AS PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DA COR COMO FONTE LUMINOSA E SUAS APLICAÇÕES NO CAMPO DAS EXPERIMENTAÇÕES ARTÍSTICAS DIGITAIS

Juliana Harrison Henno – Mestranda em Artes Visuais pelo PPG-AV da ECA-USP
Monica Tavares – Profa. Dra. do PPG-AV da ECA-USP

RESUMO:

Este trabalho apresentará um panorama histórico dos principais acontecimentos e descobertas vinculados ao estudo da cor como fonte luminosa. O seu objetivo é resgatar as principais contribuições científicas para o desenvolvimento do estudo da cor como fonte luminosa, destacando suas possíveis aplicações no campo das experimentações artísticas digitais. Tais contribuições serão expostas em ordem cronológica, dando a conhecer a relevância dos estudos de Isaac Newton, Goethe, Thomas Young, Hermann Helmholtz e James Maxwell. Contudo, pretende-se de modo sincrônico destacar como tais contributos científicos estão na base das experimentações artísticas digitais, em outras palavras, como tais descobertas estão sendo hoje incorporadas no campo das experimentações artísticas digitais.

Palavras-chave: Cor, fonte luminosa, luz, arte digital, tecnologia.

ABSTRACT:

This work will present a historical overview of major events and discoveries linked to the study of color as a light source. Its goal is to rescue the major scientific contributions to the development of the study of color as a light source, highlighting their possible applications in the field of digital artistic experimentations. Such contributions will be presented in chronological order, stating the relevance of studies of Isaac Newton, Goethe, Thomas Young, Hermann Helmholtz e James Maxwell. However, it is intended to synchronically highlight how these scientific contributions are in the basis of digital artistic experimentations, in other words, how these findings are now being used in the field of digital art experimentations.

Key words: *Colour, light source, light, digital art, technology.*

Prolegômenos históricos

Ao adentrar esse campo investigatório das relações cromáticas é tarefa essencial buscar embasamento nos registros históricos que sirvam de referência para o estudo do tema. A história é parte fundamental para nos situar e nos fazer compreender os diferentes aspectos da sociedade atual na qual estamos inseridos.

Sem o conhecimento do passado não temos referências, embasamento e nem idéia de como o atual sobreveio.

Este artigo traçará um panorama histórico, em que será possível resgatar os escritos e as teorias cromáticas que agregaram informações e dados para o desenvolvimento do estudo sobre a cor como fonte luminosa no cruzamento entre ciência, tecnologia e arte. Em razão do objeto da nossa pesquisa ser a cor como fonte luminosa, ao investigarmos sua natureza somos levados a complementar os estudos cromáticos com os estudos da luz e seus fenômenos.

Os fenômenos cromáticos e de luz sempre foram tratados como sendo de origens distintas, o mesmo ocorrendo com os fenômenos elétricos e a luz. Foi a partir de pesquisas e descobertas que a ciência pôde correlacionar estas áreas contribuindo para um grande avanço no estudo da cor como fonte luminosa, evidenciando-se hoje que tais campos se mostram indissociáveis.

O ser humano sempre conviveu com a cor. Mas só veio a desvendar suas propriedades e os mecanismos da visão mais tarde. Segundo nos conta Guimarães (2000, p.2), em seu livro ***A cor como informação:* a construção biofísica, lingüística e cultural da simbologia das cores**, foi a partir do século XV, que surgiram os primeiros tratados escritos por pintores e estudos de filósofos, matemáticos e físicos no campo da cor. Os avanços da óptica e a idéia de que a luz solar seria composta por cores mudou por completo o caminho dos estudos cromáticos, acelerando sensivelmente o desenvolvimento científico na área tecnológica até os dias atuais. No caso das instalações artísticas geradas a partir das Novas Tecnologias da Comunicação (NTC), em que a fonte emite luz colorida artificialmente através de dispositivos tecnológicos, existem fenômenos vinculados a esses efeitos cuja origem é de ordem elétrica e magnética.

Desde o início dos tempos o homem se utilizou da cor como um agente comunicador, que carrega informações que lhe foram sendo reveladas ao longo das gerações. Dessa maneira, entende-se que cada cor possui um significado simbólico que é peculiar a cada cultura. As cores foram utilizadas como elementos representativos de informações e se tornaram úteis à sociedade na criação de códigos cromáticos que sinalizam, influenciam e comunicam. Neste estudo iremos

nos ater à cultura ocidental, pois é nela que estão situadas as obras, os tratados e os pesquisadores sobre os quais esta pesquisa irá discorrer.

