

Introdução

Há alguns anos, os projetos de pesquisa têm se tornado cada vez mais interdisciplinar. Talvez os pesquisadores tenham percebido que se isolar em suas áreas específicas não seja tão produtivo ou não traga a inovação nem os resultados esperados. Independente da razão da existência desses novos projetos, fato é que com essas pesquisas, a metodologia de trabalho tende a se modificar.

De forma tradicional, a maioria destas pesquisas acaba por adotar a metodologia científica como forma de trabalho, empregando ferramentas específicas de determinada área para a execução dos experimentos. Mas seria esse o melhor caminho? O objetivo deste artigo é justamente pesquisar se existe uma metodologia específica de trabalho para desenvolver projetos interdisciplinares, mais especificamente para aqueles que agregam a biologia, ao design e as artes.

A especificidade de estudo da biologia e suas interações, deve-se ao fato de ser uma área do conhecimento que tem sido apontada como determinante para uma nova revolução na produção de produtos, conhecimento e renovação cultural. Segundo alguns apontamentos, a biologia seria responsável por uma nova revolução industrial, após o advento da tecnologia de ponta, agregando a inovação e manipulação da genética, dos microrganismos, e da natureza de forma geral, aos sistemas digitais. Paralelo a isto, as artes propõem de forma avançada e premonitiva, reflexões sobre esse presente/futuro biológico.

É essencial para este estudo então entender a relação da biologia com a arte e o design, assim como com outras áreas do conhecimento; averiguar as metodologias de trabalhos interdisciplinares existentes; fazer estudos de caso de projetos de Bioarte e Biodesign, focando em seus processos metodológicos; e sondar se existe uma metodologia adequada para processos interdisciplinares.

É importante definir aqui que consideramos um projeto interdisciplinar como sendo aquele que se utiliza para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento de pesquisas, duas ou mais disciplinas ou áreas de conhecimento.

Um das grandes dificuldades na adoção de metodologias para a relação entre biologia e arte/design, ocorre por se tratar da interação entre ciências e humanidades, que tem ferramentas e análise de dados muito diferenciados, sendo uma extremamente específica e outra de análise majoritariamente qualitativa, por isso a importância de tentar-se elucidar os processos metodológicos oriundos desta ligação entre áreas tão distintas.

A seguir se tem algumas definições de conceitos e buscando possíveis respostas para estes questionamentos, de uma forma reflexiva ao invés de generalista.

1. Referencial teórico

1.1. Biomimética e biodesign

A relação entre biologia e outras áreas do conhecimento não é algo novo, tendo se iniciado no período renascentista, marcado pelo pensamento humanista e com grande desenvolvimento

¹⁹ Doutorando em Arte, linha de pesquisa Arte e Tecnologia, Universidade de Brasília, Departamento de Artes Visuais/IdA.

das ciências naturais. Um dos expoentes nesse tipo de pesquisa foi Leonardo da Vinci (1452-1519), que além de sua expressão artística, também fez pesquisas nas áreas de ciências, design e arquitetura.

No entanto, essa relação se estreitou bastante no período do Art Nouveau, com o desenvolvimento industrial que permitiu a criação de novos produtos adequados a tecnologia do período e que se utilizou da natureza como inspiração nos projetos de artistas como Antoni Gaudí (1852-1926) e Gustav Klimt (1862-1918).

A biomimética como área de conhecimento, teve seu nome utilizado pela primeira vez por Otto H. Schmidt em 1957, caracterizando pesquisas que utilizavam a natureza como possibilidade de fazer analogias formais e funcionais na resolução de problemas para o desenvolvimento de novos produtos.

Ampliando esse conceito, Janine Benyus, grande estudiosa da área e fundadora do *Biomimicry Institute*, passou a pensar a natureza e a sua influência de três formas diferentes: a natureza como modelo, onde a natureza é tida como inspiração ou modelo no desenvolvimento de processos para resolver problemas humanos; a natureza como medida, onde a natureza é tida como padrão para ajustar inovações, uma vez que conseguiu êxito ao ajustar variáveis durante milhões de anos; e a natureza como mentora, onde serve como ensinamento para os homens (BENYUS, 2012).

