

## Intersecções entre os campos da Arte e da Ciência

Regina Lara Silveira Mello<sup>1</sup>

Teresa Almeida<sup>2</sup>

**Resumo:** Apresentam-se reflexões sobre os campos da arte e da ciência, observadas as intersecções desde o nascimento da ciência moderna até hoje, pensando a arte além da possibilidade de ilustração no campo da ciência, mas na construção de linguagem artística. O olhar contemporâneo incorporou contribuições importantes no campo da ciência, como o desenvolvimento da perspectiva no período do renascimento, bem como as relações ópticas percebidas entre a luz e a cor, que tanto influenciaram a criação dos pintores impressionistas no início do século XX, assim como a arte tem contribuído para ampliar o campo do sensível, do imensurável, da intuição tão necessária aos processos de descoberta científica. Pretendemos focar na intersecção entre arte e ciência, refletindo sobre obras que relacionam especialmente luz e vidro.

**Palavras chaves:** Arte e Ciência; Linguagem da Arte; História da Ciência; Luz; Cor.

## The intersections between the fields of Art and Science

**Abstract:** Reflections on the fields of art and science are presented in this paper, noting possible intersections since the birth of modern science until today, thinking the art beyond as a possible illustration in science, but in the construction of artistic language. The development of perspective in the Renaissance, the optical relationship between light and colour in Impressionism exceedingly, have influenced artistic creation; like art contributed to enlarge the sensitive field, immeasurable, intuition as necessary to scientific discovery processes. We intend to focus on the relationship between art and science, showing works that relate especially light and glass.

**Keywords:** Art and Science; Language of Art; History of Science; Light; Colour.

---

<sup>1</sup> Doutora em Psicologia (PUCCamp), Mestre em Artes (UNICAMP) e Designer (UPM); Docente Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Educação, Arte e História da Cultura, Centro de Educação, Filosofia e Teologia (CEFT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie(UPM). Pós-doutoranda na VICARTE, Unidade de Investigação, Vidro e Cerâmica para as Artes, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL).reginalara.arte@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora - Departamento de Comunicação e Arte (Universidade de Aveiro), Master of Arts (University of Sunderland, UK) e Pintura (FBAUP).Docente Pesquisadora na Unidade de Investigação i2ads, Instituto de Investigação em Arte, Design e Sociedade. Faculdade de Belas Artes Universidade do Porto (FBAUP), Pós-doutora e pesquisadora na VICARTE, Unidade de Investigação, Vidro e Cerâmica para as Artes, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL). talmeida.fbaup@gmail.com

## Introdução

Há aproximadamente mil anos, no século XI, viveu o astrônomo, matemático, e médico iraquiano Ibn al-Haytham (conhecido no ocidente como Alhazen ou Alhacen), que escreveu tratados sobre ótica, astronomia, matemática, teorias da luz, da visão e dos números. Foi um grande cientista de origem árabe muçulmana. Sua principal contribuição foi um tratado de sete volumes sobre ótica, física, anatomia, matemática, geometria e psicologia, o *Kitab al-Manazir (The Book of Optics)*, escrito entre 1011-1021, quando estava em prisão domiciliar no Cairo, Egito, por ser considerado louco (BERNARDO, 2005).

No período medieval, Giotto di Bondone (1267-1337) pintou figuras de santos católicos com aparência mais natural, mais próxima da realidade, promovendo uma sensação visual de volumetria que distinguiu sua pintura de tudo o que era feito até então. Sabe-se que suas motivações eram de carácter humanista, buscando aproximá-los do homem, porém os efeitos trouxeram sem dúvidas contribuições à ciência. Surgia o embrião de uma nova forma de olhar. A linguagem do artista ampliou a visão do homem que iniciou o rompimento com a cosmologia medieval, onde o céu era um espaço sagrado incomunicável com a terra. O desenvolvimento da perspectiva que veio a seguir no período renascentista abriu a possibilidade de se pensar e representar a infinitude do espaço (ECO, 2010).