A proposta de teorizar as cores e a elas associar significados data de muito longe. Os homens sempre relacionaram às cores simbologias e crenças que foram compartilhadas nas sociedades. O objetivo sempre foi o de desvendar o poder e a origem que cada cor detinha em sua estrutura. E cada cultura soube, ao longo do tempo, encontrar os caminhos para associar cada cor a seus significados e crenças. Não demorou muito até que a ciência e a busca pela racionalização se tornaram imperativas e procuraram desvendar as propriedades intrínsecas à cor, bem como os mistérios de sua influência no ser humano.

Algumas linhas de pesquisa no campo da cor

O fato de a cor ser um agente "poderoso", cuja formulação pode ser capaz de modificar um pensamento, alterar o humor e influenciar as pessoas, chamou a atenção e tornou-se tema de estudo de muitos pesquisadores e cientistas, mais intensamente nos últimos dois séculos. O tema da cor sempre esteve no limiar de diversas ciências, e talvez se deva a isso o fato de pesquisadores de áreas tão distintas como filosofia, psicologia, física, química e artes terem se interessado pelo estudo. Mas, cada qual por um ponto de vista diferente e utilizando análises e métodos específicos. Como resultado desse grande interesse nos estudos cromáticos, encontramos hoje um acúmulo de diversas teorias e estudos que trouxeram ao campo da cor respostas a muitas dúvidas e, ao mesmo tempo, avanços no campo tecnológico no que tange à cor como fonte luminosa nos últimos dois séculos.

A grande descoberta que trouxe enorme avanço tecnológico em prol do uso da cor como fonte luminosa foi a de ordem eletromagnética. Com esse conhecimento se tornaram compreensíveis os processos de produção, absorção e propagação da luz de uma maneira unificada.

Este artigo então se ocupará em traçar um panorama histórico da cor como fonte luminosa e se concentrará nas pesquisas que trouxeram, como se verá, grande impacto para o entendimento da cor gerada artificialmente e sua associação com os órgãos visuais e os sentidos. A primeira grande descoberta nesse sentido foi feita

pelo físico inglês Isaac Newton (1642-1727), cuja base científica possibilitou compreender que as cores estariam presentes na luz solar. Esse pensamento, que até então não fazia sentido, provou ser extremamente importante para a evolução da ciência no que se refere aos estudos ópticos, do comportamento e das propriedades da luz. Os escritos e registros de Newton, conforme relata Bouma (1947, p.14), serviram como base para que novos pesquisadores dessem continuidade e aprimorassem seus conceitos. Para Newton, toda a cor em sua essência é um efeito da luz branca. Contrapondo em partes a visão de Newton aparecem os estudos do filósofo alemão Goethe (1749-1832) que, segundo Bouma (1947, p.204), enveredou pelo estudo das cores no intuito de discutir determinadas idéias que Newton publicara em seu livro Opticks (1704). Goethe se diferencia de Newton, ao analisar a cor sob um ponto de vista mais empírico, dando ênfase à sensação da cor mais do que à determinação de sua natureza. A abordagem dada por Goethe em sua obra Doutrina das Cores (1810) será discutida posteriormente, a fim de se obterem dados que nos levem a compreender seu entendimento da cor e qual a relação desta com o ser humano.

Seguindo uma ordem cronológica, é relevante falar sobre Thomas Young (1773-1829) que, de acordo com Bouma (1947, p.206), tornou compreensível, por meio de extensas pesquisas, o processo pelo qual o órgão visual humano processa a entrada de luz e o modo como ocorre a identificação das cores, dando a conhecer o fato de que nossa visão é composta por uma mistura óptica aditiva, que se processa em nossos olhos. Complementando os estudos no campo da óptica fisiológica realizados por Young, Helmholtz (1821-1894) contribuiu para a teoria tricromática das cores, trazendo a esta um caráter mais científico. Finalmente e fechando o quadro de pesquisadores, será citado Maxwell (1831-1879) que teve grande importância na história da ciência ao relacionar os efeitos elétricos e magnéticos aos fenômenos ligados à luz.