Podemos perceber então, que a biomimética independente da forma como é utilizada, pensa os projetos por meio de analogias com a natureza, já o biodesign tem uma relação diferente com a biologia. Os trabalhos de biodesign utilizam a própria natureza no produto final, ou a utilizam no processo produtivo no desenvolvimento de novos produtos e serviços, agregando a tecnologia da natureza à resolução de problemas da vida contemporânea (MYERS, 2012).

Uma das grandes vantagens deste tipo de projeto é que uma vez esgotado o produto, ele poderia voltar integralmente à natureza, associando o ciclo de vida do produto ao ciclo de decomposição da matéria. (LASKY, 2013).

É provável que a biotecnologia vá dominar nossa vida e nossas atividades econômicas durante a segunda metade do século XXI, assim como a tecnologia computacional dominou nossas vidas e economia durante a segunda metade do século XX. (DUBBERLY, 2008, pg.1 apud DYSON, 2008, tradução nossa).

Será possível ver nos estudos de caso como esses projetos são desenvolvidos e quais metodologias utilizam, de maneira a entender melhor essa forma de pesquisa. Por enquanto é bom ter a percepção que essas áreas interdisciplinares são por si só uma metodologia de trabalho, que buscam soluções mais completas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Segundo Detanico, Teixeira e Silva (2010), a criatividade para encontrar soluções para projetos, nasce com frequência dessa relação com a natureza e descrevem a metodologia adotada para esse tipo de processo em três macro-etapas de acordo com Romano (2003), intercaladas por análises de resultados. São elas: *planejamento*, envolvendo as ações de estruturação do projeto, construindo um conhecimento prévio e selecionando ferramentas para que a pesquisa tenha unicidade e uma trajetória com começo e fim; *projeção*, que envolve a transformação do projeto em informações técnicas sendo realizados os processos de projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado do produto; e por fim a *implementação* da solução técnica proposta e do plano de produção, lançamento e validação do projeto.

Analisando dessa forma, teríamos então um processo metodológico linear, caracteristicamente científico e aparentemente controlado e preciso, mas é necessário analisar a estrutura destas macro-etapas, assim como perceber que os projetos devem ser analisados individualmente e comparar com outras possíveis metodologias.

A natureza foi, é, e será uma fonte infinita de inspiração criativa para a humanidade. Os sistemas biológicos que residem na natureza são caracterizados pela sua complexidade, sensibilidade e flexibilidade, pela sua capacidade de adaptar-se a ambientes em mudança, e pelo seu elevado grau de fiabilidade. (SOARES, 2008, pg. 25).

Assim, de acordo com o pensamento de Soares (2008), talvez a própria natureza possa inspirar a adoção de uma metodologia para trabalhos de biodesign, de forma que sejam mais flexíveis e adaptáveis, de acordo com a sua complexidade.

1.2. Bioarte

A utilização de protocolos e ferramentas da biologia na bioarte representou uma grande mudança nas formas de expressão, principalmente quando aliadas a tecnologia. Conceituamos bioarte aqui como sendo uma área do conhecimento que utiliza a matéria viva como meio ou inspiração para a produção de obras, independente se são realizadas em ateliês ou laboratórios, mas que apresentam em seu cerne o conceito da natureza e suas reflexões produzidas a partir daí.

Frances Stracey (2009), pesquisadora da área de História da Arte da Universidade de Londres, faz um panorama da bioarte, mostrando como o desenvolvimento da biologia conduziu a uma mudança no meio artístico tradicional, onde os objetos de arte foram transformados na criação de seres vivos, graças à ajuda de cientistas e apoios financeiros. Segundo Stracey, os praticantes da bioarte apoiam a justificativa de seus trabalhos, de transformar seres vivos em arte, no esteticismo e cientificismo, ou simplesmente na sua liberdade de criação.

Com o desenvolvimento e aliança da tecnologia com a bioarte, a motivação de criação de uma artista ou cientista, de acordo com o seu histórico, permitiu ao público ter diferenciadas experiências estéticas na arte e tecnologia. Isso proporcionou o surgimento de um novo tipo de artista, que concebe seu trabalho como um projeto-processo, que necessita de um estudo teórico do tema, aplicando várias tecnologias e envolvendo uma equipe interdisciplinar para proporcionar a sua realização (ZARINA, 2016).

