
INFLUÊNCIAS DA FÍSICA MODERNA NA OBRA DE SALVADOR DALÍ⁺*

Rodrigo Ronelli Duarte de Andrade

Departamento de Ciências Básicas e Sociais

Universidade Federal da Paraíba

Bananeiras – PB

Robson de Sousa Nascimento

Departamento de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Piauí

Bom Jesus – PI

Marcelo Gomes Germano

Departamento de Física – Universidade Estadual da Paraíba

Campina Grande – PB

Resumo

Contemporâneo das duas maiores revoluções científicas do início do século XX, a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica, o pintor espanhol Salvador Dalí (1904-1989) procurou retratar o sentimento vivido pela humanidade daquela época frente às novas formas de ver o mundo. Este trabalho procura revisitar algumas de suas obras a partir de um olhar pedagógico de forma a identificar elementos e idéias relacionados à Física Moderna presentes nas mesmas. Com esta proposta busca-se uma aproximação entre ciência e arte, ressaltando-se o entendimento da ciência como cultura humana, e pretende-se contribuir para um ensino interdisciplinar de Física Moderna no nível médio e na formação de professores.

Palavras-chave: *Ensino de Física, interdisciplinaridade, cultura.*

⁺ Modern Physics Influences on Salvador Dali's work

* *Recebido: setembro de 2005.
Aceito: novembro de 2007.*

Abstract

The painter Salvador Dalí (1904-1989), who is contemporaneous of the two most important scientific revolutions of the beginning of the 20th century, the Relativity Theory and the Quantum Mechanics, tried to show the feeling lived by humanity of that time in opposition of the new ways of seeing the world. This research revisits some of his works from a pedagogical point of view that tries to identify elements and ideas related to the Modern Physics which can be found in some of his works. With this proposal, we try to find out how to approximate Science and Art, regaining the Science understanding as human culture and contributing indeed to an interdisciplinary teaching of Modern Physics in High School and in the teachers' formation.

Keywords: *Physics teaching, interdisciplinarity, culture.*

I. Introdução

Percebe-se, nas últimas décadas, um esforço desenvolvido por professores e pesquisadores em Ensino de Física para se introduzir conteúdos de Física Moderna nos currículos de Física das escolas de nível médio do Brasil. Isto pode ser visto pelo número de publicações em revistas voltado para esta área e pela publicação de livros em nível de ensino médio com temas de Física Moderna e Contemporânea incluídos no seu conteúdo. Uma seleção de livros didáticos brasileiros que abordam temas de Física moderna e contemporânea pode ser encontrada em Ostermann e Ricci (2004).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, nas Orientações Educacionais Complementares (PCN+, 2002), sugerem um ensino onde a Física apresente uma contextualização sócio-cultural a fim de que o “conhecimento científico e tecnológico seja compreendido como resultado de uma construção humana, inserido num processo histórico e social”. Este ensinar Física deve levar ainda à compreensão das formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, como a relatividade ou as idéias quânticas povoam o imaginário e as manifestações culturais contemporânea. É necessário que se compreenda a Física e, de forma geral, qualquer ciência, como parte da cultura (ZANETIC, 1989).

Este trabalho objetiva a identificação de elementos e conceitos da Física Moderna presentes na obra do pintor espanhol, Salvador Dalí (1904-1989), para que estas obras sirvam como recursos didáticos para o ensino de Física Moderna no nível médio e na formação de professores. A idéia é “pegar” os alunos primeiro pelo olhar, proporcionando o despertar do encantamento (que é o início do processo de compreensão) através da arte (ALMEIDA; BARBOSA LIMA, 2003).

II. A Física como cultura

A herança moderna da instituição disciplinar acarretou, além de importantes avanços em campos distintos do conhecimento científico, uma espécie de super-especialização do investigador e o risco de uma visão exclusivamente materialista do objeto estudado. As fronteiras disciplinares, com suas linguagens específicas e conceitos próprios, isolam a disciplina científica em relação às demais e produzem uma trágica ruptura cultural: se por um lado todos reconhecem que a ciência faz parte da cultura, por outro lado, cria-se a falsa imagem de que a ciência é uma tarefa alheia a outras atividades humanas. No dizer de Morin (2002):

A falta de comunicação entre as duas culturas traz consigo graves conseqüências para uma e outra. A cultura humanista revitaliza as obras do passado, a cultura científica valoriza apenas aquelas adquiridas no presente. A cultura humanista é uma cultura geral que, por meio da filosofia, do ensaio e da literatura coloca problemas humanos fundamentais e incita à reflexão. A cultura científica suscita um pensamento consagrado à teoria, mas não uma reflexão sobre o destino humano e sobre o futuro da própria ciência. A fronteira entre as duas culturas atravessa toda a Sociologia que, no entanto, continua a mantê-las separadas, em vez de tecer um fio capaz de uni-las.

Passar a tratar a Física como parte da cultura contemporânea abre, sem dúvida, uma interface muito expressiva do conhecimento em Física com a vida social, seja por meio de visitas a museus, planetários, exposições, centros de ciências, ou de um olhar mais atento a produções literárias, peças de teatro, letras de música e performances musicais.

Cada vez mais elementos do mundo científico estão presentes em um amplo conjunto de manifestações sociais. Isto pode ser entendido se levarmos em conta que a Ciência, antes de ser um conhecimento desconexo, é uma construção

de homens que estão imersos numa determinada realidade histórica e que têm afetividade, subjetividade e especulam filosoficamente. É importante perceber que além de influenciar outros ramos do conhecimento, a ciência também recebe influências deles (GUERRA et al., 1998).

Para além da História da Física, cada lugar tem sua história, que inclui contribuições para o desenvolvimento do saber inserido na realidade da cidade ou da região, com seus protagonistas próprios. Investigar a história do desenvolvimento do saber técnico e científico local pode, também, ser uma estratégia significativa na direção do estabelecimento de uma visão da ciência enquanto atividade humana e social.

Há, portanto, um amplo conjunto de atividades que podem contribuir para que o Ensino de Física promova competências de caráter cultural e social, conferindo ao processo de construção do conhecimento científico dimensões mais humanas.