Cientistas e artistas observam a luz de diferentes maneiras, porém as pesquisas nestes dois campos tem se encontrado em muitos momentos ao longo do tempo. Os vitrais medievais demonstram o domínio dos feixes luminosos produzidos pelo vidro. Nas guildas, os vidreiros sabiam direcionar os reflexos das cores desejadas conforme a implantação das janelas no edifício. Demonstravam conhecimentos de luminosidade e insolação que utilizavam em decisões estéticas no processo criativo dos vitrais (ECO, 2010). Lorenzo Ghilbert (1378-1455) realizou vários vitrais para as catedrais italianas no século XV com preocupações óticas e os seus efeitos (GAGE, 2006).

O avanço da ótica associado às percepções da luz e da sombra nas linguagens da arte e da ciência impulsionaram uma verdadeira revolução científica naquela período. Foram os conhecimentos de desenho, dos traçados, do claro-escuro, adquiridos por Galileu Galilei em Florença que lhe permitiram compreender e representar a aparência da lua, conforme observara em sua luneta. A geometrização das projeções das sombras

revelaram uma superfície irregular, longe das imagens que a relacionavam a mitologia católica, e transformaram a lua num corpo celeste com características comuns, como a terra (REIS, GUERRA, BRAGA, 2006).

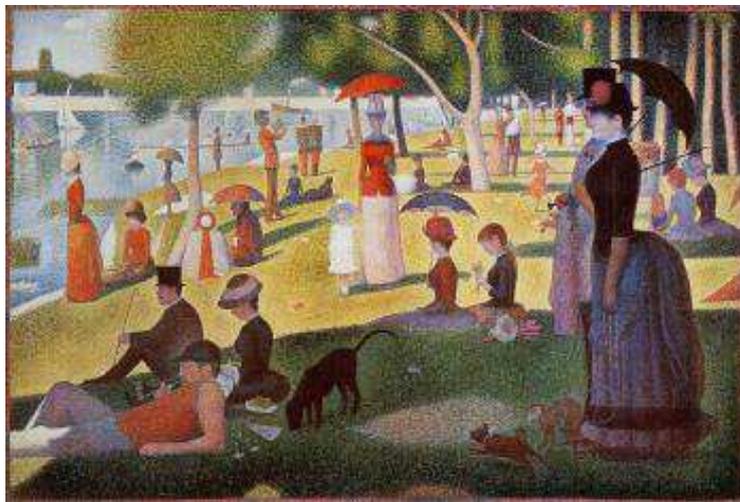
Arte e ciência se aproximaram de maneira mais clara e exemplar no período do Renascimento, na figura de Leonardo da Vinci (1452-1519), afamado como escultor, pintor, engenheiro e cientista. Para ele, arte e ciência completavam-se constituindo a atividade intelectual (KEMP, 2005). Além de tentar compreender o comportamento da luz e os processos fisiológicos da visão, aplicações práticas destes estudos estão descritas no Livro de Notas compilado por J.P. Richter (BERNARDO, 2005) e são reconhecíveis em suas pinturas. Leonardo da Vinci foi um artista cientista plenamente reconhecido, que pesquisou nos campos da arte e da ciência com igual propriedade.

Quando pensamos no estudo e elaboração de pigmentos que auxiliaram artistas como Leonardo da Vinci a representar as variações de luminosidade nas cores, verificamos que a relação entre arte e ciência vem se consolidando em muitos campos, hoje divididos em químicas e físicas cada vez mais específicas. No século XVIII os cientistas envolvem-se na descoberta de novos pigmentos e corantes. O químico Claude Berthollet (1748-1822), publicou em 1791 o livro *Elements de l'art de la teinture*, estudos que ainda hoje são utilizados pelos alunos de artes, como um sistema de classificação de cores (DELAMARE, GUINEAU, 2002). No século XIX, fabricantes de tintas como a Winsor & Newton e a Lefranc conseguiram produzir novas cores para os artistas e John Rand (1801-1873) inventa o tubo para o armazenamento das tintas a óleo (HALL, DORAN, MCCLISTER et FRANKEL, 2008). A utilização de tintas a óleo em tubos metálicos com tampas rosqueadas transformou o *modus operandi* dos pintores à época, que não precisavam mais comprar pigmentos e fabricar as próprias tintas, guardadas até então em bexigas feitas de peles de animais. Esta mudança também favoreceu a saída dos pintores para áreas externas, permitindo que o artista montasse o cavalete ao ar livre em qualquer lugar, levando suas tintas com maior facilidade.