Estudos relevantes no campo da cor

A seguir trataremos mais detalhadamente sobre cada uma das personalidades acima referidas que, para o nosso entender, causaram um grande impacto no desenvolvimento da cor como fonte luminosa e seu uso nas tecnologias do mundo contemporâneo.

Isaac Newton (1642-1727)

Isaac Newton foi um importante físico inglês, pioneiro no estudo da óptica, cujas descobertas marcaram a história no campo da ciência e da cultura universal. Até os dias atuais, os físicos modernos fazem uso de sua lei da gravitação universal. Com base em Guicciardini (2005, p.4), Newton desenvolveu ao decorrer de sua vida um grande número de leis e teorias que até hoje são utilizadas, como a dinâmica newtoniana, as suas leis do movimento e a teoria da gravitação.

Mas foi no campo da óptica que Newton desenvolveu os estudos sobre cor e luz que viriam a se tornar um marco para a física experimental. Segundo Guimarães (2000, p.8), Newton iniciara suas pesquisas a respeito da refração da luz impulsionado pela publicação da Lei correta da refração, em 1637-8, no ***Discours de la méthode***, de René Descartes (1596-1650). Naquele período as pessoas acreditavam que as cores derivavam de uma mistura entre luz e escuridão.

Newton achava pouco provável que a teoria de Descartes fosse correta e para provar essa visão ele realizou em 1666 seu primeiro experimento com a luz, utilizando para isso um prisma. Nesses experimentos, Newton decompôs um feixe de luz branca através de um prisma e, como resultado, obteve as sete cores espectrais, que são: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, índigo e violeta.

Segundo Pedrosa (1982, p.50), esse processo de decomposição da luz branca pelo prisma permitiu-lhe deduzir que a separação espacial das cores simples é obtida graças ao grau diferente de refração de cada cor revelado ao atravessar os corpos transparentes. Essa refração seria então caracterizada pela grandeza denominada índice de refração. Ainda de acordo com Pedrosa (1982), as aferições dos raios refratados possibilitaram a Newton retirar a noção da cor do âmbito das impressões subjetivas, para introduzi-la no caminho das medidas e verificações matemáticas.

De acordo com Pedrosa (1982, p. 50), para comprovar sua teoria de que a luz branca seria composta pelas sete cores do espectro, Newton realizou um experimento complementar ao do prisma isolado. Neste ele adicionou um segundo prisma numa posição invertida ao primeiro, de tal modo que este último recebesse um dos feixes de cores do primeiro, que seria isolado com o auxílio de uma

superfície opaca com um orifício. O resultado foi que o segundo prisma desviou a mesma cor sem modificá-la. Esse experimento provou assim o efeito da refração, dando razão a Newton em relação à teoria das cores de Descartes e trazendo a verdade também sobre as idéias errôneas de muitos cientistas que na metade do século XVII acreditavam que o prisma "coloria" a luz solar.

Em 1704, Newton apresentou os resultados de suas pesquisas, que foram expostas de maneira bastante experimental em sua obra ***Opticks:* or a treatise of the reflections, refractions, inflections & colours of light**, na qual demonstra o conceito das cores como originárias da luz. Nela, Newton conclui que as cores não são modificações da luz branca, mas dela fazem parte.

Segundo Guimarães (2000, p.9), outra tese defendida por Newton foi a das cores permanentes dos corpos naturais por meio da absorção e reflexão dos raios luminosos. Ao contrário da cor como propriedade dos corpos, Newton defendeu as propriedades da combinação de reflexão e absorção dos raios luminosos realizada pelos corpos, que lhes conferem cores permanentes sob iluminação de mesma qualidade.

Foi Newton quem, em 1666, propôs o primeiro disco cromático onde, segundo Pedrosa (1982, p.51), posicionou as sete cores visíveis do espectro em um gráfico circular. Ele posicionou a cor branca no centro e as sete cores espectrais ao redor desta, sendo as cores periféricas ao centro as menos saturadas e ganhando saturação à medida que se aproximam do eixo central. Newton nomeou as cores opostas pelo eixo central de "cores complementares". A idéia de Newton era a de que, ao misturar as cores complementares do disco, ele obteria cores neutras ou anônimas. É importante destacar que esse disco até hoje é usado por artistas. Serviu de referência para estudos que vieram a seguir e que tentavam compreender e selecionar de uma maneira lógica e seqüenciada as cores, buscando dados de harmonia e combinações. O disco cromático de Newton permanece essencialmente o mesmo até hoje.