Para se entender melhor a proposta que apresentamos é preciso conhecer um pouco do contexto da arte no qual Salvador Dalí iniciou sua carreira e de sua própria história, o que é feito nos itens III e IV. Em seguida, os vários momentos da obra de Dalí são comentados e posteriormente as relações das pinturas de Dalí com a Física são apresentadas.

III. O Surrealismo

O Surrealismo (segundo uma definição de Apollinaire, em 1917) é uma corrente organizada, mas também produto de uma mentalidade própria da época (ARGAN, 2002). Surge a partir do Dadaísmo, concordando com muitos dos seus pressupostos, principalmente em sua fase inicial, ainda que não tenha ocorrido uma fusão entre estes dois movimentos. Também recebe influências do futurismo italiano e mesmo de correntes irracionais do romantismo alemão.

Em 1924, o poeta e escritor André Breton (1896-1966) liderou a criação desse novo movimento e escreveu o seu primeiro manifesto. Breton também era médico psiquiatra, estudioso de Freud, cuja teoria do inconsciente abria à pesquisa uma vastíssima região da psique. No inconsciente pensa-se por imagens, e, como a arte formula imagens, é o meio mais adequado para trazer à superfície os conteúdos profundos do inconsciente. Na primeira fase da poética surrealista, definia-se, uma prática artística onde o pensamento deveria ser expresso de maneira livre, espontânea e irracional, externando os impulsos da vida interior, sem exercer sobre ele qualquer controle consciente.

No Manifesto Surrealista, André Breton associa a criação artística ao automatismo psíquico puro:

Surrealismo é o automatismo psíquico puro pelo qual se propõe expressar, verbalmente, por escrito, ou de qualquer outra maneira, o funcionamento real do pensamento. O pensamento é ditado com ausência de qualquer outro exercício da razão, a margem de toda preocupação com estética ou moral (TELES, 1978).

Assim, para os surrealistas, a obra de arte não deve ser o resultado de manifestações racionais e lógicas do consciente, mas antes, apresentar as manifestações do subconsciente, absurdas e ilógicas, como as imagens dos sonhos e das alucinações, que produzem as criações artísticas mais interessantes.

O surrealismo pretendia expressar uma outra realidade: a dos sonhos, a da fantasia e a do inconsciente. “O estilo surge por assim dizer, do ‘conflito’ entre ‘nós’ e o mundo ou, mais especificamente, entre o espírito da época e o artista contemporâneo” (HEISENBERG, 1999). Por isso, seus seguidores foram bastante influenciados por novas visões da realidade apresentadas pelas teorias científicas que surgiram na época, como a Teoria da Relatividade, de Einstein, e a Mecânica Quântica.

Os pintores mais conhecidos deste movimento são: Chagal, Max Ernst, Ives Tanguy, André Masson, René Magritte, Joan Miró e o próprio Salvador Dalí.

IV. Salvador Dalí

Salvador Felipe Jacinto Dalí e Domenech nasceu em 11 de maio de 1904 na cidade catalã de Figueras, Espanha. Membro de uma família burguesa, seu pai, Salvador Dalí Cusí, sempre manifestou enorme interesse pelas artes, o que acabou influenciando Dalí. Aos dez anos já desenhava e pintava retratos de membros de sua família e paisagens, com muita regularidade. As imagens de sua terra natal estão presentes em toda sua obra. Aos 13 anos ingressou na escola municipal de Figueras de desenho para aprender técnicas de pintura e escultura.

Também foi um prolífero escritor, buscando explicar em primeira pessoa os fundamentos de sua vida e de sua obra. Seus primeiros artigos aparecem em 1919 na revista local “Studium”, redigindo a seção “Os grandes mestres da pintura”, revelando ali quais eram seus modelos de referência: Velázquez, Goya, El Greco, Furero, Leonardo da Vinci e Michelângelo. Em 1919 expôs dois quadros, com trinta artistas locais, na Sociedade de Concertos de Figueras.

Em 1922 foi aceito na Escola de Pintura e Escultura da Academia de São Fernando, em Madrid. Experimenta o Cubismo em 1925. Em novembro, expõe, pela primeira vez individualmente, nas Galerias Dalmau de Barcelona, dezessete quadros e cinco desenhos. No ano seguinte é expulso da Academia, por recusar-se a prestar o exame oral final sobre o italiano Rafael; ele se recusou alegando que sabia mais sobre o pintor que o próprio examinador. Neste ano, em uma viagem a Paris, conhece Pablo Picasso.

Em 1929, junta-se em Paris ao grupo surrealista, liderado pelo antigo dadaísta André Breton. Logo, Dalí torna-se um líder do movimento surrealista e desenvolve o seu método “paranóico-crítico”. Sobre este grupo Dalí afirma:

O grupo surrealista era para mim uma espécie de placenta que me nutria e acreditava no surrealismo como nas tábuas da Lei. Assimilava com um apetite incrível e insaciável toda a letra e o espírito do movimento, que, aliás, correspondia tão exatamente à minha natureza profunda, que cheguei a encará-lo com a maior naturalidade (DALÍ, 1976).

No ano de 1930, Dalí conheceu Gala Eluard¹ (1893-1982) que se tornou sua amante e esposa, musa, gerente empresarial e sua principal inspiração.

Com a proximidade da guerra, Dalí colidiu com os surrealistas e foi expulso do movimento, em 1934. Porém, ele continuou expondo seus trabalhos em exposições surrealistas internacionais ao longo da década. Dalí e Gala escaparam da Europa durante a Segunda Guerra Mundial e passaram os anos de 1940 a 1948 nos Estados Unidos. Estes anos foram muito importantes para o artista. O Museu de Arte Moderna de Nova Iorque deu a Dalí sua primeira importante exibição em 1941. Isto foi seguido em 1942 pela publicação de sua autobiografia, *A Vida Secreta de Salvador Dalí*. Em 1948, regressa a Espanha e se instala em Port Lligat. Três anos depois, publica o chamado “*Manifesto místico*”, ensaio onde explica sua nova atitude artística, com referências claras a alguns grandes mestres da pintura e a temas religiosos e científicos. Este período, denominado de *Misticismo Nuclear* se estenderá até os anos 70.