Percebe-se assim que a bioarte já apresenta uma inclinação maior para apresentar a interdisciplinaridade e que mostra a metodologia como um processo aberto, em constante construção, e que não necessariamente necessita chegar em um produto final acabado, mas que tem a prerrogativa da reflexão e interação com o observador.

Essa interação arte/tecnologia/biologia teve o início de sua expressão na década de 50, com o advento das tecnologias computacionais, mas muitas vezes realizados por engenheiros devido a restrição do entendimento técnico do projeto, mas somente tiveram uma maior expressividade a partir dos anos 2000, quando o custo da síntese de DNA caiu drasticamente, assim como o aço e os computadores nos últimos séculos, indicando sua popularização e acessibilidade da técnica.

A Bioarte, tem sido precursora de projetos utilizando organismos vivos desde a última década, com trabalhos experimentais como o *GFP Bunny* (2000) de Eduardo Kac (1962). Alba, a

coelha/obra pensada por Kac, faz parte de uma linha de pesquisa chamada arte transgênica, onde ocorre a manipulação de genes para a geração de seres únicos e antes inexistentes. A coelha apresenta uma modificação genética para produção de uma proteína luminescente chamada GFP (*green fluorescent protein*). A ideia de Kac é justamente provocar a discussão sobre engenharia genética e seus limites éticos, além de tratar sobre assuntos como criação, evolução, biodiversidade e expansão dos limites conceituais da arte (figura1).

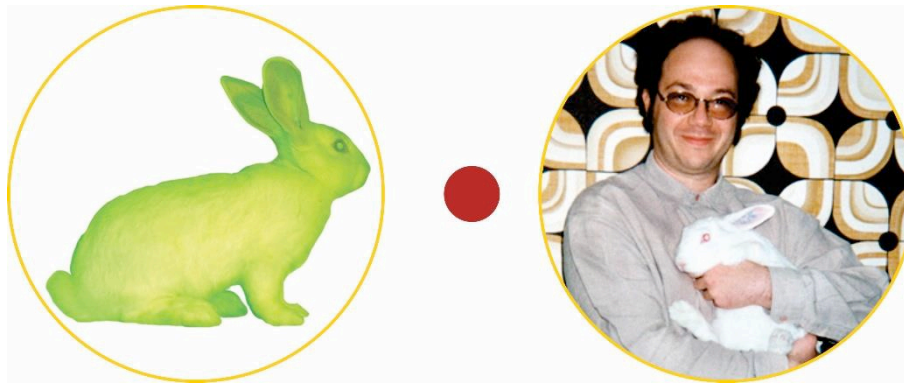


Figura 1. Alba, o coelho fluorescente. (FONTE: <http://www.ekac.org/>. Acesso em: 03 dez 2016)

Percebe-se assim não somente a complexidade das metodologias utilizadas para realizar pesquisas na bioarte, mas também a necessidade da relação com outras áreas essenciais para o desenvolvimento desses projetos, como a ética e a sociologia, devido as mudanças culturais provocadas por esses trabalhos.

1.3. Metodologia

Um método é um procedimento ou caminho para se atingir um determinado objetivo e desta forma, a metodologia científica, pode ser definida como:

Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que devemos empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Os métodos que fornecem as bases lógicas à investigação são: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico. (PRODANOV, 2013, pg. 24).

O método científico foi por muitos anos, pensado na academia como a única forma de se produzir conhecimento científico, onde a partir de uma dúvida, o problema era decomposto em partes pequenas, assim o universo era simplificado para ser melhor entendido.

As variáveis de um problema eram elencadas, e os experimentos realizados de forma controlada, excluindo contextos e outras variáveis para se chegar a um determinado resultado, produzindo generalizações.

No entanto, se for analisada a não linearidade da realidade, percebe-se que não se pode fazer apenas uma análise controlada e quantitativa no caso dos estudos interdisciplinares, seria reducionista analisar um fato isoladamente e de forma linear.

Assim, a possibilidade de fazer uma análise sistemática desses projetos, pensando a metodologia, como uma rede e não linear, enxergando e definindo várias variáveis de atuação, e de forma qualitativa, parece muito mais conveniente e próximo a realidade natural da vida.