Com esses resultados, Newton lançou bases para uma nova fase, em que o estudo das cores passou a ser tratado cientificamente e se tornou um assunto de interesse

interdisciplinar. Baseado em seus estudos é que as teorias atuais das cores se lançaram.

Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832)

Após os experimentos de Newton terem sido publicados em seu livro ***Opticks*** em 1704, muitos foram os que se apoiaram em suas teorias. Durante o século XVIII, era possível notar essa tendência de maneira clara e imperativa, mas foi no final desse século e início do século XIX que uma figura importante no campo das letras, Goethe, filósofo alemão, se interessou pelos estudos cromáticos, objetivando provar o contrário sobre alguns conceitos de Newton. Segundo Lichtenstein (2006, p. 72), esse período na história representou uma nova concepção da cor em sua realidade psicológica, fisiológica e estética, e o maior obstáculo posto à frente deste novo ideal seriam as teorias de Newton.

O fato de Newton e Goethe atuarem em áreas totalmente distintas explica em parte o fato de ambos pensarem a mesma teoria de maneiras diferentes. O ponto crucial dessa distinção é o fato de que, para Newton, todos os seus experimentos eram determinados independentemente do observador, eram determinados por leis restritas e feitos de maneira calculada. Contrapondo essa visão, Goethe via o homem como o elemento central de suas observações. Segundo Bouma (1947, p. 204), o propósito das investigações de Goethe era descobrir como essas impressões da cor subjetiva e das sensações causadas por elas no ser humano eram originadas e como elas eram influenciadas pelas circunstâncias.

Em todas as experiências que Goethe reproduziu e realizou, o ponto central de observação era o homem e, dessa forma, o observador era tratado como parte integrante das experiências cromáticas ou, como diria Crary (1990, p. 4), o corpo humano passa a ser um produtor ativo de uma experiência óptica.

Em 1810, Goethe publicou seu livro ***Doutrina das Cores***, que até hoje é considerado o estudo mais detalhado sobre as cores sob todos os pontos de vista e possui tradução em diversas línguas. Os estudos contidos nesta obra até hoje são utilizados por historiadores e cientistas na discussão do tema cor.

Na ***Doutrina das Cores***, Goethe se preocupou em estudar a origem das cores na interação entre luz e sombra. Foi uma compilação metódica e prolongada de estudos de cunho científico e literário a respeito da cor.

De acordo com Argan (1999, p.02), Goethe pretendia apreender como o olho se comporta no curso de uma percepção que não é nunca instantânea. A análise que Goethe realizava era a análise de um processo mental. Para Goethe, o objetivo principal a ser perseguido em sua obra era demonstrar a questão da objetividade e da subjetividade do conhecimento. Ainda segundo o mesmo autor, Goethe concentra sua investigação para estudar a cor nos processos delicados que o olho percorre para ver a cor, revelando dessa forma a estrutura da mente pensante.

Goethe concluiu em seu livro que existiam três formas de manifestação do fenômeno cromático, sendo a primeira as cores fisiológicas, que fazem parte dos olhos e que deles dependem pela sua capacidade de ação e reação, a segunda forma, seriam as cores físicas, cuja origem são as fontes de luz refletidas pelos objetos coloridos (cor como fonte luminosa), e a última, seriam as cores em sua forma química, dependentes das substâncias químicas que formam os objetos (cor do objeto).

Thomas Young (1773-1829) e Hermann L. F. von Helmholtz (1821-1894)

Foi o inglês Thomas Young – médico, fisiologista, físico, lingüista e egiptólogo –, aquele que inaugurou a chamada Óptica Fisiológica, a partir de sua teoria sobre as cores tricromáticas desenvolvida em 1801. Segundo Bouma (1947, p.207), Young foi o primeiro a levantar a hipótese de que a visão da cor dependia da presença de três distintos órgãos sensíveis à luz. Young defendia que a visão seria o resultado de uma síntese aditiva envolvendo três receptores (cones), responsáveis pelas cores vermelho, verde e azul, e que a partir destas cores seria possível alcançar qualquer outra cor contida no espectro pela luz.

A fim de dar continuidade aos estudos de Young, o alemão Hermann Ludwig von Helmholtz, segundo Bouma (1947, p.209), retomou suas pesquisas a respeito da teoria tricromática, dando a ela um caráter mais científico.

