

O tema da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) 2019, “Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável”, permitiu a integração de dois dos maiores espaços de popularização da ciência da Universidade Federal de Juiz de Fora: o Centro de Ciências e o Jardim Botânico. Este último, inaugurado no dia 12 de abril de 2019, em uma área remanescente da Mata Atlântica, apresenta uma concepção de atuação que vai ao encontro da temática da SNCT 2019. Dessa forma, tivemos a oportunidade de realizar, conjuntamente, a 8ª Jornada de Divulgação Científica, com atividades ocorrendo nesses dois importantes equipamentos e atingindo vinte cidades da Zona da Mata de Minas Gerais. Foram convidados professores e estudantes da Educação Básica de escolas dessas cidades, que tiveram o transporte custeado pelos recursos advindos da Chamada CNPq/MCTIC Nº 09/2019, sendo que a grande maioria jamais tinha visitado nenhum dos dois locais, configurando-se assim em uma ação de educação científica e inclusão social. Foram realizadas oficinas com a participação de docentes, técnicos administrativos em educação, discentes de graduação e pessoas de comunidades tradicionais, com ampla relação à Bioeconomia e ao desenvolvimento sustentável, como: Tecnologia Social e Ciência: construção de forno de cupinzeiro; Plantas Alimentícias Não Convencionais no Contexto Multidisciplinar: sociobiodiversidade e educação ambiental; Tingimento Natural: cores da natureza; dentre outras, que contaram com a participação direta dos convidados. Este livro, o sexto volume de nossa série “Ciência em Dia: Jornadas de Divulgação Científica”, reúne os textos referentes às oficinas realizadas, democratizando o conhecimento nelas compartilhado, possibilitando o acesso a toda a sociedade.

Eloi Teixeira César
Diretor Geral do Centro de Ciências



Eloi Teixeira César
Zélia Maria da Costa Ludwig
Marco Antônio Escher
Leonardo de Oliveira Carneiro
Gustavo Taboada Soldati
(Organização)

Ciência em dia:

Jornadas de divulgação científica
Bioeconomia: Diversidade e Riqueza
para o Desenvolvimento Sustentável



Ciência em dia:

Jornadas de divulgação científica

Bioeconomia:

Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável





Eloi Teixeira César
Zélia Maria da Costa Ludwig
Marco Antônio Escher
Leonardo de Oliveira Carneiro
Gustavo Taboada Soldati
(Organizadores)

Ciência em dia:

Jornadas de divulgação científica

Bioeconomia:

Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável



ufpa UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ ufpa UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ



2021

Copyright © 2021 Editora Livraria da Física
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Revisão: Adriano Dias dos Santos

Capa: Fabrício Ribeiro

Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ciência em dia: jornadas de divulgação científica: bioeconomia: diversidade e riqueza para o desenvolvimento sustentável / organização Eloi Teixeira César ... [et al.]. – 1. ed. – São Paulo: Livraria da Física, 2021.

Outros organizadores: Zélia Maria da Costa Ludwig, Marco Antônio Escher, Leonardo de Oliveira Carneiro, Gustavo Taboada Soldati.
ISBN 978-65-5563-070-1

1. Agricultura 2. Alimentos 3. Ciências - Divulgação 4. Diversidade 5. Desenvolvimento sustentável 6. Riqueza - Aspectos econômicos I. Ludwig, Zélia Maria da Costa. II. Escher, Marco Antônio. III. Carneiro, Leonardo de Oliveira. IV. Soldati, Gustavo Taboada.

21-57019

CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Alimentos: Produção: Agricultura 630

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.

Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei N° 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br

SUMÁRIO

Prefácio.....	7
Tecnologia Social e Ciência: construção de forno de cupinzeiro	13
<i>Larissa Silveira Dias, Leonardo de Oliveira Carneiro</i>	
Métodos não convencionais como sobrevivência da cultura ancestral: do bambu à geodésica.....	19
<i>Luís Otávio Cunha Prado, Dhiego de Castro Campos</i>	
O Espaço Ewè de Agroecologia: um relato de ciência, movimento e prática em busca de uma ecologia de saberes no Instituto de Ciências Humanas.....	29
<i>Gabriel Duque Coelho Novaes, Flávio Augusto Sousa Santos, Eduardo de Oliveira Vianna</i>	
A Biomimética como Expressão da Natureza: uma ferramenta de educação ambiental no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora	47
<i>Breno Moreira, Raniery Fátima de Lima Ferreira, Bianca de Melo Quintana, Clara Eliza Oliveira Pratti da Silva, Gabriel de Souza Carvalho, Letícia de Fátima Alves Rodrigues</i>	
A Etnobotânica como Ferramenta de Educação Ambiental no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz De Fora	65
<i>Breno Moreira, Gustavo Taboada Soldati</i>	
Plantas Alimentícias Não Convencionais no Contexto Multidisciplinar: sociobiodiversidade e educação ambiental.....	81
<i>Thiago da Silva Novato, Kamila Freitas Sathler Fraga, Caroline Teixeira Miranda, Gustavo Taranto Epprecht, Vinícius Coutinho Matozinho de Souza, Luana Luiza Nascimento Lombardi, Breno Moreira</i>	
Cianotipia: a fotografia azul.....	101
<i>Bárbara Almeida, Arthur Girardi Carpanez, Flávia Freitas</i>	
Tingimento Natural: cores da natureza	127
<i>Zélia Ludwig, Juliana Buarque, Cecília Borges Moreto, Leisa Brand Rios, Valdemir Ludwig</i>	
Arduino não é só para meninos: o mundo precisa da robótica e a robótica precisa das meninas	177
<i>Mariana Guedes Mattos, Rodrigo Alves Dias, Lucas Martins de Abreu, Zélia Maria da Costa Ludwig, Valdemir Ludwig, Marco Antônio Escher</i>	