Em 1974 Dalí fundou o Teatro Museu Dalí em Figueras. Depois da morte de sua esposa, Gala, em 1982, a saúde de Dalí começou a fraquejar. Deteriorou

¹ Hélène Dimitrovnie Diakonova, nasceu em Kazan, Rússia. Em 1912, conheceu o jovem Paul Eluard que a apelidou de Gala e, em 1917, casam-se. Ao conhecer Dalí, Gala se separa de Paul e casa-se com este.

mais quando sofreu queimaduras em um incêndio em sua casa em Pubol, em 1984. Dois anos mais tarde, um marca-passo foi implantado. Durante grande parte dos últimos anos de sua vida ele permaneceu isolado, primeiro em Pubol e depois nos apartamentos da Torre Galatea, adjacente ao Teatro Museu, em Figueras. Dalí morreu em 23 de janeiro de 1989, em Figueras.

V. A obra de Salvador Dalí

A obra de Dalí apresenta várias fases que caracterizam os diferentes momentos de sua vida. Suas primeiras pinturas podem ser classificadas como impressionistas e são marcadas por uma grande influência de suas origens. Aos dezenove anos começa a desenvolver trabalhos cubistas. Em 1929 ingressa no grupo surrealista onde desenvolve seu método Paranóico Crítico. Este método proporciona a Dalí enxergar o mundo de uma forma única e sua pintura nesse período apresenta muitas de suas desilusões e alucinações expressas por imagens duais e ilusões. A partir do início da década de 1940, sua obra passa a ter alguns toques clássicos, com motivos sobre ciência, religião e história.

Dalí nunca teve uma formação científica acadêmica e o seu interesse pela ciência passa mais por uma necessidade de suprir sua curiosidade em relação a acontecimentos noticiados na época do que por um estudo profundo de temas científicos. Porém, foi na ciência que ele encontrou elementos novos que inspiraram a composição de muitas de suas obras. Assim, as representações científicas em suas obras passam pela interpretação das informações que ele tem acesso através de revistas, livros e conversas com alguns cientistas amigos seus, não representando, necessariamente, o pensamento científico da época.

O seu interesse pela teoria quântica de Planck o faz escrever um artigo na revista *O Uso da Palavra*, em fevereiro de 1940, intitulado *As idéias luminosas*, onde desenvolve uma teoria que se apóia nas idéias dos quanta e se revela a partir dos trabalhos sobre a luz, de Newton a Einstein (AJAME, 1986). Em 1945, com a explosão atômica em Hiroshima, começa o período atômico ou nuclear de sua obra. No final desta década, estuda o *Tratado da Divina Proporção* de Luca Pacioli, e suas obras apresentam um grande desenvolvimento matemático, ao qual ele dedicou muitas horas de análise e estudo (RUIZ, 2000).

Nos anos 50, começa a fase de sua pintura corpuscular, quando desenvolve os princípios do *Misticismo Nuclear*, uma eclética combinação de todo seu trabalho artístico com influências filosóficas e pólos opostos como ciência e religião, além de psicanálise. Durante o ano 1958 e o seguinte, Dalí estuda completa-

mente a obra de pintores antigos, particularmente a de Velásquez, assim como temas religiosos e históricos ocidentais, que constituem a temática principal de seus trabalhos.

A partir da década de 1960, inicia-se o período onde muitas de suas obras fazem referência às novas descobertas da ciência, o chamado período científico. A primeira parte centra-se em torno da genética, com a descoberta do DNA e a sua estrutura (GUARDIOLA; BAÑOS, 2003). Em 1965, começa a despertar seu interesse pela holografia e também pela arte tridimensional. Ao largo de uma década continuará explorando este último campo e, a partir de 1970, começa a trabalhar com pinturas estereoscópicas. Em 1972, Salvador Dalí realiza sua primeira exposição de hologramas, em Nova York.

Nos anos 80, Dalí se centra no fenômeno das catástrofes do matemático René Thom, com o qual mantinha uma grande amizade. Ao final de seus dias estava muito interessado pela obra *Uma breve história do tempo*, de Stephen Hawking, físico inglês.

VI. Dalí e a Física

A busca por uma aproximação entre a Física e a Arte num contexto escolar de educação básica, deve envolver os responsáveis por estas disciplinas, a partir de uma atitude interdisciplinar. Dessa forma, a experiência educacional será mais rica e frutífera, principalmente se for preservada a separação de conteúdos entre as duas culturas, ou seja, não apenas identificando a imaginação artística com a racionalidade científica, mas enfatizando sua complementaridade produtiva.

Serão comentadas algumas pinturas de Salvador Dalí que apresentam elementos ou idéias que se relacionam com a Física Moderna, especialmente a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica². Não se pretende aqui analisar a fundo a obra de Dalí, identificando as origens das idéias e dos motivos de suas pinturas. Várias de suas pinturas envolvem diversos temas como religião e história antiga, como também apresentam idéias do surrealismo e paisagens de sua terra natal. O que foi realizado é um entendimento possível de suas obras, destacando-se as potencialidades dessas representações na introdução de conceitos da Física Moderna em nível médio.

² Aqui, deve-se enfatizar que esta relação entre elementos da pintura de Dalí e as idéias da Física Moderna é tomada metafóricamente, atitude que deve ser adotada por quem desejar explorar esses conceitos a partir dos quadros de Dalí.

A obra de Salvador Dalí é enorme. Calcula-se que mais de 700 telas tenham sido assinadas por ele. Em várias delas é clara a identificação de temas que tratam da ciência (Física, Matemática, Biologia). Esta constatação pode ser feita através da simples observação de alguns títulos com palavras que fazem referência direta à Ciência. Algumas palavras que são utilizadas constantemente em Física, que aparecem no título de seus quadros são: *atômico/atômica, nuclear, partículas, (des)materialização, desintegração, micro-física, mésons pi, quarta-dimensão, raios cósmicos*.

Outra forma de ver esta relação com a Ciência/Física é a observação direta das imagens representadas. Para tanto, foram selecionadas algumas pinturas³ de Dalí que serão comentadas. São elas: *A persistência da memória* (1931), *A desmaterialização do nariz de Nero* (1947), *Equilíbrio intra-atômico de uma pluma de cisne* (1947), *Galátea de esferas* (1952), *Cruz nuclear*, (1952), *A desintegração da persistência da memória* (1952-54), *Oposição* (1952), *Cena religiosa em partículas* (1958) e *Santo rodeado por três mésons pi* (1956).