A Teoria da Complexidade constitui um meio útil para entender os processos de inovação e autorrenovação. É um novo modo de investigação das mudanças. É também um instrumento útil para entender as mudanças sociais no mundo, pois desafia as suposições convencionais de estabilidade natural, equilíbrio, processos lineares e predictibilidade. (LANA, 2011, pg. 54)

As metodologias de design e arte antigamente, estavam muito ligadas apenas a questão formal, técnica ou projetual, mas atualmente são vistos envolvidos por um cenário de grande complexidade, sugerindo assim uma mudança de visão e adoção de equipes interdisciplinares para o desenvolvimento de projetos, com um maior compartilhamento de conhecimento, e maiores produtividades e inovação.

Segundo Moggridge (2008, apud Lana, 2011) é complexo trabalhar com equipes interdisciplinares, formados por pessoas com diferentes conhecimentos. No entanto, quando o trabalho se torna fluído, surgem novas possibilidades e a criatividade acaba advindo de vários lugares e com diferentes pontos de vista. A metodologia, é assim a etapa mais importante do projeto, pois sem o método, os resultados obtidos podem ser duvidosos e entregues ao acaso, principalmente quando generalistas.

Um dos grandes desafios ao se adotar a Teoria da Complexidade como método é estabelecer corretamente os questionamentos da pesquisa, seu objetivo, a definição das variáveis e do universo a ser trabalhado, além da formação e gestão de equipes interdisciplinares, quando necessário, que contam com pessoas das mais diversas áreas, com diferentes conhecimentos, temperamentos e formas de trabalhar, sendo assim necessária uma boa gestão de pessoas. É necessário também saber gerir bem o processo, uma vez que ele não é mais linear, acontecendo várias etapas simultâneas, onde os resultados de alguns experimentos, podem mudar completamente a direção da pesquisa, sendo mais fluído e inesperado o caminho.

No entanto, é desta forma que se acredita obter resultados mais próximos da realidade, com metodologias que humanizam os processos tecnológicos, visto que todo o processo está submetido a incertezas e imprevisibilidades sociais e culturais, destacando a mutabilidade, dinamismo e complexidade da vida.

2. Estudo de caso

Destacam-se nos estudos de caso abaixo, uma pequena descrição dos trabalhos, mas principalmente a metodologia utilizada e comentários dos autores sobre o processo de criação das obras.

2.1. Natural history of the enigma

A exposição de Eduardo Kac "*Natural History of the Enigma*" é um dos seus típicos trabalhos de Arte transgênica, onde novas formas de vida foram criadas a partir de híbridos genéticos que misturam uma fração do código genético do artista com o de outros seres vivos, neste caso uma petúnia transgênica batizada de '*Edunia*'.

No processo de criação da '*Edunia*', o sangue de Kac foi coletado e do seu cromossomo de número dois, foi isolada uma parte do gene da imunoglobulina. Essa sequência de bases isoladas

foi transferida para um plasmídeo (DNA circular) que apresenta também o gene para resistência ao antibiótico canamicina. Esse plasmídeo é introduzido em uma bactéria que entra em contato com as células da petúnia, permitindo que ocorra a transformação e migração da sequência de bases do plasmídeo para o DNA da planta. Depois, as células da planta são expostas ao antibiótico canamicina, e apenas aquelas células que sofreram mutação e apresentam tanto o gene de Kac, como os de resistência a canamicina, sobrevivem. As células sobreviventes são colocadas em um meio de cultura que permite que elas se multipliquem e comecem a formar uma nova planta, que é transferida para o solo e após três meses de cultivo começam a expressar o gene de Kac nas flores. O efeito dessa transformação na petúnia é a formação de veios avermelhados nas pétalas da flor, lembrando um sistema circulatório bastante ramificado (figura 2).