Entre Medidas e a Intuição: cultura e construção de conhecimentos com tintas naturais	209
<i>Marco Antônio Escher, Jhon Pabulo Gomes Bermond, Zélia Maria da Costa Ludwig</i>	
Domo Geodésico: matemática, química, física e sustentabilidade juntas	227
<i>Valdemir Ludwig, Zélia M. C Ludwig, Marco Antônio Escher, Victor Hugo de Oliveira, Yuri Germano</i>	
Tem Menina no Laboratório: fazendo sabão em barra para enfrentar a COVID-19	253
<i>Zélia Ludwig, Bárbara Almeida, Juliana Buarque, Valdemir Ludwig, Eloi Teixeira César, Marco Antônio Escher</i>	

PREFÁCIO

Com o objetivo de proporcionar aos estudantes de escolas públicas do município de Juiz de Fora e região uma imersão em abordagens criativas e colaborativas que permitam o desenvolvimento da inovação a partir do conhecimento científico, e que possam ser utilizadas nas atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão, o evento 8ª Jornada de Divulgação Científica da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) foi idealizado através de uma parceria entre o Centro de Ciências e o Jardim Botânico UFJF. O evento integrou a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2019, sob o tema “Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável”, financiada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A Bioeconomia pode ser definida como uma área de conhecimento que reconhece as bases biológicas de quase todas as atividades econômicas. Como tudo na natureza, o conceito de Bioeconomia é dinâmico, sofrendo adaptações e reestruturações ao longo do tempo. Pensada inicialmente em um contexto antropocêntrico, tendo o homem como principal métrica, a Bioeconomia referia-se às estratégias de utilização dos conhecimentos biológicos para fins comerciais e industriais, levando em consideração os estudos emergentes na segunda metade do século XX, quando ocorreram grandes avanços em diferentes ramos da biotecnologia com potencial para revolucionar processos industriais.

Com o crescente reconhecimento da necessidade de preservação e conservação ambiental, do desenvolvimento sustentável e utilização racional dos recursos naturais, o conceito de Bioeconomia tornou-se mais abrangente e utilizado em conferências e ações relacionadas à proteção do meio ambiente. Ganhando muita força, inicialmente no continente europeu e posteriormente difundida por outras nações, a Bioeconomia foi alçada a uma das grandes oportunidades e ideias do século, agregando setores econômicos específicos, como a produção de energia, tendo em vista a substituição da base de recursos fósseis, altamente poluentes, e a produção de matéria-prima com bases ecológicas conscientes.

Os textos apresentados neste livro são reflexo do trabalho de um grupo de pesquisadores e estudantes da UFJF, todas e todos com um enorme comprometimento com a divulgação científica e a missão de aproximar os conhecimentos acadêmicos e tradicionais, empenhados em diminuir as desigualdades sociais e estabelecer o diálogo entre academia e população em geral.

O primeiro capítulo, “Tecnologia Social e Ciência: construção de forno de cupinzeiro”, foi inspirado em experiências e caminhos proporcionados pela formação do Núcleo de Agroecologia Ewè e trabalhos realizados na Comunidade de São Pedro de Cima. A experiência deu origem à oficina intitulada “Construção de Fornos e Fogões”, elaborada e inspirada pela perspectiva de resgate dos conhecimentos tradicionais e relação entre sociedade e natureza, valorizando o conhecimento existente na comunidade. A oficina contou com a demonstração de utilização do forno de cupim para assar pães de queijo e broas, além do resgate e do contato com saberes e conhecimentos tradicionais atrelados à permanência e particularidades da culinária da comunidade.

O segundo capítulo, intitulado “Métodos não convencionais como sobrevivência da cultura ancestral: do bambu à geodésica”, apresenta um relato sobre um ambiente experimental e experiencial que se formou a partir da construção de uma geodésica na UFJF, em ocasião da oficina oferecida na 7ª Jornada de Divulgação Científica. Através da aplicação da técnica, foi possível examinar as interferências da ancestralidade e da arquitetura indígena numa discussão arquitetônica atual, afirmando positivamente os valores e conhecimentos tradicionais no contexto contemporâneo. Além disso, o trabalho realizado deixou um importante legado, com o aproveitamento da oca gerada na geodésica em um espaço representativo, onde encontros posteriores podem ser realizados, proporcionando o sentar circular e os olhos nos olhos, remetendo ao ritual indígena de antigas ocas e configurando-se como um lugar de trocas socioculturais e de diálogo.

“O Espaço Ewè de Agroecologia: um relato de ciência, movimento e prática em busca de uma ecologia de saberes no Instituto de Ciências Humanas” destaca a necessidade da construção dialética como fundamento intelectual em todas as ações educativas e concretas entre os seres humanos e seus espaços de ocupação, reconhecendo a necessidade de recuperar outras racionalidades, epistemologias, práticas e saberes de diversos grupos socioculturais que foram colocados ao longo da história como objetos apenas a serem

estudados e lidos, meramente como processos sociais do saber popular. O capítulo nos traz um pouco da história da criação dos Núcleos de Estudos em Agroecologia, com destaque para a formação do NEA Ewè, baseado na indissociabilidade entre os processos de Ensino, Pesquisa e Extensão, no âmbito da disciplina de Geografia Agrária, e relata diversos trabalhos e experiências realizadas pelo núcleo.