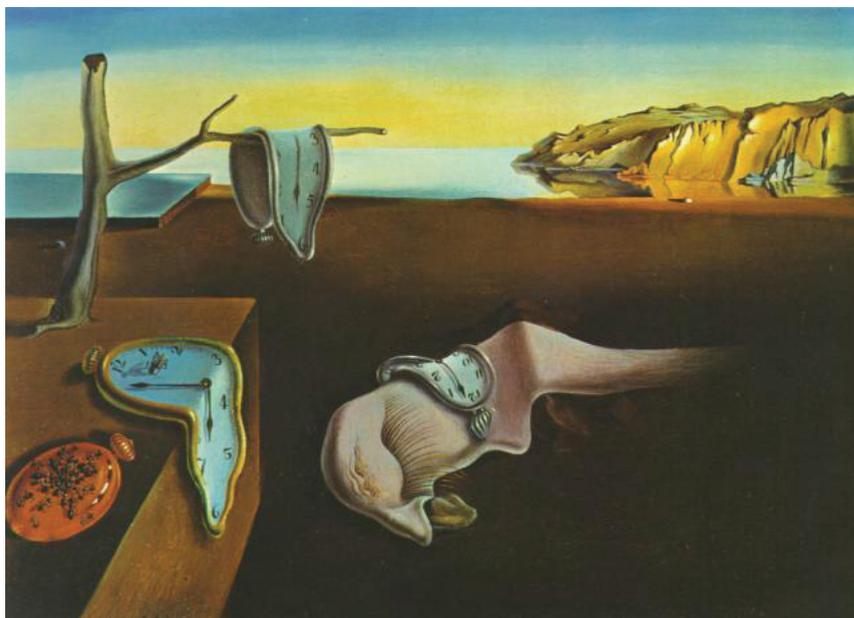


Fig. 1- *A persistência da memória*. Salvador Dalí (1931).

³ As imagens dos quadros que aparecem a seguir foram obtidas no endereço eletrônico: Salvador Dalí Art Gallery: <www.dali-gallery.com>.

Óleo sobre tela, 24 x 33 cm. Museu de Arte Moderna, Nova Iorque.

A persistência da memória (Fig. 1) talvez seja o trabalho de Salvador Dalí mais relacionado à Teoria da Relatividade. O tema do quadro, segundo Garcia (2001), é o tempo, representado pelos três relógios. Os relógios apresentam-se macios, flexíveis, maleáveis, parecendo fluir pela superfície onde estão postos. A imagem de relógios moles se repete em várias outras pinturas de Dalí, como em *Relógios moles* (1933), *O sonho de Vênus* (1939), *Relógio mole no momento da primeira explosão* (Fig. 2), *A desintegração da persistência da memória* (Fig. 7), *Raios cósmicos ressuscitando relógios macios* (1965) e *Relógio macio ferido* (1974). Esta fluidez ou maleabilidade dos relógios é relacionada à noção de dilatação do tempo da Teoria da Relatividade Restrita. É importante salientar que a noção de dilatação do tempo na Relatividade Restrita é uma propriedade do espaço-tempo e não um efeito no mecanismo dos relógios. Quem “amolece” é o próprio tempo, e não os relógios.



Fig. 2- Relógio mole no momento da primeira explosão. Salvador Dalí (1954). Tinta sobre papel, 14 x 19,1 cm. Museu Salvador Dalí, St. Petersburg, Flórida.

Em junho de 1905, Albert Einstein (1879-1955) publicou um artigo intitulado *Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento*, onde apresentava a Teoria da Relatividade Restrita. Esta teoria apresentava novas formulações para os con-

ceitos de tempo e espaço, e trazia conseqüências intrigantes como a da relatividade da simultaneidade. Tempo e espaço deixam de ser absolutos e passam a depender do observador. Surgem as expressões dilatação do tempo e contração do espaço. A flexibilidade dos relógios macios na tela *A persistência da memória* denota o caráter não absoluto do tempo, ou seja, a dilatação do tempo.

No quadro, o espaço é representado pelas pedras, pela árvore, por uma figura animalesca (estes em primeiro plano), por uma grande planície, pelo mar, pelas montanhas e pelo céu limpo, ao fundo. As figuras (espaço) em primeiro plano estão relacionadas de alguma forma com os relógios (tempo). Na teoria da Relatividade Restrita surge a idéia de uma relação íntima entre o espaço e o tempo, onde o espaço não é independente do tempo, mas se combinam em um contínuum quadri-dimensional. Em outras palavras, uma dilatação do tempo está relacionada a uma contração do espaço, idéia essa representada pela plasticidade e curvatura da figura central.

O tempo é impensável sem o espaço, dizem cada um dos meus quadros. Meus relógios moles não são apenas uma imagem fantástica e poética do real, mas esta visão (...) é, com efeito, uma definição mais perfeita de tempo-espaço, que as mais altas especulações matemáticas possam dar (DALÍ, 1976).

O conceito da simultaneidade relativa consiste na constatação, segundo a teoria da Relatividade Restrita, de que dois eventos podem ser observados como acontecendo ao mesmo tempo (simultâneos) ou acontecendo em instantes diferentes (não simultâneos), dependendo apenas do referencial adotado para a observação. As diferentes horas marcadas pelos ponteiros dos relógios guardam, de forma metafórica, essa sutil revelação da teoria da Relatividade Restrita.

A desmaterialização do nariz de Nero (Fig. 3) e *Equilíbrio intra-atômico de uma pluma de cisne* (Fig. 4), ambos de 1947, retratam bem o início do período denominado *Misticismo Nuclear* de Dalí, marcado pelo crescente interesse pela ciência, em especial a Física Atômica. Ele próprio afirmou que nessa época o átomo passou a ser o seu tema preferido de reflexão (DALÍ, 1976).