Helmholtz desenvolveu o traçado das curvas que, como lembra Silveira (1994, p.29), representavam a ação das diferentes cores sobre as três categorias de fibrilas nervosas (cones) existentes na retina. Essas curvas foram divididas segundo as espécies de fibrilas. As pertencentes às primeiras espécies sensíveis à ação da luz vermelha apresentavam-se energicamente, as pertencentes à segunda espécie seriam muito sensíveis a ação da luz verde, e as fibrilas da terceira espécie seriam facilmente sensibilizadas pela luz azul.

O resultado da união dos conhecimentos desses dois grandes físicos, ainda de acordo com Silveira (1994, p.29), foi a demonstração de que era possível se obter qualquer cor do espectro através de uma mistura óptica aditiva, unindo-se as três cores básicas compostas pelas cores-luz: vermelho, verde e azul.

James Clerk Maxwell (1831-1879)

O físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879), além de complementar os estudos de Young e Helmholtz com o método de redução das cores, teve uma grande importância ao relacionar os efeitos elétricos e magnéticos à luz.

No campo dos estudos dos processos tricromáticos, Maxwell foi o primeiro a determinar experimentalmente as funções de combinações de cores ou valores tri-estímulos para o espectro visível, reproduzindo em 1859 uma imagem em cores de síntese aditiva e foi o primeiro a medir e a definir o espectro (1860). Segundo Silveira (2002, p.30), Maxwell definiu que para qualquer processo tricromático, deve-se inicialmente proceder a uma seleção de cores através da decomposição nas três cores primárias. As primárias instrumentais por ele definidas eram as radiações monocromáticas de comprimento de onda 631nm (vermelho), 526nm (verde) e 457nm (azul).

Mas talvez a maior contribuição de Maxwell no campo da cor como fonte luminosa se deva a suas pesquisas no campo eletromagnético. Segundo Salvetti (2008, p.70), foi no século XIX que Maxwell ao trabalhar com as equações que descrevem os fenômenos da eletricidade e do magnetismo pôde concluir que era possível obter equações de propagação de ondas no espaço vazio cuja velocidade era a mesma que a velocidade da luz. Maxwell também contribuiu com a verificação de que a

informação elétrica viajava como onda transversal com a velocidade da luz no espaço vazio deduzindo que a informação magnética fazia o mesmo.

A partir deste momento a ciência passou a tratar de maneira unificada os efeitos eletromagnéticos à luz tornando assim compreensíveis os processos de produção, absorção e propagação da luz como um todo.

Principais contributos científicos para o uso da cor como fonte luminosa

Os estudos, tratados e pesquisas feitos pelos autores citados anteriormente – Isaac Newton, Goethe, Thomas Young, Helmholtz e Maxwell – foram fundamentais para o desenvolvimento da ciência e do uso da cor como fonte luminosa. A compreensão de como o órgão visual humano capta e compreende a cor e a luz, e o fato de se poder interpretar como a cor é vista pelo ser humano em geral, foi uma descoberta que só foi conhecida em sua totalidade a partir do século XIX. As respostas destas questões envolvendo fisiologia e percepção foram importantes para os artistas das mídias digitais, pois estes passam a ter em mãos ferramentas de pesquisa e análise já fundamentadas e comprovadas.

A importância de Newton nos estudos da ciência e da óptica se desdobrou no conhecimento que hoje temos das propriedades da luz. A descoberta da luz como composição de cores viria a mudar o panorama da ciência, trazendo avanços tecnológicos e mudando a percepção do homem quanto à origem da cor. A experiência com os prismas revolucionara a concepção de síntese das cores em óptica. Newton contribuiu para a arte com os seus estudos cromáticos desenvolvendo o círculo das cores, que até os dias atuais é tomado como referência e é utilizado para representar percentualmente o valor que cada cor ocupa em todo o espectro. Newton estava interessado em divulgar e descobrir o lado técnico da cor e da luz, buscar sua origem da maneira mais exata possível, sem levar em conta a interferência do observador.

Goethe por sua vez estudou a fisiologia do olho humano voltando-se mais para a psicologia e aprofundando o estudo da sensação e da percepção. De acordo com Silveira (1994, p.19), Goethe, ao tentar provar que a luz branca não é composta por nenhuma cor, acabou provando que a cor por si só existia como um fenômeno que escapava à física. A presença de Goethe e seu interesse pela cor abriram portas

para o estudo fisiológico da cor, tornando os estudos que vieram a partir dele mais voltados aos efeitos da cor e não somente à causa.