Cada cultura tem sua própria concepção e teoria sobre a natureza, que se expressa em distintas configurações intelectuais. Nesse sentido, o capítulo “A Biomimética como Expressão da Natureza: uma ferramenta de educação ambiental no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora” apresentou as variadas formas e métodos utilizados por diferentes povos para replicar as estruturas biológicas a partir da observação da natureza, instigando a criatividade e a inovação dos visitantes do Jardim Botânico UFJF, que podem conhecer diferentes ferramentas tecnológicas criadas a partir da interação do ser humano com o ambiente que o circunda.

O capítulo “A Etnobotânica como Ferramenta de Educação Ambiental no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora” aborda o processo de implementação de um dos roteiros pedagógicos presentes no local, intitulado “Etnobotânica e Diversidade Vegetal”, que explora os saberes populares tradicionais, indígenas e camponeses, e destaca principalmente as ações relacionadas ao processo de visitação escolar no Jardim Botânico.

O capítulo seguinte, “Plantas Alimentícias Não Convencionais no Contexto Multidisciplinar: sociobiodiversidade e educação ambiental”, apresenta o relato de um minicurso, ministrado no Jardim Botânico UFJF. Foram três dias, com turnês ao longo dos roteiros de visitação, mediadas pelos educadores ambientais do Jardim, onde foram apresentadas aos estudantes de escolas públicas da região as principais PANC da floresta, abordando informações como nomes científicos e populares, características taxonômicas, ecologia e distribuição, estruturas comestíveis, importância nutricional, principais receitas, cuidados no preparo e identificação, curiosidades históricas e aspectos etnobotânicos. Além disso, foi realizado na cozinha da Casa Sede do JB-UFJF o preparo e degustação de algumas receitas comentadas durante o curso.

O sétimo capítulo traz à tona uma temática super contemporânea: a fotografia, que certamente nunca esteve tão na moda como nos dias atuais. Grande parte desse impulso na arte fotográfica foi propiciado pelas redes

sociais e as inovações tecnológicas, como os smartphones e câmeras digitais, que nos possibilitam estar conectados nas mais diversas localidades, com mobilidade significativa e fácil manuseio, permitindo registrar e ver imagens a todo momento. Mas nem sempre foi assim, é o que nos mostra a oficina “Cianotipia: a fotografia azul”, demonstrando que, há cerca de duas décadas, não era tão simples ter uma fotografia tão facilmente ao nosso alcance. Antes da era digital, o registro da imagem fotográfica era um processo que envolvia conhecimentos de Química e Física. O texto, que mistura história, arte e ciência, nos conta detalhes sobre o surgimento e desenvolvimento da fotografia, com destaque para a Cianotipia, técnica que foi utilizada comercialmente para fazer fotocópias por muitos anos.

A oficina “Tingimento Natural: cores da natureza” apresentou diferentes técnicas de tingimento natural, com corantes obtidos a partir de flores, folhas, cascas, raízes e sementes de plantas. O grande diferencial dessa oficina, além de toda a interface lúdica, foi relacionar os conteúdos de diferentes disciplinas, como Física, Química, Biologia, História e Arte, com o cotidiano dos estudantes. De forma prática e imaginativa, foi possível estimular o pensamento crítico através de debates sobre ancestralidade, sustentabilidade, uso racional da água e respeito à natureza.

Seguindo a obra, o capítulo “Arduino não é só para meninos: o mundo precisa da robótica e a robótica precisa das meninas” descreve a experiência de uma oficina sobre robótica no Centro de Ciências da UFJF na 8ª Jornada de Divulgação Científica. A inscrição na oficina priorizou as alunas no acesso à atividade, como forma de incentivar a presença feminina nas áreas de tecnologia e ciências exatas. A dinâmica da oficina foi concentrada na parte prática, em que as participantes puderam montar os circuitos, verificar o funcionamento do Arduino e interagir com os protótipos montados. A oficina constatou que gradativamente o interesse de meninas por robótica e áreas afins vem crescendo e vai superando as segregações de gênero impostas pela sociedade.

A oficina “Entre Medidas e a Intuição: cultura e construção de conhecimentos com tintas naturais” buscou reproduzir e transmitir as experiências vividas pelos estudantes ao utilizar a intuição e componentes naturais como matéria-prima para a confecção de pigmentos naturais utilizados em aplicações em variados produtos, como tecidos, papéis, madeiras, alimentos, paredes, vasos de cerâmica, entre outros. O texto traz, de forma bem detalhada, como é

possível integrar arte, sensibilidade e ciência na prática artística de forma bela e harmoniosa, construindo conhecimentos a partir do respeito à natureza.

O capítulo “Domo Geodésico: matemática, química, física e sustentabilidade juntas” integrou de forma lúdica e colaborativa alguns conteúdos dessas importantes disciplinas e temas da educação básica, associando-os ainda com aspectos históricos e teóricos sobre o domo geodésico. O texto propõe uma reflexão aos métodos tradicionais de ensino, apresentando na teoria e prática a arquitetura do domo geodésico com estrutura perfeita, bioinspirada e minimalista, que vai ao encontro das propostas de desenvolvimento sustentável.

Finalizando a obra, o capítulo “Tem Menina no Laboratório: fazendo sabão em barra para enfrentar a COVID-19” combina o ensino de Ciências com a Educação Ambiental através de um processo simples e barato, que envolve as relações entre o dizer e o fazer, o ensinar e o aprender, além de ter sido uma ação que somou esforços com outros setores da UFJF para ajudar as pessoas a enfrentar a pandemia da COVID-19 através da utilização do sabão para higienização.