Em *A desmaterialização do nariz de Nero*, a imagem de uma grande romã é mostrada na parte central. A romã encontra-se dividida ao meio e suas sementes aparecem flutuando no ar entre as duas metades. Na visão de Dalí, a romã representa o universo atômico, ou seja, o próprio átomo. A figura da romã aparece novamente em outros trabalhos de Dalí, como em *Sonho causado pelo vôo de uma abelha em torno de uma romã um minuto antes de despertar* (1941), *A madona de Port Lligat* (primeira versão, 1949) e em uma pintura sem título de 1948. Nesta

última, Dalí retrata a mesma romã envolta em concreto, mas desta vez ela aparece inteira e não dividida.



Fig. 3- A desmaterialização do nariz de Nero. Salvador Dalí (1947). Óleo sobre tela. 76,4 × 46 cm. Fundação Gala-Salvador Dalí, Figueras.

A analogia da romã utilizada por Dalí transmite a visão clássica de um modelo atômico nos moldes do modelo planetário. A ideia de elétrons como pequenos corpúsculos (sementes da romã) é contrária à Mecânica Quântica. Isto, aparentemente, escapa à compreensão de Dalí. Mas outras ideias transmitidas pelo quadro são oportunas, como a estrutura de concreto que envolve a romã representando o domínio do átomo pela humanidade, fato demonstrado pela construção e utilização da bomba nuclear. Sobre esta estrutura, um busto de Nero encontra-se dividido em quatro partes e sobre ele um arco, todos suspensos no ar, que podem

representar as forças atômicas que mantêm o equilíbrio entre seus constituintes e a desintegração da realidade física em vários componentes.



Fig. 4- *Equilíbrio intra-atômico de uma pluma de cisne*. Salvador Dalí (1947). Óleo sobre tela. 77,5 × 96,5 cm. Fundação Gala-Salvador Dalí, Figueras.

As forças que agem para manter a estabilidade atômica são novamente temas no quadro *Equilíbrio intra-atômico de uma pluma de cisne* (Fig. 4). O próprio título apresenta essa idéia. Na imagem os diversos elementos encontram-se flutuando em equilíbrio de forma metafóricamente semelhante àquela utilizada pela Física no dizer que as partículas e as forças intra-atômicas estão em equilíbrio na composição do átomo. Ao fundo, vê-se uma parede de pedra onde se encontra a pluma e a inscrição que dão nome ao quadro. Novamente, pode-se apreender a idéia que os constituintes do átomo são partículas, o que não é verdadeiro no âmbito da Mecânica Quântica.

A fase seguinte do período do *Misticismo Nuclear* de Salvador Dalí é dada pela representação da realidade de forma fragmentada, ou, da realidade como a constituição de várias pequeninas partes, os átomos. Podem-se ver duas formas de representação desta tendência: a primeira, onde essas pequeninas partes têm uma forma geométrica bem definida (esferas, paralelepípedos) e estão em equilíbrio umas com as outras, formando uma estrutura, aparentemente, sem movimento; a segunda, onde as partículas não possuem forma definida e encontram-se em movimento.

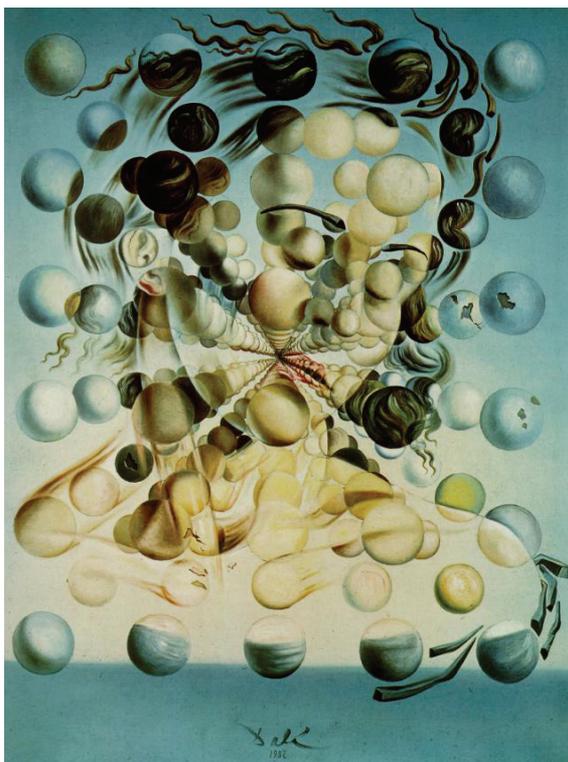


Fig. 5- *Galátea de esferas*. Salvador Dalí (1952).
Óleo sobre tela, 65 × 54 cm. Fundação Gala-Salvador Dalí, Figueras.

Em *Galátea de esferas* (Fig. 5), a imagem de sua esposa e musa, Gala, é composta pela união de várias esferas (átomos). Estas esferas aparecem suspensas no ar e em equilíbrio, dispostas lado a lado, e, de forma metafórica, podem ser comparadas a átomos em um sólido, formando uma rede cristalina. Dalí afirma que esta pintura sintetiza toda a sua nova “ciência mística da pintura” e sua técnica do realismo quantificado⁴, “em que cada elemento do quadro existe por si mesmo, mas concorre para criar um conjunto cosmogônico que o transcende” (DALÍ, 1976).

⁴ Ressalta-se que o realismo quantificado de Dalí não corresponde à idéia de quantificação dos físicos da época.

Esta forma de representar a realidade pode ser vista ainda nas pinturas *Cruz nuclear* (Fig. 6), *A desmaterialização da persistência da memória* (Fig. 7), *Dalí Nu* (1954) e *Velocidade máxima da Madona de Rafael* (1954).