Outro momento histórico marcante na exploração dos efeitos da luz foi o Impressionismo. Os pintores impressionistas utilizaram a luz de maneira inédita, como elemento de construção da matéria. Há 140 anos aproximadamente, artistas como Monet, Manet, Renoir, Sisley, Degas e Pissarro tentavam utilizar a pesquisa científica disponível a época, como as ideias de Newton sobre o espectro solar e o tratado das cores de Goethe, especialmente a *theory of colour* de 1810, para conseguir uma

representação mais exata da cor e do tom (KEMP, 2005). A evolução da mobilidade do artista permitida pela invenção de Rand, citada acima, foi essencial para os pintores impressionistas, que podiam sair a luz do dia e testar seus experimentos com cores. O pintor francês Georges Seurat (1859-1891) levou ao extremo os experimentos científicos relacionando cor e luz ao desenvolver uma técnica conhecida como pontilhismo, de grande repercussão na Europa, influenciando inclusive artistas brasileiros que lá estiveram.

Figura 1 – A *Sunday Afternoon on the Island of La Grande Jatte*. Óleo sobre tela. Georges Seurat, 1884-1886.



Fonte: Acervo – Art Institute of Chicago (USA).

Os irmãos Rodolfo e Carlos Chambelland, pintores brasileiros que viajaram a Europa, estudaram em Paris e na Itália, aderiram ao pontilhismo e regressaram encantados com as possibilidades criativas da luz colorida, não somente na pintura de telas, mas em originais criações de vitrais. A cúpula do Palácio Pedro Ernesto, onde atualmente funciona a Câmara Municipal do Rio de Janeiro, é um importante exemplar feito pouco depois do regresso dos artistas ao Brasil. O cartão foi desenhado pelos irmãos Rodolfo e Carlos Chamberlland e foi a base para o vitral executado em parceria com a Casa Conrado, ateliê de vitrais pioneiro no Brasil. Os efeitos de luz produzidos no interior do edifício nos dias mais ensolarados são filtrados pelos vidros coloridos, levemente sombreados pela pintura *grisaille*, que define expressões humanas e panejamentos nas imagens figurativas do vitral (MELLO, 1996).

Figura 2 – Cúpula do Palácio Pedro Ernesto, Vitral - Cartão de Rodolfo e Carlos Chambelland, execução da Casa Conrado.1924.



Foto: Acervo pessoal de Regina Mello.

Para estes artistas, que viveram em fins do século XIX, os reflexos luminosos eram impressões da realidade impregnadas nos sentidos e na retina, compostos de pontos de luz que estruturavam a imagem, numa mimese do funcionamento biológico da visão. Quando transportamos esta concepção aos dias de hoje, em plena era digital, podemos associá-la ao conceito contemporâneo do *Pixel* (aglutinação de *Picture* e *Element*, ou seja, elemento de imagem, sendo *Pix* a abreviatura em inglês para *Pictures*), isto é, o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de milhares de pixels forma a imagem inteira (PORTILHO, 2009). Essa ideia que nos parece tão compreensível hoje em dia foi desenvolvida pouco a pouco, com avanços da ciência e da arte nos mais variados temas que esta relação pode suscitar. Procuramos a seguir estudar esta evolução, com especial ênfase nas relações entre luz e vidro, material receptivo e também reflexivo, transformado em linguagem através da arte.

### **A luz na arte e na ciência: a mesma percepção em diferentes linguagens?**

Podemos assim sugerir que a relação entre artistas e cientistas possui um enraizamento único e peculiar. Uma relação de demanda na descoberta: “A arte e a ciência estão intimamente ligadas, na medida em que ambas e de entre todas outras produções espirituais apenas são mimese” (HAUSER, 1973; 10). Neste contexto, várias propostas artísticas exploram caminhos claramente inspirados ou apoiados em descobertas e inovações científicas ou tecnológicas. Desde meados do século XX o interesse dos artistas pela Ciência e a Tecnologia ganhou novos contornos, reflexos de

um movimento bastante dinâmico, constante e quase avassalador no que diz respeito à inovação e à descoberta de novas ideias, tecnologias e suportes comunicativos, que marcou todo o século. Em 1941 o *manifesto técnico dello spazialismo* procurava promover uma arte que falasse a linguagem da ciência, refletisse suas ideias e que influenciasse o subconsciente do homem contemporâneo, já atento aos novos conceitos científicos e tecnológicos (CRISPOLTI, SILIGATO, 1998). Em 1946, Gyula Kosice realizou em Buenos Aires as primeiras tentativas de utilização da luz néon, manufaturando a *Luminous Structures*.