O conjunto de textos que compõe esta obra é capaz de nos transportar ao passado, através de vários fatos históricos relacionados com as diferentes temáticas abordadas; auxilia-nos a compreender o momento atual em que vivemos, onde grandes transformações ocorrem a cada dia, muitas vezes sem sequer percebermos que um debate está ocorrendo e que novos paradigmas estão surgindo; prepara-nos para um futuro que já bate às nossas portas, demonstrando que as nossas tomadas de decisões e os rumos que assumimos em nossos processos educativos estão moldando o mundo à nossa volta. A confecção deste livro e a realização do evento 8ª Jornada de Divulgação Científica permitiram também a aproximação de diferentes unidades e setores acadêmicos da UFJF, construindo, a partir da multidisciplinaridade, uma integração entre os saberes acadêmicos e os saberes populares e tradicionais, tornando os conhecimentos disponíveis a toda a população. Afinal, como dizia Paulo Freire, “a Educação, qualquer que seja ela, é sempre uma teoria do conhecimento posta em prática”.

Breno Moreira

Biólogo, Doutor em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais
Vice Diretor do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora



Tecnologia Social e Ciência: construção de forno de cupinzeiro

*Larissa Silveira Dias
Leonardo de Oliveira Carneiro*

O Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora realizou a 8ª Jornada de Divulgação Científica com base no tema da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) 2019: “Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável”. Dentre as atividades propostas, foram ofertadas cerca de 15 oficinas com diversas temáticas, exposições e feiras no Instituto de Ciências Humanas (ICH) e no Centro de Ciências da UFJF.

Nesse sentido, é importante destacar que o Instituto de Ciências Humanas é cenário de atuação e de atividades que buscam resgatar os saberes tradicionais e estimular práticas da agroecologia. O Núcleo de Agroecologia Ewè¹, do Laboratório Kizomba Namata, coordenado pelo professor do curso de Geografia, Leonardo Carneiro, promove atividades de extensão e pesquisa, como intercâmbios agroecológicos em comunidades quilombolas da Zona da Mata mineira e com agricultores familiares da região.

A partir das experiências e caminhos proporcionados pela formação do Núcleo de Agroecologia Ewè, os trabalhos de pesquisa e extensão na Comunidade de São Pedro de Cima² são marcantes. A inserção na comunidade, em seu conjunto de histórias e conhecimentos tradicionais, evidenciou as diferentes formas de organização do trabalho, a interação entre indivíduo e meio ambiente e a utilização de técnicas visando sustentabilidade e equilíbrio.

1 Ewè significa “folhas” em Iorubá.

2 São Pedro de Cima é uma comunidade quilombola localizada na zona rural do município de Divino, ao norte da Zona da Mata mineira.

Durante o período de pesquisa e vivência com os moradores na comunidade, intensificado entre os anos de 2010 e 2016, o quintal de uma casa chamou a atenção. Via-se ali um forno em cima de uma mesa com base de jirau. No entanto, havia um saber, uma história para além de um forno possivelmente de barro. Entre trocas e diálogos, a moradora da casa surpreendeu ao revelar que a base do forno era na verdade de cupinzeiro, e não de barro simplesmente. Permeada pelos conhecimentos técnicos e ancestrais, ela descreveu os processos de produção do Forno de Cupinzeiro, que era feito sobre uma base de barro sobre o jirau, no qual era emborcado um balaio de palha feito na própria casa. Sobre esse balaio, construía-se o forno a partir da remontagem do cupinzeiro, que fora desmontado, agregando-se alguns elementos para seu funcionamento: uma porta, uma chaminé e a recomposição do espaço interno. O balaio seria queimado na primeira queima, desaparecendo.

Figura 1 - Forno de cupinzeiro de dona Marlene (*in memoriam*).



Fonte: Arquivo Laboratório Kizomba Namata, 2012.

Diga-se que este projeto se inseriu no programa “Da Diversidade Cultural à Diversidade Produtiva: a construção dos saberes agroecológicos

nas comunidades negras da Zona da Mata mineira”³. Nesse programa, dentre outras ações, pesquisávamos os sistemas culinários das comunidades quilombolas, indo além de uma sistematização dos alimentos produzidos e das práticas culinárias existentes, mas também conduzindo nossos olhares sobre as diversas formas de obtenção dos alimentos e, sobretudo, das técnicas utilizadas para a confecção nesse grupo social para fins alimentares.

Esses fornos são alimentados com pequenos troncos ou pedaços de árvores que caem ao redor, ou ainda de lenha vinda de eucaliptos plantados em pequenas proporções para dar conta de diversas necessidades dos locais, como construção de cercas, esteios para casa, lenha, dentre outras.

Importante salientar que essa técnica específica serve para assar diversos alimentos, como broas, bolos, carnes etc., mas também é uma técnica ligada à existência ou permanência de uma culinária particular. Dentre os sistemas culinários levantados pelo programa, evidenciamos a chamada broa de pau-a-pique, da qual 98% dos ingredientes provém da pequena propriedade que ocupam.

Figura 2 - Broa de pau-a-pique de dona Marlene.



Fonte: Arquivo Laboratório Kizomba Namata, 2012.

3 Programa de Extensão apoiado pelo CNPq/MDA/MAPA e pela UFJF.

Isto posto, uma das atividades da 8ª Jornada de Divulgação Científica da UFJF foi a Oficina intitulada “Construção de Fornos e Fogões”, elaborada e inspirada pela perspectiva de resgate aos conhecimentos tradicionais e relação entre sociedade e natureza, valorizando o conhecimento existente na comunidade. Além disso, a oficina foi pensada enquanto complemento de outras oficinas ministradas pelo Núcleo Ewê sobre práticas e alternativas sustentáveis no meio urbano.