Figura 2. Detalhe da flor da Edunia, mostrando seu sistema vascular; a planta em exposição no Weisman Art Museum em Minneapolis; a exposição *Natural History of the Enigma*. (FONTE: <http://www.ekac.org>. Acesso em: 03 dez 2016)

Eduardo Kac, observou desde a virada do milênio até os dias atuais a mudança de custo da biotecnologia e a aceitação do público perante o tema. Em seus projetos, realiza aquilo que muitas vezes parece impossível, para provocar reflexões a respeito da criação da vida e da realização de experimentos genéticos. É certo que muitos debates foram originados a partir de seus trabalhos, devido a sua maneira de tentar despertar não só a sensibilidade e o olhar poético do observador, mas tornar também o pensamento mais crítico e fundamentado. O artista que sempre trabalha de forma interdisciplinar aprova o barateamento dos processos biotecnológicos e a realização de experimentos genéticos pela população, pois acredita que quando em controle dos indivíduos, essas tecnologias adquirem um novo significado e geram uma nova cultura.

Neste seu trabalho ocorreu a formação de uma equipe interdisciplinar, que a partir das ideias iniciais de Kac tentaram e conseguiram produzir o indivíduo mutante com ferramentas específicas de cada área, altamente complexas devido à dificuldade de incorporar fragmentos genéticos entre espécies diferentes. Para isso, contou com uma equipe de biólogos, coordenadores e assistentes, fazendo um trabalho interdisciplinar que segundo o artista, seu papel era gerir e procurar minimizar os problemas de comunicação entre os participantes.

Em seu discurso, o artista critica aqueles projetos que tem por finalidade a associação do trabalho genético a produtos, preferindo o exercício experimental e sem fim certo. Seu objetivo é criar novas formas de vida que não foram criadas pela natureza.

2.2. Victimless leather

No projeto *Victimless leather* (2004), os cientistas Oron Catts e Ionat Zurr do laboratório australiano SymbioticA, criaram um casaco com tecido celular, que permaneceu vivo durante cinco semanas alimentando-se de um bionutriente em uma bomba peristáltica. A base do casaco foi criada em um polímero biodegradável e depois semeada com células ósseas e cartilagosas de rato (figura 3).

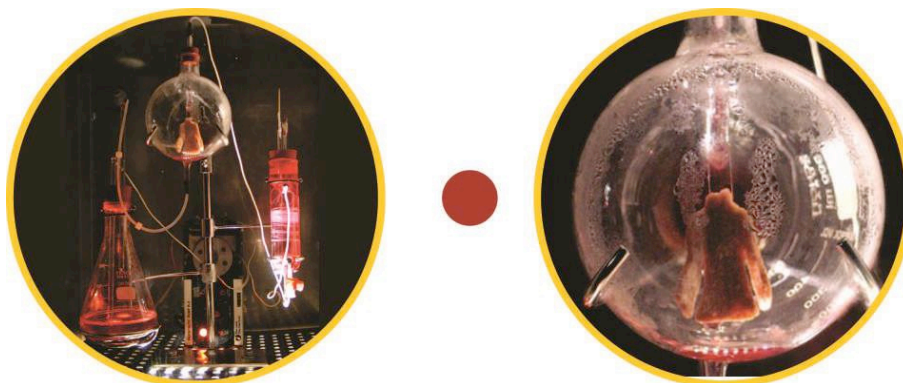


Figura 3. Experimento *Victimless leather* e detalhe do casaco feito de tecido celular . (FONTE: <http://www.tca.uwa.edu.au/>. Acesso em: 03 dez 2016)

Os maiores problemas encontrados pelos pesquisadores Catts e Zurr para a execução deste protótipo de casaco constituído por células de rato, foram a nutrição dos tecidos celulares formado por compostos de origem animal e a escala dos protótipos, ainda muito restrito a tamanhos pequenos.

“Aparentemente, os bioartistas estão mais dispostos a discutir a ética da exploração e dominação que faz parte da tendência de biologização do mundo.” (COGDELL, 2011, p. 28), e esta é uma realidade nos trabalhos desenvolvidos por Catts e Zurr.

Os artistas têm uma formação mista entre biologia e arte e foram os fundadores do laboratório SymbioticA, na *The University of Western Australia*, um laboratório único que conta com residentes, palestras, simpósios e programas de graduação e pós-graduação em bioarte. O laboratório tem ênfase na prática experimental, proporcionando a articulação entre mudanças culturais e o conhecimento científico, com grande foco na ética. Em seus cursos, os artistas são encorajados a usar as ferramentas e tecnologias da ciência para explorar múltiplas possibilidades de obras de arte.