O “Art & Technology Movement” desenvolvido nos anos 60, na Grã-Bretanha e nos Estados Unidos da América, incentivou artistas que trabalhavam com meios e materiais tradicionais a desenvolverem as suas atividades artísticas com o apoio das novas tecnologias. Nesta década várias manifestações artísticas recorrem ao apoio das novas tecnologias e da ciência, como as obras de Dani Karavan e Horst H. Baumann com lasers (POPPER, 1985).

Entre os artistas contemporâneos que desenvolveram sua poética explorando as relações entre arte e ciência especialmente relacionados a luz e a cor, apresentam-se alguns casos de estudo significativos: Joost van Santen, Olafur Eliasson, Regine Schumann e Teresa Almeida. Joost van Santen é um artista holandês cujo trabalho de vidro se encontra em vários lugares de arte pública. Nas suas instalações, o artista procura o jogo das cores e das sombras que o vidro colorido projeta no chão. Nas obras *Ellipse of Light*, 2001 (Figura 1), instalada na estação de trem em Hilversum, Holanda e *Light Man Number 1*, na praça Wenceslas em Praga, Republica Checa, segundo as palavras do próprio artista, temos a percepção da luz como parte do universo (FAGHIHI, ALMEIDA E QUINTAS, 2015).

Figura 3 – *Ellipse of Light*, 2001. Josst Van Santen.



Foto: Acervo – VICARTE (Portugal).

O artista dinamarques Olafur Eliasson é um pesquisador dos movimentos e reflexões da luz, que surgem constantemente em seu trabalho. A obra *Colour activity sphere*, de 2009, exposta na Tanya Bonakdar Gallery, em Nova York, é uma grande esfera feita de duas redes de inox sobrepostas, criando intervalos regulares, formados por linhas geodésicas onde há vidro colorido fundido manualmente e vidros com filtros óticos de efeito. Uma lâmpada no centro da esfera projecta o padrão dinâmico de sombras criadas pelos intervalos em formato triangular no espaço circundante. O artista inspirou-se em peixes num cardume em constante movimento, que parecem se projetar na parede. Sua obra é extensa e muito conhecida, com instalações em espaços públicos, museus, galerias, sempre explorando os comportamentos da luz submetida a lentes ou superfícies reflexivas, produzindo efeitos óticos.

Figura 4 – *Colour Activity Sphere*, 2009. Olafur Eliasson.

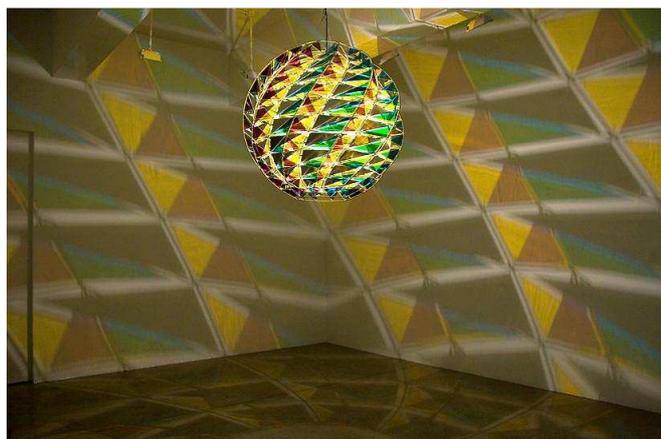


Foto: Acervo – VICARTE (Portugal).

A obra de Regine Schumann, artista alemã que se destaca pelo uso conceitual da luz, criando instalações com objetos luminescentes de acrílico, tecido ou plástico transparentes, exibidos sob luz negra ultravioleta que faz surgir uma aura ou brilho em torno de cada peça e sobre as superfícies próximas. Expõe frequentemente em galerias no exterior e também na Alemanha, como a *Zentrum für internationale Lichtkunst Unna*, onde expos recentemente *Dark!*, 2015, uma obra feita com imensas chapas de acrílico luminescente curvadas, dispostas num espaço subterrâneo, iluminado com lampadas tipo UV.