Durante aula ministrada pelo Professor Leonardo na cidade de Ewbank da Câmara⁴, no ano de 2017, para alunos da Escola Estadual Antônio Macêdo sobre Povos e Comunidades Tradicionais, foi apresentada aos alunos a imagem do Forno de Cupinzeiro no quintal da casa de uma das moradoras da Comunidade de São Pedro de Cima, mencionada anteriormente. Era esperado que nenhum dos estudantes tivesse conhecimento do que se tratava, porém um deles reconheceu o forno e seu material de confecção. Nesse sentido a aula foi reorientada a partir da experiência pessoal daquele aluno.

Foi assim que o relato e as informações narradas pelo aluno, sobre seu contato e os saberes ancestrais para construção do forno, trilharam e possibilitaram a elaboração e a realização da Oficina de Construção de Fornos e Fogões. Por conseguinte, o Professor Leonardo conseguiu o contato de uma pessoa que construía este tipo de forno.

Assim, foi tracejada a comunicação com Lauro, morador da zona rural de Ewbank da Câmara. Durante uma visita em seu sítio, Lauro descreveu com orgulho a marcante presença dos fornos feitos de cupinzeiro nos quintais de seus familiares. Como ele, outros moradores do entorno também lembraram o significado e a utilidade do forno em suas trajetórias de vida.

Logo, as informações e a organização da construção do forno para a oficina foram se objetivando. A proposta inicial seria a construção do forno com as técnicas conhecidas pelo Professor Leonardo, auferidas na Comunidade de São Pedro de Cima. Todavia, Lauro indicou que havia também outra técnica de construção.

Nesse sentido, têm-se dois processos com métodos diferentes para preparação do forno. Ele pode ser construído com o cupinzeiro em pedaços moldados,

4 Município brasileiro do estado de Minas Gerais, pertencente à mesorregião da Zona da Mata e microrregião de Juiz de Fora.

que consiste em parti-lo em blocos com uma ferramenta e remontá-lo em cima de uma base, conforme exemplificamos na Comunidade de São Pedro de Cima. As partes vão se encaixando como em um quebra-cabeça e são coladas e moldadas com uma mistura de argila branca e açúcar cristal, que auxiliam no processo de manutenção da temperatura do fogo, além de evitar rachaduras.

O outro processo foi esclarecido por Lauro: a construção do forno começa com a escolha de um cupinzeiro saudável (habitado por cupins) e com uma estrutura com tamanho suficiente. Essa “nova” técnica consistia em retirar o cupinzeiro do ambiente sem desmontá-lo: era removido integralmente. Após colocá-lo sobre uma base de argila em um jirau, eram esculpidas a porta, a chaminé e o molde do espaço interno. Assim como na primeira técnica, sua estrutura é finalizada com a mistura de argila branca e açúcar cristal.

Lauro optou pela segunda técnica, retirou o cupinzeiro do pasto ao entorno de sua casa e o transportou até estacionamento do Instituto de Ciências Humanas no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, local em que o forno foi fixado e onde realizou-se a oficina. Nesse sentido, a atividade contou com a demonstração de utilização do forno de cupim para assar pães de queijo e broas, além do resgaste e do contato com saberes e conhecimentos tradicionais.

Figura 3 - Forno de cupinzeiro na UFJF I.



Fonte: Arquivo Laboratório Kizomba Namata, 2018.

É importante salientar que o forno de cupinzeiro dispõe de muitas vantagens em relação aos demais. A começar por sua capacidade de reter o calor interno, que é possível graças aos túneis feitos pelos cupins, que se transformam em bolsas de ar quente. Além disso, é construído por material resistente, sustentável e ecológico, e utiliza técnicas de bioconstrução enquanto elemento da permacultura, buscando o manejo dos recursos naturais de maneira a trabalhar junto a eles, e não apenas explorar seus frutos, permitindo que a natureza e seus ecossistemas evoluam de maneira própria.

A realização da Oficina de Construção de Fornos e Fogões proporcionou o contato da comunidade acadêmica e do público externo com outras culturas e com temáticas referentes aos saberes tradicionais, relacionadas corriqueiramente em seus cotidianos. Portanto, o diálogo e a troca entre saberes tradicionais e acadêmicos se tornam imprescindíveis, fortalecendo e unindo práticas ancestrais aos conhecimentos científicos das diferentes áreas de estudo.

Figura 4 - Forno de cupinzeiro na UFJF II.



Fonte: Arquivo Laboratório Kizomba Namata, 2018.

Métodos não convencionais como sobrevivência da cultura ancestral: do bambu à geodésica

*Luís Otávio Cunha Prado¹
Dhiego de Castro Campos²*

1 - Introdução

O espaço, a forma e os materiais têm uma relação direta com como observamos a arquitetura e como nos relacionamos com ela (ZUMTHOR, 2009). Essa relação com espaço gera sentimentos e despertam nossos sentidos. Segundo Pallasmaa (2011, p. 64), “Temos uma capacidade inata de lembrar e imaginar lugares”, e além disso, a “percepção, memória e imaginação estão em interação constante; a esfera do presente se funde com imagens de memória e fantasia”, despertando relações entre a produção arquitetônica do passado com a produção recente.

Ademais, as nossas memórias podem ser construídas a partir de acontecimentos vividos por uma coletividade, onde nem sempre se participou destes, mas que a partir da socialização política ou histórica, geram um fenômeno de projeção ou identificação com o passado, que se pode posicioná-la quase como uma memória herdada (POLLAK, 1992).

1 Graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (FAU/UFJF).

2 Bacharel em Ciências Humanas e graduando em Filosofia, ambos pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Dessa forma, este trabalho parte da hipótese de que podemos perceber que arquiteturas ancestrais³, tais como a indígena, influenciam nas arquiteturas atuais, pois a partir da memória, se asseguram aspectos que influenciam nossa imaginação e formam nosso pensamento quanto ao espaço criado.