Thomas Young colaborou com os estudos de fisiologia, inaugurando a Óptica Fisiológica. Desenvolveu em 1901 a teoria tricromática que, segundo Bouma (1947, p.207), dizia respeito à existência de três órgãos humanos sensíveis às cores vermelha, verde e azul e que, a partir da interação destas, era possível enxergar todas as cores do espectro.

Helmholtz deu continuidade aos estudos sobre a teoria tricromática de Young sob um caráter mais científico. Foi o primeiro, como diz Silveira (1994, p.28), a representar graficamente, através de curvas, as interferências que cada uma das três cores primárias fazia sob os cones, localizados na retina de cada indivíduo.

Thomas Young e Helmholtz contribuíram com os estudos no caminho de uma compreensão das relações cromáticas, analisando e desvendando o funcionamento dos olhos diante da luz. Definiram também um método de medida de cores. A teoria tricromática inaugurada por Young e completada por Helmholtz, como relata Silveira (2002, p.28), é largamente utilizada nos dias atuais por pesquisadores e artistas que atuam no campo cromático. Os princípios de tal teoria são aplicados na produção e na reprodução de todas as cores na televisão, nos monitores e aparelhos digitais, e se baseia na existência de três tipos de receptores visuais destinados à captação das luzes coloridas: RGB (*Red*=vermelho, *Green*=verde e *Blue*=azul).

O físico Maxwell (1831-1879) contribuiu para uma rápida evolução da tecnologia, após suas pesquisas no campo eletromagnético. Segundo Pedrosa (2008, p.109), a descoberta de Maxwell está ainda na essência do colorido da televisão que, servindo-se de elementos computadorizados na criação e manipulação de imagens, desencadeou o atual império da virtualidade.

Como se percebe no panorama histórico aqui traçado, a busca por uma definição e pelas propriedades da cor sempre foi uma constante para os pesquisadores que por essa área se interessaram. A formação de uma teoria da luz acabou se tornando complementar aos estudos da cor do objeto e trouxe progresso aos experimentos tecnológicos dos dias atuais.

Aplicações no campo da arte digital

Foi no século XIX que, segundo Popper (1993, p.7), a ciência e a tecnologia – que antes constituíam atividades distintas – passaram a se relacionar, resultando em um longo caminho de descobertas tecnológicas que viriam a ter importante papel na atual era das mídias digitais. Os artistas desde o começo exploraram o uso das mais recentes descobertas tecnológicas de modo a produzir obras que fossem, de acordo com Popper (1993, p.7), visualmente e intelectualmente impactantes.

No campo da luz, tais descobertas científicas propiciaram um rápido desenvolvimento de dispositivos tecnológicos que serviram de instrumento para os artistas pioneiros da arte digital nos anos 50 e 60, marcando a passagem da era mecânica para a era eletrônica. Esse início pôde ser identificado, segundo Popper (1993, p.9), na fotografia, no filme e na arte conceitual e cibernética.

Na tentativa de identificar as bases dos estudos cromáticos e dos de luz aplicadas nos dispositivos interativos a obra **Colour by Numbers** (disponível em <http://www.colourbynumbers.org/>), de autoria de Erik Krikortz, Loove Broms e Milo Lavén, servirá como um exemplo elucidativo de aplicação do uso da luz como fonte luminosa no universo da arte digital. Nesta obra participativa, criada com base nas mídias digitais, os artistas propõem ao participante/interator, a partir do uso do teclado do seu aparelho celular, a modificação das cores da fachada de um prédio por meio da alteração da mistura aditiva das luzes primárias emitidas pelas janelas da edificação, o que determina a visualização a cada andar de diferentes espectros de luz. Assim, durante um período máximo de cinco minutos, o participante tem a liberdade de alterar a fachada do prédio com luzes definidas a partir de uma mistura aditiva. Ao ligar para um dado número e ao seguir os protocolos da interface criada, pode-se modificar a aparência do prédio usando o teclado do telefone celular. Primeiramente, pressionando-se os números de 1 a 9, escolhe(m)-se o(s) andar(es) para a intervenção, sendo, posteriormente definida a modulação das cores, pressionando-se os números de 1 a 3, para definir a quantidade de vermelho, de 4 a 6, para a de verde, e de 7 a 9, para a do azul.