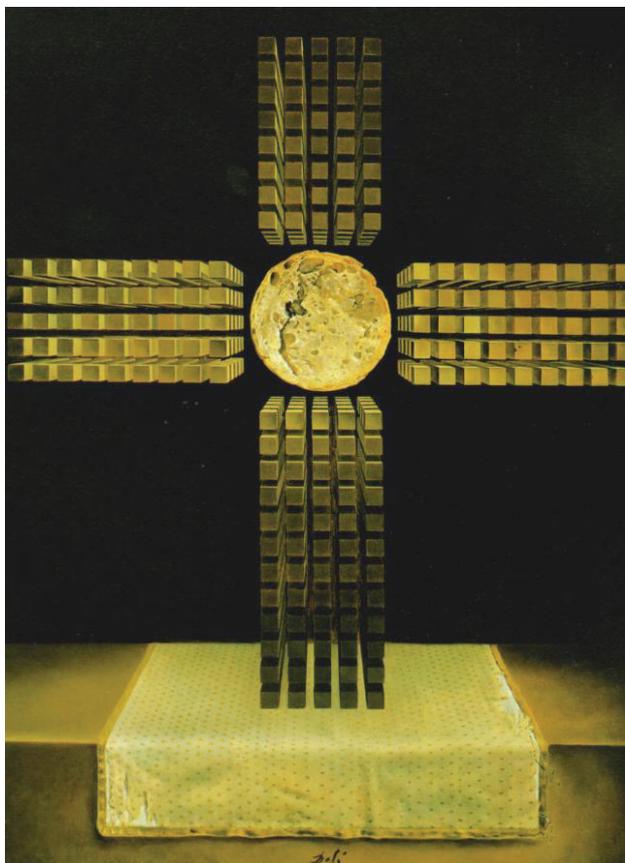


Fig. 6 - *Cruz nuclear*. Salvador Dalí (1952).
Óleo sobre tela. 78 × 58 cm. Coleção privada.

A desintegração da persistência da memória (Fig. 7) é outra pintura que possui um grande potencial didático na apresentação dos conceitos da Física Moderna. Esta pintura aparece como uma evolução, após 20 anos, de *A persistência da memória*. Nesta nova versão, a planície, as rochas, a árvore, que se viam sólidas e compactas, agora aparecem fragmentadas, decompostas em várias partes. Esta fragmentação segue a linha, anteriormente mencionada, do *Misticismo Nuclear*

onde a realidade física apresenta-se composta por átomos. Ao se tomar consciência desta realidade, passa-se a perceber outros aspectos antes não visíveis do mundo, aí representados pela visão da parte submersa de uma pedra e do peixe, que se encontram dentro da água, da parte interior da rocha e da terra, onde se vê agora um outro relógio mole.

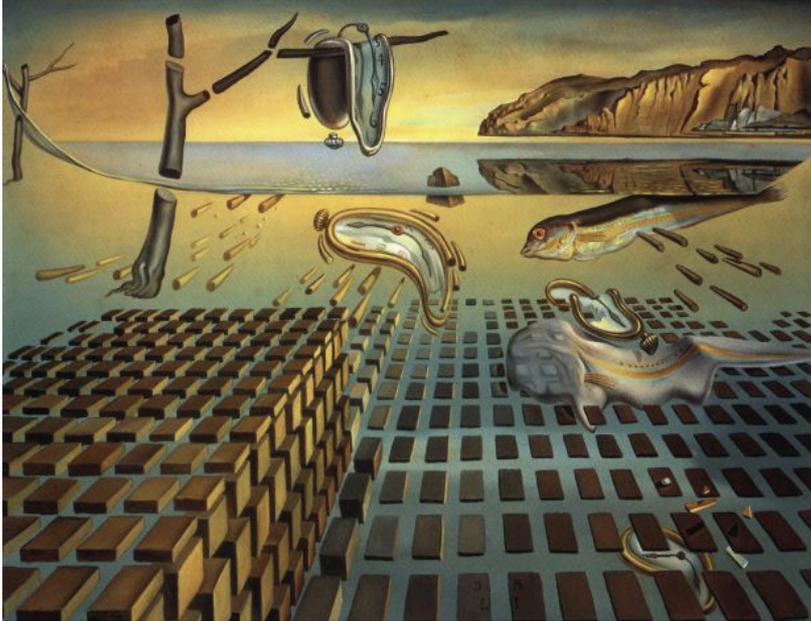


Fig. 7- A desintegração da persistência da memória. Salvador Dalí. (1952-1954). Óleo sobre tela. 25 × 33 cm. Museu Dalí de San Petersburgo, Flórida, Fundação Reynold Morse.

Uma outra idéia que pode ser apreendida ao se observar a fragmentação da realidade é a representação desta realidade “quantizada”, em pequenos “quanta” de matéria, o que lembra o quantum de ação.

A teoria quântica nasceu da idéia de que a emissão de radiação do corpo negro se dá de forma discreta, em pequenos “pacotes”, chamados quanta, e não como se pensava de forma contínua. Quem primeiro propôs esta idéia foi o cientista alemão Max Planck (1858-1947) em 1900. No mês de março de 1905, Einstein publicou um artigo que explicava o efeito fotoelétrico, efeito observado quando a luz, ao incidir sobre certos metais, provoca emissão de elétrons. Quanto maior é a intensidade da luz, maior é a quantidade de elétrons liberados. A energia dessas

partículas, porém, não aumenta. Einstein conseguiu elucidar esse problema aplicando a idéia quântica de Planck. Em seguida, aperfeiçoou suas idéias sobre os quanta e a radiação provando que a estrutura quântica da luz era um resultado inevitável da equação de Planck.

O desenvolvimento da Mecânica Quântica se seguiu com as contribuições de vários cientistas, entre eles: Niels Bohr (1885-1962), Louis de Broglie (1892-1987), Erwin Schrödinger (1887-1961) e Werner Heisenberg (1901-1976), apresentando um grande desenvolvimento já na metade do século XX. Um novo desenvolvimento foi conseguido por Paul Dirac (1902-1984) ao implementar as idéias da teoria da Relatividade Restrita à Mecânica Quântica. Esta união das duas teorias também pode ser vista em *A desintegração da persistência da memória*, onde os elementos da Teoria da Relatividade (relógios moles) interagem com os elementos da Teoria Quântica (fragmentos), apresentando-se na mesma tela para compor uma visão da realidade.