Tal afirmação pode, por exemplo, ser observada em alguns espaços contemporâneos de diálogos, como nas geodésicas, que segundo Souza e Kitzmann (2018) se tornaram espaço usual para educação ambiental e agroecologia. A sua utilização em eventos como o IV ENA⁴ (Encontro Nacional de Agroecologia em 2018) ressalta essa relação, levando ainda em consideração que o evento engloba discussões acerca da agroecologia e suas relações imbelicais com conhecimentos, práticas e territorialidades de diferentes povos ancestrais.

Do mesmo modo, este artigo apresenta um relato sobre um ambiente experimental e experiencial que se formou a partir da construção de uma geodésica na UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora), em ocasião da oficina oferecida na 7ª Jornada de Divulgação Científica. Desde o início do trabalho, estudamos e produzimos em uma relação direta com a memória e com os sentimentos. Assim, desde a coleta dos bambus até o mutirão para sua construção, procuramos buscar as correlações com as geodésicas ancestrais e nos deixar envolver por uma gama de sensações.

Para a exploração deste, optou-se pela análise bibliográfica no intuito de compreender o desencadeamento das memórias que a atmosfera arquitetônica causa à arquitetura indígena⁵ e à geodésica. Além disso, a partir de um ambiente experimental e da realização de uma geodésica, observou-se entre as fases como isso se formou em nossa memória⁶. Desta forma, pretende-se examinar quais as interferências da ancestralidade, introduzir a arquitetura indígena numa discussão atual sobrevivendo valores e demonstrar que tal arquitetura pode interferir – e ainda está interferindo – de forma positiva no contexto contemporâneo.

3 Por arquiteturas ancestrais compreendemos toda forma de construção e ordenamento do espaço que venham dos autoproclamados “povos tradicionais”.

4 Disponível em: <http://enagroecologia.org.br>. Acesso em: 20 abr. 2020.

5 Para análise dessas arquiteturas, devido à baixa bibliografia, observou-se os seguintes elementos: materiais, forma, formas de moradores e suas funções.

6 Vale ressaltar que para esta análise utilizou-se da metodologia de observador participante, onde o interlocutor, além de estar em ação, anotou em um relatório os casos acontecidos.

2 - O bambu

O material é um fator importante, sua consonância reage com a percepção atmosférica do indivíduo ao espaço, seja na sua dureza, na sua disposição ou nos sons que ele é capaz de propagar (ZUMTHOR, *op. cit.*). O bambu, seguindo esta ideia, cumpre um significativo papel como material e suas aplicações.

Partindo de seu contexto biológico, ele está presente em lugares de clima temperado, tropical e subtropical (TARGA, 2011), climas de predomínio no Brasil. Além disso, Targa (*op. cit.*) também destaca que o bambu é uma gramínea com alta taxa de crescimento, e que possui diversas propriedades que o creditam como uma matéria prima com um enorme potencial.

Quando relacionado à ancestralidade e aos povos indígenas, o bambu aparece de diversas formas. Tal qual declara Freitas *et al.* (2003), que na região do alto Rio Xingu, os índios locais utilizavam uma espécie de bambu para a construção de instrumentos musicais que eram empregados no ritual Kwarup⁷. Em Oliveira Júnior e Vaz (2012), o bambu também aparece em um dos mitos mais conhecidos do Brasil, em que se alega que o Saci-Pererê nasce dentro do colmo do taquaruçu⁸, e que a figura mitológica pode ter surgido de um mito indígena, que depois foi misturado com elementos africanos e europeus.

Contudo, vale observar suas aplicações na arquitetura, à luz de Padovan (2010, p. 55), que retrata que “ele foi o primeiro material de construção usado desde os primórdios da humanidade, em razão da disponibilidade e facilidade de uso”, e ainda completa que seu emprego na estrutura tem sido aplicado tanto nas arquiteturas indígenas, quanto em diversos povos durante a história em todo o planeta.

3 - Uma oca na geodésica

A sobrevivência da ancestralidade pode se dar a partir de vários meios, entre eles está a memória, como uma conservação da identidade social construída pelo coletivo e através dos tempos. É ancorada entre acontecimentos,

7 Importante ritual cultural Xinguana.

8 Espécie de bambu.

personagens e lugares, e pode sofrer flutuações e transformações durante o tempo, agindo de forma seletiva (POLLAK, *op. cit.*; NORA, 1993).

No entanto, a memória pode agir como um aspecto fundamental para a importância dos lugares de memória (NORA, *op. cit.*). Lugares que para Pollak (*op. cit.*, p. 202) estão “particularmente ligados a uma lembrança, que pode ser uma lembrança pessoal, mas também pode não ter apoio no tempo cronológico”, gerados até mesmo pela memória herdada.

Partindo deste, coloca-se como um importante ponto a compreensão da memória a partir da história, pois como afirma Nora (*op. cit.*), elas não se compreendem como sinônimos, mas uma está de certa forma ligada a outra, mesmo que com responsabilidades diferentes e oposições. Com isso, torna-se necessário compreender esse passado da oca para alcançar a memória gerada pela geodésica.

Entre as formas e elementos da arquitetura indígena, Faria (1951) destaca como uma das mais primitivas a de colmeia, cujo formato consiste em uma base circular, contendo um poste ao centro como sustentação, e varas curvadas formando uma meia esfera. Ademais, segundo Faria (*op. cit.*, p. 34), “os índios do Brasil nunca empregaram barro nas suas construções, a não ser por influência europeia”, e acrescenta que as formas “quadrangulares verdadeiras”, também são de mesma influência.