Os dispositivos tecnológicos envolvidos para a realização desta obra são constituídos do aparelho celular do participante, dos LEDs (Light-Emitting Diode –

diodo semicondutor que quando energizado emite luz) de três cores vermelho, verde e azul instalados por trás de cada uma das janelas do edifício e, também, da interface criada que possibilita a conectividade entre os comandos emitidos pelo celular e o recebimento das informações no prédio, as quais ativam de modo sincrônico, os LEDs que emitirão as luzes inerentes às misturas aditivas geradas por cada aparelho celular participante. Esta instalação já foi desenvolvida em Estocolmo, na Suécia, no prédio da Telefonplan (2006-2007), e na Torre de Perdigones (2008), em Sevilha, na Espanha, no contexto da Bienal Internacional de Arte Contemporânea de Sevilha.

Cabe observar que na base do funcionamento dos dispositivos tecnológicos empregados na obra, existem os princípios científicos da noção de luz como radiação eletromagnética, do conceito de mistura aditiva, já há tempo preconizado.

Decorre, portanto, que se a luz e a cor não eram tratadas como uma unidade antes das pesquisas e descobertas de Isaac Newton (1642-1727), foi a partir de sua experiência com o prisma que foi possível determinar que em sua composição a luz era formada por um conjunto de cores espectrais.

Por outro lado, na obra **Colour by Numbers,** nota-se a importância dada ao interator, representada pela sua capacidade de escolha e de determinação das potenciais combinações de cores. E, neste ponto, os estudos de Goethe (1749-1832), antes citados, valem ser ressaltados como contributos, visto que, como ressalta Silveira (1994, p. 19), eles destacam a cor enquanto fenômeno que escapa a física. Apregoam sentido não somente ao lado humano e psicológico, mas iniciam as pesquisas fisiológicas buscando explicações acerca dos efeitos visuais da cor, quando percebidas pelo homem por meio do órgão visual. Não esqueçamos que o uso de determinada cor interfere nos sentidos, emoções e intelecto, abrindo aqui um uma importante questão, que é a de relevar a importância da proposta poética a ser desenvolvida pelo artista na perspectiva de envolver o interator como agente de transformação da obra. Enfim, a de tratar a "arte como tecnologia", e não a "tecnologia como arte" (Plaza; Tavares, 1998, p.29).

Quanto à questão dos modos de visualização das experimentações artísticas digitais, vale destacar que, no contexto das mídias digitais, a mistura aditiva de cores

pela luz é a base para a geração e a visualização da imagem. Ou seja, os dispositivos de exibição de imagem, como a televisão, monitores, projetores digitais, etc. trazem à luz o vermelho, o verde e o azul, que se misturam formando as milhares de cores do espectro.

Como visto, foram os cientistas Thomas Young (1773-1829) e Helmholtz (1821-1894) que contribuíram de maneira mais direta com a teoria tricromática. Com base nela, foi possível determinar que em nosso aparelho visual existem três órgãos sensíveis às cores vermelho, verde e azul, justificando assim a formação de milhares de cores a partir dos seus diferentes percentuais de combinação.

Já as contribuições dos estudos de Maxwell (1831-1879) trazem avanços que permitiram o desenvolvimento acelerado dos dispositivos tecnológicos que temos hoje. Todavia, se os dispositivos tecnológicos "teoricamente" podem produzir cores não visíveis, resultado da potencialidade dos computadores em armazenar a quantidade enorme de informações, por sua vez, o olho humano percebe as diferentes sensações que a luz pura produz, que, em suma, diferenciam-se pela sua freqüência ou comprimento de onda e conformam o chamado espectro visível.

Em suma, em todos os momentos da história, a tecnologia e os novos meios advindos de descobertas científicas alteraram o panorama da arte. Os artistas foram se adaptando às novas linguagens e desenvolvendo suas obras, desfazendo as "fronteiras entre o que é do domínio artístico ou do científico" (Domingues, 2009, p.26). A arte feita com as tecnologias digitais e a inserção desta no "contexto científico e cultural" (Domingues, 2009, p.25) deve ser analisada em seus determinantes históricos para a redefinição da existência humana.