Apresenta assim um grande grupo de trabalho interdisciplinar de natureza metodológica complexa e com vasta interatividade, com cunho experimental. Pelo nível de dificuldade dos projetos desenvolvidos é necessária a participação de diversos especialistas para a solução de problemas.

2.3. Biocouture

O projeto *BioCuture* (2011) foi criado por Suzane Lee na *Central Saint Martins College of Art and Design*, de Londres. A pesquisa investiga como microrganismos podem ser utilizados para gerar biomateriais para a indústria de moda e têxtil. Essas roupas criadas a partir de microrganismos reduziram o impacto ambiental, repensando a moda em uma instância ecológica.

Para a realização de seu experimento, Lee utiliza uma colônia simbiótica formada por levedura e uma bactéria principal denominada *Gluconacetobacter xylinum*. Essa colônia é popularmente conhecida como *Kombucha*, e é consumida como fermentadora de uma bebida à base de chá.

Na criação do tecido, um chá verde concentrado é preparado e após adicionada uma grande quantidade de açúcar e vinagre orgânico de maçã, vertidos em um recipiente de plástico ou vidro. A cultura é adicionada ao chá e conservada tampada com tecido respirável à aproximadamente 25°C durante duas a quatro semanas. Após esse período, a colônia cresce, flutua e ocupa toda a área superficial do recipiente, chegando a espessura de aproximadamente dois centímetros. A colônia é então retirada do chá, lavada e colocada para secar. A colônia seca então, está pronta para o corte e confecção da roupa.

Durante esse processo, os microrganismos presentes na colônia produzem microfibras por meio da quebra da celulose do chá, formando essa camada flexível que origina o tecido. No geral, o tecido resultante apresenta cor amarelada, textura macia, além de ser possível costurá-lo, o mesmo ainda é resistente para a utilização em estamparia ou mesmo lavagem/coloração jeans. Como a indústria têxtil gera muitos resíduos tóxicos para a natureza, assim como os tecidos apresentam uma dificuldade de descarte, principalmente os sintéticos, o trabalho de Lee é uma nova tecnologia promissora (figura 4).

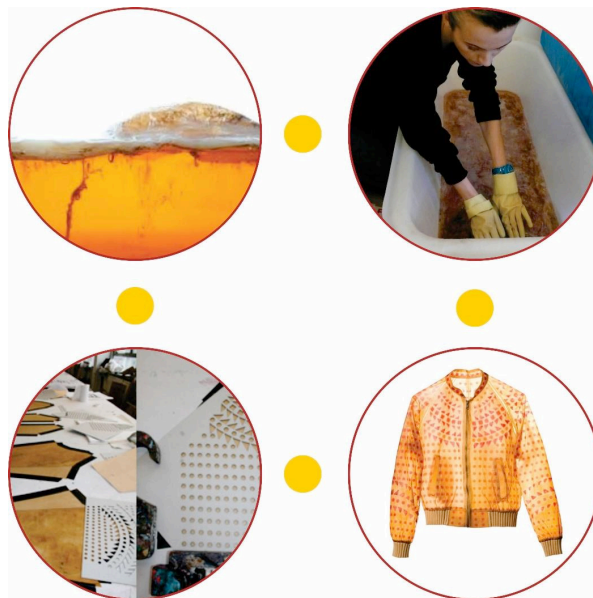


Figura 4. Em sentido horário a partir da figura superior esquerda: crescimento da colônia em chá; Suzane Lee cultivando a colônia em recipiente plástico; jaqueta confeccionada a partir da colônia de Kombucha e serigrafia aplicada no tecido bacteriano. (FONTE: <http://www.treehugger.com/sustainable-fashion/>. Acesso em 03 dez 2016)

O projeto *BioCouture* continua atualmente com a proposta de incorporar materiais biomiméticos ou que utilizam organismos vivos na moda, pensando em materiais para o hoje e para o futuro, de fontes renováveis ou que gerem menos desperdício ou dejetos. Para isso, a empresa trabalha em parceria com projetos de ciência e design, com equipes interdisciplinares e metodologias criadas para cada projeto em específico, sempre pensando em inovação e na sustentabilidade de materiais da natureza, produzidos por algas, fungos, bactérias, e outros seres vivos; tudo isso para que as empresas de moda sejam embasadas para entender, imaginar e prototipar o futuro.