Figura 5 – *Dark!*, 2015. Acrílico luminescente curvado. Regine Schumann.

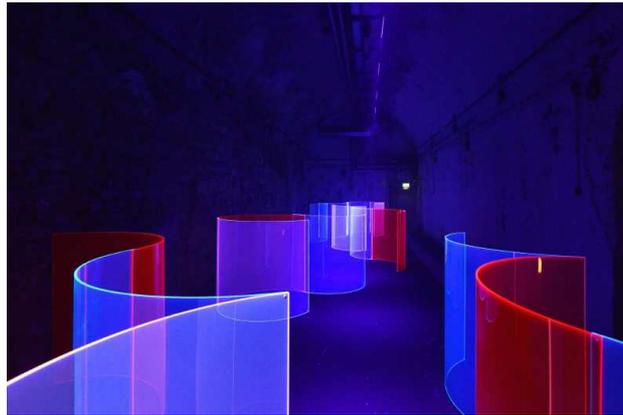


Foto: Acervo – VICARTE (Portugal).

### **Vidros luminescentes de Teresa Almeida: um processo criativo inserido na intersecção entre arte e ciência**

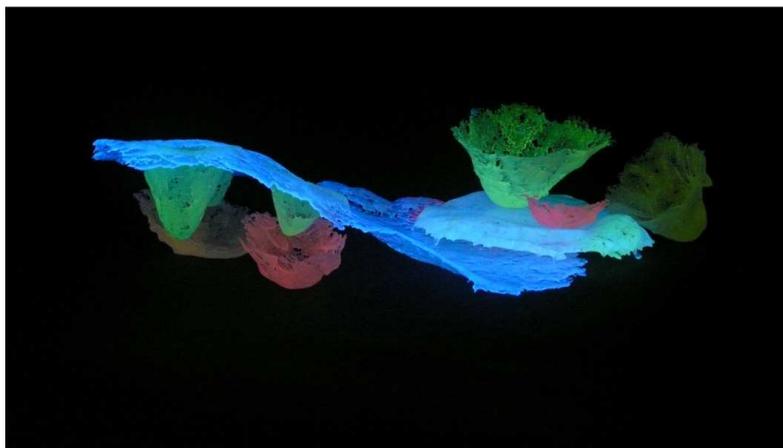
Destacamos especialmente a obra da artista portuguesa Teresa Almeida, pois além de sua relevância na linguagem da arte contemporânea, suas esculturas revelam ações características de uma pesquisadora no campo da ciência. A artista é também professora na Universidade do Porto, Master of Arts /Glass pela University of Sunderland (Reino Unido) e doutora pela Universidade de Aveiro em Portugal, onde constituiu pesquisa articulando saberes da arte e da ciência, estudando profundamente a massa vítrea e recriando a matéria com substâncias que produzem efeito de luminescência quando expostas a luz ultravioleta em ambiente escuro. Tendo a oportunidade de conhecer o desenvolvimento dos materiais que resultaram nas obras, relacionamos a ciência dos materiais a poética artística.

A produção artística de Teresa Almeida bem exemplifica o pensamento do psicólogo húngaro Mihaly Csikszentmihalyi, que entrevistou artistas e cientistas estudando os processos de criação artística e de descoberta científica, justamente para revelar os pontos comuns nos processos científicos e artísticos. Suas pesquisas o levaram a elaboração do conceito de *flow*, o fluir de idéias correntes, descrito como um estado de profunda concentração quando pensamentos, intenções, sentimentos e todos os sentidos enfocam o mesmo objetivo geral (CSIKSZENTMIHALYI, 1996). O cientista avança em suas pesquisas sondando o desconhecido, ampliando sua sensibilidade e imaginação apoiado em conhecimentos adquiridos, porém atento às intervenções do acaso, daquilo que pode surgir e revelar o intangível, o invisível até aquele exato momento. O artista envolvido no fluir do processo criativo inventa seus

métodos e ferramentas, é capaz de buscar conhecimentos em outros campos para desenvolver seu trabalho e, caso considere necessário, se aprofundar numa pesquisa científica em favor da criação de uma obra de arte (MELLO, 2008).