No caso das obras que utilizam a cor como fonte luminosa, o processo de produção está invariavelmente ligado à relação entre ciência e tecnologia, não sendo possível dissociá-las. Por outro lado, o modo de operar poeticamente com os meios digitais revela a transição do uso da cor do objeto para a cor como fonte luminosa. O artista define a cor como elemento mediador do processo, utilizando-a como um elo na comunicação entre a obra e o receptor.

O uso das novas tecnologias eletrônicas instaura diferentes possibilidades de participação do público na arte. O artista passa a ter em mãos uma diversidade de

novas tecnologias para trabalhar com a luz. Esses procedimentos de geração de imagens abrem diferentes potencialidades de expressão. Enfim, nas atuais experimentações digitais, a arte, a ciência e a tecnologia cada vez se imbricam como mecanismo para se pensar a atual inserção do interator como via para a metalinguagem e a transgressão dos meios [1].

[1] Este artigo refere-se ao primeiro capítulo da dissertação de mestrado "As poéticas da cor como fonte luminosa e a inserção do receptor" de autoria de Juliana Henno, sob orientação da Profa. Monica Tavares. No campo das mídias digitais, é patente a existência de experimentações que se viabilizam pela manipulação da cor materializada por fontes luminosas, que quando articuladas poeticamente podem favorecer o diálogo sinestésico entre obra e receptor. Essa dissertação visa investigar o modo como a cor como fonte luminosa pode promover as sucessivas trocas entre produção e recepção no contexto das experiências artísticas digitais. O artigo apresentado justifica-se, pois pretende destacar como historicamente a teoria da luz traz a base para a criação dos ambientes gerados pelos meios digitais. Vale observar que no contexto da dissertação as instalações interativas configuram-se como o nosso objeto de estudo.

Referências

ARGAN, Giulio Carlo. *La Teoria dei Colori*, introdução do livro. Tradução de Luiz Alberto de Genaro. Milano: Il Saggiatore, 1999.

BOUMA, Pieter Johannes. *Physical aspects of colour:* an introduction to the scientific study of colour stimuli and colour sensations. Eindhoven: Philips Gloeilampenfabrieken, 1947.

CRARY, Jonathan. *Techniques of the observer:* on vision and modernity in the nineteenth century. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1990.

DOMINGUES, Diana. (Org.). *Arte, ciência e tecnologia:* passado, presente e desafios. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

GUICCIARDINI, Niccolò. Newton. *Scientific American*, São Paulo, Editora Duetto, p.4-28, 2005. Edição Gênios da Ciência.

GUIMARÃES, Luciano. *A cor como informação:* a construção biofísica, lingüística e cultural da simbologia das cores. São Paulo: Annablume, 2000.

LICHTENSTEIN, Jacqueline. *A pintura:* textos essenciais, v.9. São Paulo: Editora 34, 2006.

NEWTON, Isaac. *Opticks*: or a treatise of the reflections, refractions, inflections & colours of light. London: The Warnock Library, 1730. Disponível em: <http://www.archive.org/details/opticksoratreat00newtgoog>. Acesso em: março 2010.

PLAZA, Julio; TAVARES, Monica. *Os processos criativos com os meios eletrônicos:* poéticas digitais. São Paulo: Hucitec, 1998.

PEDROSA, Israel. *Da cor à cor inexistente*. Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial Ltda., 1989.

PEDROSA, Israel. *O universo da cor.* Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2008.

POPPER, Frank. *Art of the eletronic age.* London: Thames and Hudson ltd., 1993.

SALVETTI, Alfredo R. *A história da luz*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

SILVEIRA, Luciana M. *A percepção da cor na imagem fotográfica em preto-e-branco.* São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002. Tese, PUC-SP.

SILVEIRA, Luciana M. *A reprodução cromática em síntese de imagens:* um estudo comparativo à pintura. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994. Dissertação, IA-UNICAMP.

Juliana Harrison Henno

Mestranda em Artes Visuais no PPG-AV da ECA-USP. Bacharel em Comunicação Visual e Desenho Industrial pela FAAP. Atual membro do grupo de pesquisa em arte, design e mídias digitais coordenado pela Profa. Dra. Monica Tavares.

Profa. Dra. Monica Tavares

É doutora em Artes pela ECA-USP. É pesquisadora do CNPq e docente do Departamento de Artes Plásticas da ECA-USP. Escreveu junto com o Prof. Julio Plaza (USP) o livro "Processos criativos com os meios eletrônicos: poéticas digitais".