O tecido resultante da criação de Lee é uma excelente proposta de utilização de biomaterial por ser inteiramente sustentável e ter uma produção relativamente fácil que poderia ser realizada pelo próprio usuário. Sua visão possibilitou a visualização de um processo de produção de chá, como um processo de criação de tecido e esse seu novo olhar também é uma grande contribuição de sua pesquisa para os pesquisadores de design.

2.4. BioStudio

O projeto BioStudio foi desenvolvido em uma dissertação de mestrado e um período de vivência intensa de interdisciplinaridade, mas que foi possível e mais acessível devido a dupla graduação do pesquisador em biologia e design.

Neste trabalho o objetivo era desenvolver o tingimento e a estamparia de tecidos orgânicos utilizando bactérias. As bactérias selecionadas em tal ocasião foram espécies de actinobactérias, presentes no solo da caatinga de Pernambuco e que vivem associadas às raízes de plantas, sendo caracterizados como organismos não patogênicos e por isso não causam nenhum dano a saúde humana.

Foi possível tingir os tecidos de forma satisfatória e nas cores que oscilavam entre vermelho, amarelo, cinza esverdeado e roxo, quando o tecido era tingido juntamente com as bactérias em crescimento em meio de cultura líquido sob agitação contínua, que tinha como base farelo de aveia. O pigmento era produzido pela bactéria e incorporado pelo tecido em cerca de cinco dias de crescimento. Após o tingimento, os tecidos eram lavados à frio com sabão neutro, de acordo com as especificações do fabricante e passados à ferro, apresentando uma boa fixação do corante (figura 5).

Já as estampas foram realizadas com os mesmos microrganismos, onde as bactérias eram crescidas diretamente sobre o tecido e uma base de meio de cultura sólido. Os desenhos das estampas foram possíveis graças a técnica de estêncil, onde as bactérias cresciam apenas nos espaços vazados. Após o crescimento, os tecidos também foram lavados e passados, ajudando na fixação da estampa sobre o tecido (figura 6).



Figura 5. Diferentes tecidos orgânicos corados com actinobactérias em meio líquido em placa de Petri.



Figura 6. Estampa floral produzida com actinobactéria em base de tecido 100% algodão por meio da técnica de estêncil.

A pesquisa de caráter interdisciplinar fez uso de uma metodologia própria e flexível, em alguns momentos exploratória e descritiva e com análise de dados qualitativos. Certa flexibilidade foi requerida devido ao caráter multidisciplinar do projeto, reunindo em uma mesma reflexão design, sociedade, cultivo de organismos, sustentabilidade e moda, não existindo uma metodologia específica a ser seguida e sim instrumentos metodológicos adequados de cada uma das áreas, caracterizando ao máximo a pesquisa como exploratória.

Na realização dessa metodologia flexível, foram acionadas ferramentas metodológicas do design, que dessem suporte à resolução de problemas, sem tolir e impor restrições ao tema. Como procedimentos, foram utilizados: revisão bibliográfica para o embasamento teórico do projeto, estudos de caso, observações, experimentos com a actinobactéria em laboratório, criação de protótipos, estudo da interação entre bactérias e tecidos planos orgânicos e análise de utilização destas interações na aplicação no vestuário.

Vale ressaltar que o projeto apesar de ter sido centrado em uma pessoa, foi possível graças aos conhecimentos adquiridos no Departamento de Design da Universidade de Brasília, mas também na interação, ajuda e participação do Departamento de Antibióticos da Universidade Federal de Pernambuco, que sempre se mostrou aberta e disponível para a realização dos experimentos laboratoriais, mostrando a importância da cooperação não somente entre áreas, mas entre universidades e pesquisadores.

3. Conclusão

Analisando os projetos interdisciplinares aqui apresentados, pode-se ver que as metodologias são específicas para cada um dos casos, estando ao encargo do pesquisador gerir uma equipe ou ferramentas que consigam chegar aos resultados esperados. Mesmo aqueles que são desenvolvidos individualmente, acabam por necessitar de especialistas de várias áreas para a realização dos mesmos.