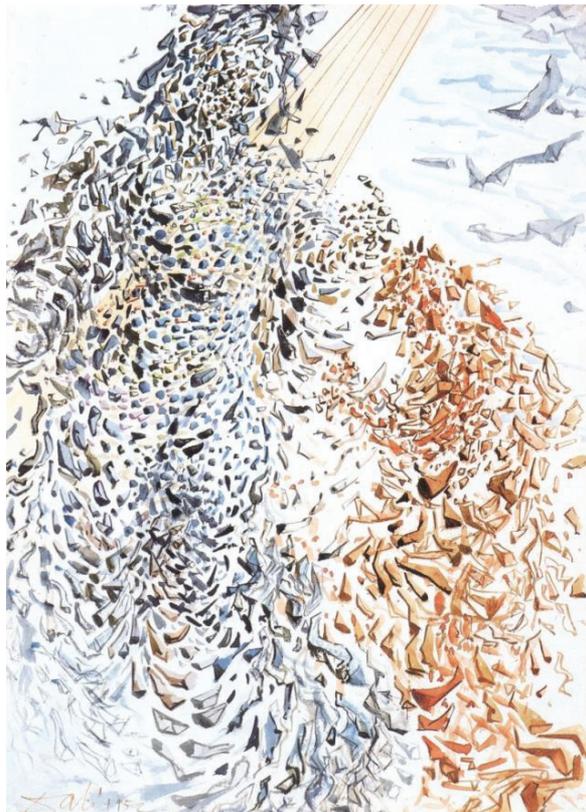
O outro aspecto da fase nuclear mencionada anteriormente é a da representação a partir de partículas não uniformes e desordenadas, aparentando um movimento frenético, que podem ser entendidas como átomos ou moléculas de substâncias em fase gasosa. Muitas telas evidenciam esta fase de sua pintura: *Madonna explosiva* (1951), *Cabeça de Rafael explodindo* (1951), *Oposição* (Fig. 8), *Cabeça bombardeada por grãos de trigo* (1954), *Cena religiosa em partículas* (Fig. 9) e *Santo rodeado por três mésons pi* (Fig. 10).

Estas pinturas como as outras já vistas apresentam imagens que podem ser relacionadas a conceitos quânticos. A Mecânica Quântica revolucionou a ciência do século passado e trouxe idéias que contradiziam o senso comum. Algumas delas são: a dualidade onda-partícula, o princípio da complementariedade e o princípio da incerteza.

No início do século XX, a luz era considerada uma onda eletromagnética que viajava no vácuo com velocidade constante. As equações de Maxwell (1831-1879), físico escocês, previam a existência de tais ondas e permitiam determinar a velocidade delas (aproximadamente, $c = 3 \times 10^8$ m/s). O físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) conseguiu produzir e detectar as primeiras ondas eletromagnéticas geradas artificialmente. Com a explicação de Einstein para o efeito fotoelétrico, surgiu uma outra proposição para a natureza da luz, a natureza corpuscular. A luz seria formada por partículas ou quanta de luz, mais tarde chamados *fótons*. Diversas experiências se sucederam e cada vez mais o aspecto corpuscular da luz foi se estabelecendo. Em 1924, Louis de Broglie, apresentou a hipótese de que os elétrons, que são partículas, também pudessem apresentar características ondulató-

rias. O desenvolvimento seguinte foi estender estas idéias às demais partículas atômicas e subatômicas e aos outros tipos de radiação eletromagnética.

A dualidade onda-partícula pode ser entendida a partir do princípio da complementariedade, de Bohr. Este princípio explica que, em nível quântico, existe uma dependência entre dois conceitos físicos em que a observação de um impõe limitações à observação do outro. A dualidade onda-partícula é exemplo disso, pois em uma experiência que se evidencia o caráter corpuscular, o caráter ondulatório não é visto, e vice-versa⁵.



*Fig. 8- Oposição. Salvador Dalí (1952).
Aquarela e tinta. 43,18 × 30,48 cm.*

⁵ Em última análise, o princípio da complementariedade de Bohr é superado e seus princípios são demonstrados dentro da Mecânica Quântica atual.

A natureza dual dos constituintes atômicos, apresentada pela Física do século XX, pode ser ilustrada na tela *Oposição* (Fig. 8), onde uma figura fragmentada é composta por partículas de dois tipos, uma de tons azulados e outra de tons alaranjados. Apesar desta constatação, não se pode delimitar a separação da figura, ela não é composta apenas pela parte escura nem composta apenas pela parte mais clara, mas pela união (ou complementação) destas duas partes. Esta característica de representação dos opostos convivendo ao mesmo tempo pode ser vista em diversas outras pinturas, principalmente na utilização de outros opostos, como luz e sombra, rigidez e fluidez, figuras reais e imaginárias. Em *Cena religiosa em partículas* (Fig. 9), estas mesmas características podem ser apreciadas.



Fig. 9- *Cena religiosa em partículas*. Salvador Dalí (1958).
Óleo sobre cartão. 26,7 × 18,2 cm. Coleção privada.

O princípio da incerteza de W. Heisenberg (1901-1976) é considerado um aspecto central da mecânica quântica. Ele expressa a existência de pares de variáveis, ditas conjugadas, que, ao se fazer medidas para se conhecer o valor de uma dessas variáveis mais precisamente, o valor da outra é medido com menor precisão⁶. Um exemplo de grandezas indefinidas é o par *posição* \times *quantidade de movimento*; um outro exemplo é o par *energia* \times *tempo*⁷. O produto das incertezas ultrapassa sempre \hbar , onde seu o valor é dado pela razão da constante de Planck (h) por 2π .

A análise dos dois quadros anteriores e do *Santo rodeado por três mésons pi* (Fig. 10) transmite essa impressão de indeterminação. As figuras são compostas por diversas partes menores de tal forma que, ao se observar o quadro como um todo, se perde os detalhes das figuras pequeninas; ao se ver as formas e detalhes de cada partícula, perde-se a visão geral da figura representada.

Segundo o próprio Dalí: “É com os mésons pi e com os mais gelatinosos e indeterminados neutrinos que desejo pintar a beleza dos anjos e da realidade” (A-JAME, 1986). Em *Santo rodeado por três mésons pi*, a matéria que compõe o santo apresenta-se fragmentada em uma explosão e levitando, explosão esta provocada por três invisíveis mésons pi. Esta partícula é responsável pela força que mantém o núcleo atômico coeso e foi proposta teoricamente pelo físico japonês Hideki Yukawa (1907-1981) em 1935. Mésons pi foram detectados em emulsões fotográficas expostas nos montes Pirineus pela equipe liderada pelo inglês Cecil Powell (1903-1969), com ampla participação do brasileiro César Lattes (1924-2005), que, em seguida viajou para a Bolívia para confirmar a existência dessas partículas em experimentos feitos no monte Chacaltaya.

