, inatingível aos celibatários.

Não é apenas Henderson quem fala do envolvimento de Duchamp com a ciência. Shearer e Gould (1997) afirmam que ele era um discípulo de Poincaré e entendia as geometrias não-euclidianas. Duchamp estava preocupado em produzir obras que gerassem percepções diferenciadas do espaço. Referindo-se a seus *Rotoreliefs*, ele diz: “Eu mostrei isso para alguns cientistas (ópticos) e eles disseram que isso é uma nova forma, não conhecida antes, que produz ilusão de volume ou relevo ... Esse lado sério da brincadeira é muito interessante”.¹ (Shearer & Gould, 1997, p. 3).

Shearer (1997), em um artigo individual, continua a análise da obra de Duchamp mostrando que, no ‘*readymade* retificado’ – a pintura sobre anúncio publicitário Apolinère esmaltado (1916-1917) –, ele cria várias ilusões de ótica nas diversas figuras que compõem o quadro, desenvolvendo, assim, um ‘objeto impossível’. Segundo Shearer, essa obra influenciou Lionel e Roger Penrose em um trabalho de 1958, onde eles anunciaram a descoberta de figuras impossíveis. Tais figuras formam uma nova classe de ilustrações visuais que demonstram as fraquezas da percepção humana em relação às representações dimensionais. Tais figuras influenciaram a obra de Escher. A autora quer mostrar que, apesar de a maioria dos pesquisadores não o admitir, esse seria um exemplo no qual a arte teria influenciado a ciência. “Meu ponto aqui é apenas sugerir uma possibilidade de que um trabalho artístico tenha influenciado uma descoberta científica. O que é mais típico é que a influência corra em sentido

¹ “I showed it to scientists (optical people) and they say it is a new form, unknown before, of producing the illusion of volume or relief ... That serious side of the play toy is very interesting.” (Citação original traduzida pelos autores).

contrário, da ciência para a arte, como está bem documentado na história da arte” (Shearer, 1997, p. 2).

Ainda sobre a obra de Duchamp, Shearer, no mesmo artigo de 1997, analisa o seu *O grande vidro*, ao qual já foi feita uma referência anteriormente, afirmando tratar-se de uma representação da quarta dimensão.

Duchamp teria sido influenciado por Poincaré, pois este desenvolveu uma técnica específica de geometria em que sombras em duas dimensões podem ser usadas para expressar a existência de esferas tridimensionais, sem que o observador esteja vendo o objeto tridimensional. Dessa forma, Duchamp faz em *O grande vidro* uma tentativa de incluir a possibilidade de a mente ver e compreender a quarta dimensão, já que fisicamente nos é impossível essa representação e visualização (Shearer, 1997).

Para Poincaré, *readymade* é um estágio no largo processo de criatividade e tal definição pode ser usada para analisar a obra de Duchamp. *O grande vidro* é uma parte tridimensional (visível) de um sistema universal quadridimensional (invisível) da criatividade na natureza (Shearer, 1997).

Parece confuso, e devemos admitir que realmente é, mas nesta obra de Duchamp temos a presença de diversas referências científicas, como a de um pêndulo duplo na parte superior da obra, bem como uma alusão à via Láctea, ambas sendo demonstradas como sistemas caóticos. Ora, Duchamp demonstra uma inquietação muito grande pelos problemas levantados pela ciência e tenta criar formas de torná-los mais acessíveis para uma visualização do grande público, e isso reforça a tese deste trabalho sobre as fortes ligações entre os conhecimentos científicos e artísticos, assim como a importância de conhecer o ambiente cultural para a compreensão significativa da ciência.

Em alguns momentos, a análise pode correr o risco de ser superficial e anedótica. Entretanto, quando alguns autores – e parece-nos o caso de Henderson e Shearer ao analisarem *O grande vidro* – tentam mostrar como o ambiente cultural é rico na sua diversidade, isso não deve passar despercebido. A ciência que, por sua linguagem muitas vezes hermética, se produz aparentemente longe das questões socioculturais, está presente no imaginário da época em que está sendo produzida. Ela é fruto desse ambiente cultural, da mesma forma que ajuda a construí-lo.