Tratando de sistemas interativos entre as mais diversas áreas em associação com a natureza, o número de variáveis é multiplicado, nos quais a redução e linearidade das metodologias poderiam tornar os trabalhos reducionistas, sendo assim adequada a utilização de sistemas complexos para a sua efetivação, pensando em etapas diversificadas e muitas vezes simultâneas para atingir os objetivos propostos. Isso provoca na pesquisa uma liberdade maior de ação e de tomada de decisão frente ao desconhecido, além da imprevisibilidade dos resultados e a falta de controle quando o pesquisador se depara frente a sistemas naturais.

É claro que, devido a tecnicidade dos projetos, em alguns momentos a metodologia assume caráter mais científico, de análise quantitativa, principalmente nos casos em que se queira produzir um produto industrial e controlado, assim ocorrendo a utilização de ferramentas mais características de uma determinada área, associada a tecnologia.

Algo que é evidente no traçados destas metodologias é a clareza que tem que se ter dos objetivos e os resultados desejados, seja na projeção de produtos industriais do design ou nas obras de arte que apresentam o conceito muito mais preponderante do que o objeto produzido em si.

Fica claro também a necessidade da gestão de projetos e principalmente de pessoas frente a trabalhos interdisciplinares. Assim, para coordenar esse tipo de trabalho, é necessária uma maleabilidade do gestor para que todas as áreas se vejam presentes no projeto e que se enxerguem como atuantes e não apenas como executoras, somando ideias em prol da inovação, sem preconceitos ou barreiras, sejam elas de conhecimento, técnica ou ideológicas. Cada indivíduo deve perceber a sua importância no desenvolvimento do produto, e mais importante ainda, que saiam da sua zona de conforto e se arrisquem em opinar em todo o processo.

Como se tratam de novos experimentos é necessário o entendimento do processo, assim como a adequação de linguagens com o surgimento de neologismos que sejam comuns as duas áreas, criando um novo vocabulário, assim como acabam por ocorrer à criação de novos conceitos.

Os estudos interdisciplinares com a biologia mostram a importância da abordagem ética na realização dos experimentos, produzindo não somente obras questionadoras, mas processos de reflexões de cunho sociológico.

Por último, a natureza sempre será uma fonte potente para a criatividade, mas que ela não seja vista apenas dessa maneira e proporcione por meio de metodologias alternativas e individualmente traçadas, um meio cotidiano de produção de produtos, conhecimento e questionamento pelas mais diversas áreas.

Referências

- BENYUS, J. **Biomimética**: inovação inspirada pela natureza. São Paulo: Cultrix, 2012.
- COGDILL, Christina. **From BioArt to BioDesign**. American Art, v. 25, n. 2, 2011.
- DETANICO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, T.K. A biomimética como método criativo para o projeto de produto. **Revista Design & Tecnologia**: vol. 1, pg. 101-113, 2010.
- DUBBERLY, Hugh. Design in the age of biology: Shifting from a mechanical-object ethos to an organic-systems ethos. **Interactions magazine**: Volume XV.5 , pg. 1-12, 2008.
- <<http://www.treehugger.com/sustainable-fashion/>>. Acesso em: 03 dez 2016.
- <<http://www.tca.uwa.edu.au/>>. Acesso em: 03 dez 2016.
- <<http://www.ekac.org>>. Acesso em: 03 dez 2016.
- LANA, S.L.B., A complexidade dos métodos em design. **Caderno de estudos avançados em design**: Método, pg. 53-65, 2011.
- LASKY, J. The beauty of bacteria. **The New York Times**: pg. D1-D7, January 17, 2013.
- MYERS, W. **BioDesign**. London: Thames & Hudson, 2012.
- PRODANOV, C.C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- ROMANO, L. M. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas** (tese). Florianópolis. Programa de pós-graduação em engenharia mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- SOARES, M.A.R. **Biomimetismo e ecodesign**: desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis. (Dissertação). Lisboa. Faculdade de ciências e tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2008.
- TRACEY, Frances. Bio-art: the ethics behind the aesthetics. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**: volume 10, pg. 496-500, 2009.

ZARINA, S. **The Visual Language of Contemporary Digital Art and Its Collaborative Aspects on Science.** Disponível em: <<http://doc.gold.ac.uk/aisb50/AISB50-S12/AISB50-S12-Zarina-paper.pdf>>. Acessado em 29 ago 2016.