Entretanto, vale ressaltar que entre as aldeias havia poucas construções, e a comunidade convivia em conjunto em uma mesma estrutura ou dividida entre poucas outras, mas não de forma individual (*op. cit.*; WEIMER, 2012), o que também possibilita o pensamento de que esses espaços, conjuntamente, serviram como espaços de convivência, culto e diálogo, trazendo uma importância histórica para estes. Importância que se remeterá na geodésica na contemporaneidade.

A geodésica⁹, ou mais especificamente domo¹⁰ geodésico, tem como forma arquitetônica uma malha de triângulos conectados pelos vértices, tomando vários tipos de formas e formatos, os quais têm ou se aproximam de uma meia esfera de base circular. Segundo Souza e Kitzmann (*op. cit.*) é uma

9 A Geodésia é a ciência da medição e do mapeamento da superfície da terra (MEDINA, 1997).

10 Domo: palavra de origem antiga, quando traduzida do latim significa casa.

construção arquitetônica de estabilidade e resistência mecânica favoráveis, sendo muito utilizada por diversos povos desde a antiguidade.

Essa arquitetura tem se tornado referencial e muito utilizada em diversos eventos, como IV ENA (já citado) e o Troca de Saberes¹¹, no qual Santos (2018) nomeia-as como aldeias de bambu, e ressalta sua responsabilidade e construção coletiva. Além do aproveitamento em outras dimensões, como aponta Souza e Kitzmann no emprego em diversos locais universitários com a finalidade de utilização para eventos sociais e culturais.

Todos esses fatores abordados nos mostram singularidades entre a oca e a geodésica, seja pela forma da base ou da estrutura, seja pela sua utilização, visto que a oca tem uma responsabilidade não só de abrigar, mas de gerar relações socioculturais, que é o mesmo que ocorre presentemente na geodésica. Isso gera uma responsabilidade ímpar na geodésica contemporânea, que abriga esses espaços de relações. Sobrevivendo destarte não só a arquitetura indígena, mas um todo ancestral, a datar de que esse estilo construtivo vem sendo produzido em toda a história. Assim como afirma Weimer (*op. cit.*), existem contribuições indígenas relevantes na arquitetura popular brasileira. E dentre essas, pode estar a geodésica de bambu.

4 - O ambiente experimental: a construção de uma geodésica na UFJF

Este capítulo vai se atentar aos detalhes da oficina, devido a sua importância no entendimento e na ocorrência das memórias. No entanto, antes de tudo, destacam-se algumas interferências que podem, de uma forma indireta, ter proporcionado as relações de memórias ocasionadas, através da tríade de Pollak (*op. cit.*): acontecimentos - pessoas - personagens, que são as principais estimadas.

Em primeiro, entre os **acontecimentos**, ressalta-se o período de preparação e finalização que giraram em torno de 5 dias até a construção e a oficina final. Oficina que foi realizada durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, ocorrida em outubro de 2018, que teve como tema “Ciência para

11 Evento realizado anualmente pela Universidade Federal de Viçosa, que também aborda os temas agroecologia e ancestralidade. Disponível em: http://www.cultura.ufv.br/?page_id=597. Acesso em: 24 abr. 2020.

a Redução das Desigualdades”, e durante essa mesma semana houve variadas oficinas que se relacionavam com técnicas não convencionais e ecológicas.

Seguindo com **pessoas e personagens**, entre os envolvidos na preparação da oficina acentua-se o NEA Ewè¹², cujos participantes que optaram pela colaboração apreciavam a relação com a natureza e se abriram para uma troca de experiências. Esses participantes também tiveram, em sua trajetória, de alguma forma, contato com a ecologia e/ou povos tradicionais, além de formar uma equipe multidisciplinar, composta por alunos de diversos cursos da UFJF. Outros personagens importantes são os participantes da oficina, que compõem a sociedade em geral, devido à Semana ser aberta a comunidade, e o fato de também terem escolhido a oficina por sua proximidade e interesse em construções de bambu e/ou geodésicas.

A colheita dos bambus foi realizada no bambuzal que fica aos fundos entre o CPS (Centro de Pesquisa Social) e o prédio da segurança do Campus Juiz de Fora da UFJF. Além de ter bons bambus para o trabalho, calhou de ser também um ótimo local para funcionar nossa preparação para a oficina, pois bem próximo desse local havia uma cobertura e uma espécie de armazém usado pelos funcionários de manutenção da UFJF.

A poda foi bem rápida, com dois facões e mais duas serrinhas foram feitos os cortes, de forma orgânica, organizando a equipe em setores de seleção, contagem, medidas e manejo. Apesar de ser importante um tempo de secagem dos bambus, infelizmente não se podia contar com esse tempo, e, com prazo bem em cima, fizemos no mesmo dia a limpeza e também o tratamento, untando e queimando os bambus com um maçarico.

O fogo na queima do bambu foi um importante recordar de memórias, visto que é com ele que transformamos, construímos e reformamos nossos objetos, e ele está presente desde as civilizações mais antigas. Percorrer a chama que sai do maçarico pelo bambu é algo instigador e emocionante, ao ver a água evaporar e a substância que cobre a superfície do bambu mudar de cor, trazendo diferentes tonalidades (Figura 1).

12 Ewè - Núcleo de Estudos em Agroecologia da UFJF.

Figura 1.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Durante os processos, atentou-se aos detalhes, como a época certa de colheita, segundo o calendário lunar: já que o melhor momento é sob a lua minguante, todas as etapas de trabalho aconteceram durante a transição selênica. Segundo os saberes tradicionais compartilhados durante os processos, é nesse período que a maré e as águas do subsolo abaixam, deixando a seiva do bambu um pouco mais seca que de costume. Consequentemente, o bambu fica mais fácil de ser tratado.