Conclusão

Podemos recorrer a Bohr (1988, p. 59) para ver que a física quântica está abrindo novas possibilidades de compreensão da realidade, que passou a ser posta em questão pela interpretação de Copenhague:

o postulado fundamental da individualidade do quantum de ação é em si mesmo e do ponto de vista clássico um elemento irracional que nos obriga inevitavelmente a renunciar a uma descrição causal no espaço e no tempo e que nos compele, em razão da conexão entre os fenômenos e sua observação, a um modo de descrição complementar, no sentido de que em toda aplicação dos conceitos clássicos exclui-se o uso simultâneo de outros conceitos clássicos igualmente necessários em outras circunstâncias para a elucidação dos fenômenos.

A obra de arte contemporânea incorporou a indeterminação e a descontinuidade que a física moderna trouxe para a análise da realidade. A obra não precisa mais ter um resultado necessário e previsível, pois existe a liberdade do intérprete que lhe dará sentido. Nas palavras de Eco (1968, p. 56-7):

Num contexto cultural em que a lógica de dois valores não é mais o único instrumento possível de conhecimento, mas onde se propõem lógicas de mais valores, que dão lugar, por exemplo, ao indeterminado como resultado válido da operação cognoscitiva, nesse contexto de idéias eis que se apresenta uma poética da obra de arte desprovida de resultado necessário e previsível, em que a liberdade do intérprete joga como elemento daquela descontinuidade que a física contemporânea reconheceu não como motivo de desorientação, mas como aspecto ineliminável de toda verificação científica e como comportamento verificável e insofismável do mundo subatômico.

A poética da obra aberta tem ressonâncias com tendências da ciência contemporânea, uma vez que a obra de arte se apresenta diferente de si mesma para cada fruidor. Podemos ver uma forte ligação dessa concepção de Eco com Bohr, quando este afirma que é impossível expressar as regularidades do mundo microscópico como processos causais no espaço e no tempo. A existência do quantum de ação h implica numa mútua interação finita entre o objeto medido e o instrumento. Logo, sempre há perturbação do sistema. Dessa forma, o propósito da descrição física da natureza não é revelar a essência do real e dos fenômenos, mas sim estabelecer, na medida do possível, relações entre os diferentes aspectos da nossa experiência. Assim, Bohr (1995) diz que fenômeno não possui realidade independente. A palavra fenômeno, deveria até mesmo referir-se às observações obtidas como descrição de todo o dispositivo experimental. Será que poderíamos falar de uma ciência aberta?

Podemos fazer uma abordagem cultural da ciência e esta poderá nos ajudar a compreendê-la melhor. Mas, muito mais do que isso, esse tipo de paralelo poderá ajudar a entender que a ciência é um produto sociocultural e, como tal, deve ser apreendida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ades, Dawn
1991
Dadá e surrealismo. In: Stangos, Nikos. *Conceitos de arte moderna*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. p. 81-99.
- Argan, Giulio C.
1992
Arte moderna. São Paulo: Companhia das Letras.
- Bohr, Niels
1995
Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bohr, Niels
1988
La teoría atómica y la descripción de la naturaleza. Madrid: Alianza Editorial.
- Bohr, Niels
1935
Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review*, v. 48, Oct. p. 696-702.
- Bronowski, Jacob
1998
O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência. Brasília: Ed. UnB.
- Brown, Harvey
1981
O debate Einstein-Bohr sobre a mecânica quântica. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, n. 2, p. 51-89.
- Cooper, Douglas
1998
The cubist epoch. New York: Phaidon.
- De Michelli, Mario
1991
As vanguardas artísticas do século XX. São Paulo: Martins Fontes.
- Eco, Umberto
1968
Obra aberta. São Paulo: Perspectiva.
- Edgerton Jr, Samuel Y.
1995
Renascimento: o mundo visto com novos olhos. In: Livro do ano. Enciclopédia Barsa. New York: Meredith Publishing Company.
- Edgerton Jr, Samuel Y.
1993
The heritage of Giotto's geometry: art and science on the eve of the scientific revolution. New York: Cornell University Press.
- Einstein, Albert
2001
O ano miraculoso de Einstein: cinco artigos que mudaram a face da física. In: Stachel, John (org.) Rio de Janeiro: Ed. UFRJ.
- Einstein, Albert
1999
A teoria da relatividade especial e geral. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Einstein, Albert
1950
La relatividad. Buenos Aires: Emecê Editores.
- Einstein, Albert;
Infeld, Leopold
1976
A evolução da física. Rio de Janeiro: Zahar.
- Einstein, Albert;
Podolsky, Boris;
Rosen, Nathan
1935
Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review*, v. 47, May, p. 777-80.
- Everdell, William R.
2000
Os primeiros modernos: as origens do pensamento do século XX. Rio de Janeiro: Record.
- Heisenberg, Werner
1996
A parte e o todo: encontros e conversas sobre física, filosofia religião e política. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Heisenberg, Werner
1987
Física e filosofia. Brasília: Ed. UnB.
- Henderson,
Linda Dalrypne
1997
Marcel Duchamp's: the king and queen surrounded by swift nudes and the invisible world of electrons. Disponível em [www.altx.com/ebr/w\(ebr\)/essays](http://www.altx.com/ebr/w(ebr)/essays). Acessado em 4.3.2001.