Teresa Almeida tem exposto internacionalmente sua obra em eventos e locais como o *Luxemburg Glass Festival* (Asselborn, Luxembourg, 2013), *Projections* (Deakin University, Austrália, 2013) e na *Pratt Fine Art Gallery* (Seattle, EUA, 2011). Aproximou-se de pesquisadores da ciência dos materiais com o intuito de criar uma ampla paleta de cores para suas esculturas de vidro. Uma pesquisa interdisciplinar que inovou, resultando num material que tanto pode servir a expressão artística, como também representa um avanço tecnológico significativo na área científica, especialmente a química e a física.

Figura 6 – ‘Subtle movements of the corals in the Blue Ocean I’ (19x80x25cm, 2008), Pâte de verre.



Fonte: Acervo pessoal de Teresa Almeida.

Em 2011, a artista levou ao centro Histórico da Universidade Presbiteriana Mackenzie a exposição ‘Vidro [ARTE] Luminescência’, com curadoria de Regina Lara. Foram mostradas esculturas de vidro concebidas e realizadas a partir de antigas técnicas de fusão do vidro como *pâte de verre* e *casting* inspiradas em elementos da fauna e flora marinha.

Nas obras de *pâte de verre*, distinguam-se minúsculos pedaços de vidro delicadamente unidos como se fossem colônias de corais, com texturas irregulares e superfície fosca, transmitindo leveza e sugerindo a fragilidade da vida no oceano mais profundo. Em contraste, as esculturas em *casting* são elementos mais sólidos, parecem rochas encravadas no chão do mar, com superfícies polidas como lentes revelando

contornos da forma entre transparências. As esculturas eram iluminadas por lâmpadas negras de luz ultravioleta fixadas em luminárias bem próximas, de modo a incidir sobre as obras, mas proteger os olhos do visitante. Quando a luz ultravioleta é apagada e a obra é iluminada apenas pela luz fria comum a qualquer ambiente, o vidro retorna ao seu estado incolor, sugerindo o mistério deste instigante material desenvolvido por Almeida, nos levando a imaginar o apagamento da vida no fundo do mar, sugerindo a morte das colônias de corais marinhos.

Figura 7 – ‘Thoughts of a dream’ (0,45cm de altura, 2010) Casting e Pâte de verre.



Fonte: Acervo pessoal de Teresa Almeida.

Atualmente, Teresa Almeida é pesquisadora na VICARTE (Vidro e Cerâmica para as Artes), unidade de investigação da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) em parceria com a Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa (FBAUL). Dedicar-se à promoção da transdisciplinaridade aplicada aos materiais vidro e cerâmica, focando-se nas intersecções arte e ciência, estimulando a partilha de conhecimento, experiências e metodologias entre estas duas áreas juntando cientistas e artistas para trabalharem juntos. Neste momento possui dois grupos de pesquisa: Criatividade e Materiais Contemporâneos e Património Cultural. O primeiro grupo representa o aspecto mais transdisciplinar, unindo cientistas e artistas; o segundo grupo dedica-se ao estudo e conservação do património vítreo e cerâmico.

A VICARTE organizou, em 2015, uma exposição internacional em Veneza, Itália, e Lisboa, intitulada *within Light/inside glass, and intersaction between art and science*

que procurava mostrar esta relação entre arte e ciência. Realizada no ano internacional da Luz, esta exposição procurou também focar as particularidades da luz no vidro. Segundo as palavras da curadora Francesca Giubilei “A arte move-se numa zona intermédia, científica e pré-científica. E é na penumbra das possibilidades e das interrogações que vidro e luz se fundem” (GUIBILEI, 2015).