Esse aspecto “indeterminístico” nas pinturas de Dalí ainda pode ser observado nas obras onde ele utiliza ilusões de óptica para compor seus trabalhos. Exemplo disso são as obras: *Espanha* (1938), *Mercado de escravos com o busto de Voltaire* (1940), *Dom Quixote* (1956-57) e *Gala nua olhando o mar que a uma distância de 20 metros, se converte no retrato de Abrahan Lincoln* (1976).

⁶ Quando o princípio da incerteza é vinculado apenas ao processo de medida, está se usando uma interpretação epistemológica da Mecânica Quântica. Uma interpretação ontológica, conveniente em dias de computação quântica, diz que as grandezas não estão definidas.

⁷ A relação de incerteza *energia* \times *tempo* tem natureza diferente da relação *posição* \times *quantidade de movimento*.



Fig. 10- Santo rodeado por três mésons pi. Salvador Dalí (1956). Óleo sobre tela. 42 × 31 cm. Fundação Gala-Salvador Dalí, Figueras.

Toda a idéia de indeterminação nas pinturas é apenas uma analogia, pois nos quadros 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 da obra de Dalí um princípio nada trivial da Mecânica Quântica. (GUERRA et al., 2003)

VII. Conclusão

O desenvolvimento das teorias Físicas do início do século XX trouxe consigo uma nova forma de ver o mundo. Toda a humanidade passou a tomar consciência desta forma de perceber a realidade e os movimentos artísticos desta época foram bastante influenciados por essas teorias. Salvador Dalí, um dos mais conhecidos representantes do Surrealismo, expressou bem esta tendência em suas obras. Ele procurou comunicar esta nova realidade com uma linguagem própria, expressando, metaforicamente, conceitos como a descontinuidade, a quantização, o espaço-tempo, através de imagens.

Este trabalho busca uma aproximação entre ciência e arte, recuperando o entendimento da ciência como cultura humana, ao mesmo tempo que contribui para o desenvolvimento de um ensino interdisciplinar de Física no nível médio e na formação de professores.

Através das pinturas de Dalí é possível realizar uma revisão histórica das descobertas da Física Relativística e Quântica da época. A utilização de obras de arte no ensino de Física implementa uma visão de contextualização sócio-cultural, proposta pelos PCNs e busca facilitar a assimilação de conceitos físicos por parte dos estudantes, a partir da promoção do encantamento pelo tema.

Por fim, uma citação do próprio Dalí sintetiza o seu pensamento sobre as potencialidades de sua pintura com temáticas científica: *“Porque melhor do que uma equação matemática, os relógios moles fornecem uma definição da vida: tempo-espaço condensados na mais alta potência”* (DALÍ, 1976).

Agradecimentos

Agradecemos aos árbitros pelas críticas ao nosso trabalho e pelas valiosas sugestões que contribuíram para melhorá-lo.

Referências Bibliográficas

- AJAME, P. **As duas vidas de Salvador Dalí**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1986.
- ALMEIDA, B. B.; BARBOSA LIMA, M. C. O claro eclipse do sol. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15, 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. 1 CD-ROM.

ARGAN, G. C. **Arte Moderna – Do Iluminismo aos movimentos contemporâneos**. São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

BARBOSA, A. M. **A imagem no ensino da arte**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2002.

BOSI, A. **Reflexões sobre a arte**. Série Fundamentos, 7. ed. 2002. São Paulo: Editora Ática, 1985.

DALÍ, S. **As confissões inconfessáveis de Salvador Dalí**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1976.

GARCIA, M. **Holomovimento, Espelho D’Alma**. Rio de Janeiro: Editora Papel Virtual, 2001.

GIMÉNEZ, J. L. Obra del mes, octubre de 2000: Santo rodeado por tres pimesones. 1994. Disponível em: <<http://www.salvador-Dalí.org>> Acesso em: 24 nov. 2003.

GUARDIOLA, E.; BAÑOS, J. Salvador Dalí i l’ADN: en el cinquantè aniversari de la doble hèlx. **Annals de Medicina**, v. 86, n. 2, abril/maig/juny, 2003. Disponível em:

<<http://www.acmcb.es/pages/academ/vidaacad/publica/annals/2003/A2/sense2.htm>> Acesso em: 20 nov. 2003.

GUERRA, A.; FREITAS, J.; REIS, J. C.; BRAGA, M. A. A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 32-46, abr. 1998.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Diálogos interdisciplinares no ensino de Física: relações entre Física e pintura. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15, 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. 1 CD-ROM.

HEISENBERG, W. **Física e Filosofia**. Trad. Ferreira, J. L. 4. ed. 1999. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1958.

MEC – Ministério da Educação. **PCN+ - Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. 2002.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários a educação do futuro**. 5. ed. São Paulo, Cortez, 2002.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Relatividade Restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de

Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 83-102, abr. 2004.

PROENÇA, G. **História da arte**. 16. ed. São Paulo: Editora Ática, 2002.

RESUMO BIOGRÁFICO DE SALVADOR DALÍ. Disponível em:
<<http://www.gfpetrella.com/Dalibogr03.htm>> Acesso em: 10 mar. 2003.

RUIZ, C. Salvador Dalí y la ciencia. Centro de Estudios Dalinianos, Fundació Gala-Salvador Dalí. Disponível em: <<http://www.salvador-Dalí.org>> Acesso em: 10 mar. 2003.

SALVADOR DALÍ Art Gallery. Disponível em: <<http://www.Dalí-gallery.com>> Acesso em: 05 mar. 2003.

SALVADOR DALÍ. Disponível em:
<<http://www.artehistoria.com/historia/personajes/1697.htm>> Acesso em: 07 mai. 2004.

SALVADOR DALÍ. Disponível em: <<http://www.salvadorDalimuseum.org>> ou <<http://www.vampiria.com.br/Dalí.htm>> Acesso em: 24 mai. 2004.

TELES, G. M. **Vanguarda européia e modernismo brasileiro: Apresentação dos principais poemas, manifesto, prefácios e conferências vanguardistas, de 1857 a 1972**. 5. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1978.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1989. Tese (Doutorado)- FEUSP, São Paulo.