- Herbert, Nick
1989 *A realidade quântica: nos confins da nova física.*
Rio de Janeiro: Francisco Alves.
- Holton, Gerald
1984 *As raízes da complementaridade.*
Revista Humanidades, v. II, n. 9, p. 49-71, out.-dez.
- Janson, Horst
Woldemor
1995 *History of art.*
New York: Harry N. Abrams.
- Kuhn, Thomas S.
1989 *Comentário acerca das relações entre ciência e arte.*
In: *Tensão essencial*. Lisboa: Edições 70, p. 407-20. (1a. ed. 1977).
- Kuhn, Thomas S.
1987 *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica: 1894-1912.*
Madrid: Alianza Universidad.
- Levy-Lebond,
Jean Marc
1974 *Towards a proper quantum theory.* In: Lopes, José Leite; Paty, Michel
(ed.) *Quantum mechanics, a half century later*. Dordrecht: D. Reidel.
p.171-200.
- Lopera, José
Alvarez et al.
1995 *História Geral da Arte: Pintura I, II e III.*
Madrid: Ediciones Del Prado.
- Miller, Arthur, I.
2001 *Einstein, Picasso: space, time, and the beauty that causes havoc.*
New York, Basic Books.
- Miller, Arthur, I.
1996 *Insights of genius: imaginary and creativity in science and art.*
New York: Copernicus.
- Mink, Janis
2000 *Duchamp.*
Köln Taschen.
- Omnès, Roland
1996 *Filosofia da Ciência Contemporânea.*
São Paulo: Ed. Unesp.
- Ostrower, Fayga
1998 *A sensibilidade do intelecto.*
Rio de Janeiro: Campus.
- Ostrower, Fayga
1991 *Universos da arte.*
Rio de Janeiro: Campus.
- Pang, Alex Soojung-Kim
2000 *Visual representation and post-constructivist history of science.*
Disponível em aspong@jps.net. Acessado em 29.5.2000.
- Reis, José Cláudio et al.
1999 *Ciência e arte: expressões de uma mesma concepção de mundo?*
Comunicação apresentada no 12º Cole, Congresso de Leitura do Brasil.
Campinas: Unicamp.
- Selleri, Franco
1990 *Paradoxos e realidade: ensaio sobre os fundamentos da microfísica.*
Lisboa: Editorial Fragmentos.
- Selleri, Franco
1986 *El debate de la teoría cuántica.*
Madrid: Alianza Editorial.
- Shearer, Rhonda Roland
1997 *Marcel Duchamp's bed and other not readymade objects: a possible
route of influence from art to science.* *Art & Academe*, v. 10, n. 1.
Disponível em www.marcel Duchamp.org/impossiblebed.
Acesso em 8.2.2002.
- Shearer, Rhonda Roland;
Gould, Stephen Jay
1997 *Of two minds and one nature.* *Art & Academe*, v. 10, n. 1.
Disponível em www.marcel Duchamp.org/impossiblebed.
Acesso em 8.2.2002.
- Shlain, Leonard
1991 *Art & Physics: parallel visions in space, time & light.*
New York: Quill William Morrow.

- Stangos, Nikos
1991
Conceitos de arte moderna.
Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Szamosi, Géza
1994
Tempo & espaço: as dimensões gêmeas.
Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Walther, Ingo F.;
Metzger, Rainer
1993
Van Gogh: complete paintings.
Köln: Taschen.
- Williams, L. Pearce
(org.)
1986
La teoría de la relatividad: sus orígenes e impacto sobre el pensamiento moderno.
Madrid: Alianza Editorial.
- Zanetic, João
1989
Física também é cultura.
Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação. USP.

Recebido para publicação em outubro de 2003.

Aprovado para publicação em julho de 2004.