## **Conclusão**

A observação de percursos históricos comuns aos campos da arte e da ciência, verificando intersecções possíveis desde o nascimento da ciência moderna até hoje, revela como a ciência vem apoiando os processos de criação artística, assim como a arte tem contribuído para ampliar o campo do sensível, do imensurável, da intuição tão necessária aos processos de descoberta científica. As relações entre o vidro e a luz foram destacadas neste artigo como possibilidades de intersecção entre arte e ciência, não somente através do jogo das sombras coloridas, dos impressionantes reflexos luminosos das obras de Josst Van Santen, ou os efeitos óticos bem elaborados de Ólafur Eliasson, como também através das obras luminescentes das artistas Regine Schumann e Teresa Almeida. Schulmann explorou a plasticidade de um material bem conhecido e bastante utilizado na área do design: o acrílico, ou polimetilmetacrilato (PMMA). Almeida desenvolveu um material novo para suas criações: o vidro luminescente, que se caracteriza por permanecer incolor ao olho humano na luz natural, mas na presença da luz ultravioleta ganha uma nova cor. Este trabalho feito em vidro ressalta a importância da luz, pois possibilita a visualização das peças em duas vertentes: monocromática e policromática. O desenvolvimento destes materiais só foi possível pela relação estabelecida entre artistas e cientistas na unidade de investigação VICARTE (Vidro e Cerâmica para as Artes).

Não podemos esquecer que o desenvolvimento e uso da tecnologia e da ciência pelos artistas foram e continuam sendo parte integrante e fundamental do processo criativo da arte (SHANKEN, 2007). Neste sentido consideramos fundamental a interligação multidisciplinar que une artistas e cientistas, numa troca de conhecimentos e permanente enriquecimento de saberes.

**REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, T.; OLIVEIRA, R.; ANTUNES, J.A. - **Luminescent glass, art with light and colour**. IN: CIANTEC, Anais do III Congresso Internacional em Artes, Novas Tecnologias e Comunicação, 2009.

ALMEIDA, T. M. C. de. **O vidro como material plástico: transparência, luz, cor e expressão**. Tese de Doutorado. Universidade de Aveiro, Portugal, 2011.

BERNARDO, L. M. **História da Luz e das cores**, Volume I, Porto: Editora UP/Universidade do Porto, 2005.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Creatividad. El fluir y la psicología del descubrimiento y la invención luir (Flow): uma psicología de la felicidad**. Barcelona: Paidós Ibérica, 1998.

CRISPOLTI, E.; SILIGATO, R. **Lucio fontana**. Milan: Electa, 1998.

ECO, H. **Arte e Beleza na Estética Medieval**. São Paulo: Record, 2010.

FAGHIHI, P.; ALMEIDA T.; QUINTAS, F. - **Public Glass Art: Exploring the impacts of glass art in public spaces**. IN: Anais do Congresso Mundial de Comunicação e Artes - WCCA'2015. Salvador: Universidade do Estado da Bahia, pp. 21-24, 2015.

DELAMARE, F.; GUINEAU, B. **Colour Making and using dyes and Pigments**, Singapura: Thames & Hudson, 2002.

GAGE, J. **Color and Meaning, Art, Science and Symbolism**. Singapura: Thames & Hudson, 2006.

GUIBILEI, F. In **within Light/inside glass, and intersaction between art and science**. Lisboa: Fundação Millennium bcp/Galeria Millennium, 2015.

KEMP, M. **The Science of Art: optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat**. London: Yale University Press, 1990.

HALL, E.; DORAN, A.; MCCLISTER, N.; FRANKEL, S. R. (ed). **Colour Chart: Reinventing colour, 1950 to Today**. New York: The Museum of Modern Art, 2008.

HAUSER, A. **A arte e a sociedade**. Lisboa: Editorial Presença, 1973.

MELLO, R.L.S.M. **Casa Conrado: cem anos do vitral brasileiro.** Dissertação de Mestrado. Campinas/SP: Universidade Estadual de Campinas, 1996.

MELLO, R.L.S.M. **Processos Criativos em Arte: Percepção de Artistas Visuais.** Tese de Doutorado. Campinas/SP: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2008.

POPPER, F. **Art of the Electronic Age.** London: Thames & Hudson, 1997.

PORTILHO, G. **O que é um pixel.** Disponível em <http://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/o-que-e-um-pixel/>. Acesso em 5/12/2016.

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

SHANKEN, E. **Historicizing Art and Technology: Forging a Method and Firing a Canon, In Media Art Histories,** London: MIT Press, 2007.