Entre todas as atividades, um fator notável foi a colaboração de um número grande de participantes. Assim como não se constrói uma oca sozinho, não seria possível projetar uma geodésica de forma individual. E esse fator se perpetuou desde o corte até a montagem, como pode ser observado na Figura 2, quando todas as mãos se tornaram necessárias.

Figura 2.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

A responsabilidade da oca gerada na geodésica se tornou mais concreta com o espaço criado, pois foi transformando-o em um local de troca para o restante da oficina. O sentar circular e os olhos nos olhos nos lembram dos rituais dasocas. Um lugar de trocas socioculturais e de diálogo (Figura 3).

Figura 3.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Além disso, o lugar continuou como um espaço representativo, e pode ser utilizado em outros eventos posteriores. Como exemplo, traz-se a Aula Interdisciplinar sobre Conhecimentos Tradicionais do Projeto Coletivo de Trabalho Pedagógico (PCTP), que teve como público o EJA¹³ do Colégio de Aplicação João XXIII. E mais uma vez, o sentar circular e a tipologia de utilização estavam presentes (Figura 4). E assim como afirma Pollak (*op. cit.*, p. 202) o lugar/memória “pode fazer parte da herança da família com tanta força que se transforma praticamente em sentimento de pertencimento”.

13 Educação de Jovens e Adultos.

Figura 4.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Referências bibliográficas

FARIA, L. C. Origens culturais da habitação popular no Brasil. **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro: Museu Nacional, n. 12, 3 out. 1951.

FREITAS, F. O. *et al.* **O bambu do Uruá**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. Comunicado Técnico (INFOTECA-E). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/185140>. Acesso em: 27 abr. 2020.

MEDINA, A. T. O Termo Grego 'Geodésia' - um Estudo Etimológico. **Geodésia Online**: Revista da Comissão Brasileira de Geodésia, Recife, n. 3, 1997. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/39451/1778670/Medina.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

NORA, P. Entre Memória e História: A problemática dos lugares. Tradução: Yara Aun Khoury. **Projeto História**: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História, São Paulo, v. 10, jul./dez. 1993. ISSN 2176-2767. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/revph/article/view/12101>. Acesso em: 27 abr. 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. G.; VAZ, T. Pegadas de Saci. Ensaio etno-rapsódico a quatro mãos sobre as representações de um mito. **Cadernos de Arte e Antropologia**, Salvador,

vol. 1, n. 1, p. 9-22, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4000/cadernosaa.693>. Disponível em: <http://journals.openedition.org/cadernosaa/693>. Acesso em: 27 abr. 2020.

PADOVAN, R. B. **O bambu na arquitetura: design de conexões estruturais**. 2010. 181 f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010. DOI: <http://hdl.handle.net/11449/89702>. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/89702>. Acesso em: 27 abr. 2020.

PALLASMAA, J. **Os Olhos da Pele: A Arquitetura e os Sentidos**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

POLLAK, M. Memória e identidade social. **Revista Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 200-215, jul. 1992. ISSN 2178-1494. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/reh/article/view/1941>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SANTOS, F. P. Construção da aldeia de bambu e o saber agroecológico. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília, v. 13, n. 1, 15 ago. 2018. ISSN 2236-7934. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/1523>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SOUZA, S. A. D.; KITZMANN, D. I. S. A Cúpula Geodésica como espaço de Educação Ambiental na FURG. **RELACult: Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, [s. l.], v. 4, nov. 2018. ISSN 2525-7870. DOI: <http://dx.doi.org/10.23899/relacult.v4i0.978>. Disponível em: <http://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/978>. Acesso em: 18 ago. 2020.

TARGA, G. N. **Compósito reforçado por laminado de bambu com matriz de poliuretano e epóxi: desenvolvimento, produção e caracterização mecânica**. 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. DOI: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94902>. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94902>. Acesso em: 27 abr. 2020.

WEIMER, G. **Arquitetura popular brasileira**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.

ZUMTHOR, P. **Atmosferas**. 1. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.

O Espaço Ewè de Agroecologia: um relato de ciência, movimento e prática em busca de uma ecologia de saberes no Instituto de Ciências Humanas

*Gabriel Duque Coelho Novaes¹
Flávio Augusto Sousa Santos²
Eduardo de Oliveira Vianna³*

1 - Introdução

Como ponto de partida, observou-se a necessidade de compreender a agroecologia e suas ideias como um processo indissociável entre ciência, prática e movimento por uma parcela considerável de estudantes, pesquisadores, técnicos, educadores, ativistas e diversos sujeitos que atuam nesse campo. Para Wezel (2009), o conceito da “agroecologia” procura se afirmar como uma disciplina científica que ao mesmo tempo aglomera práticas agrícolas e alternativas, com um movimento social e político. Além disso, Altieri e Toledo (2011) reconhecem que o conjunto biodiverso de práticas locais no âmbito da agroecologia, além de proporcionar os modos de vida, também serve como ferramenta organizacional de luta para a formação dos movimentos sociais.

-
- 1 Mestrando no Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Universidade Federal de Juiz de Fora.
 - 2 Professor de Geografia e mestrando no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora.
 - 3 Agricultor e graduando no Bacharelado de Ciências Humanas da Universidade Federal de Juiz de Fora.

É importante reconhecer que as “ideias agroecológicas” têm sido utilizadas como um pressuposto em várias abordagens, como na orientação de políticas públicas em torno da sustentabilidade e, principalmente, na organização de agendas institucionais, de pesquisas e de intervenção em diversos espaços de decisões com objetivo de incorporar transformações nos sistemas agrícolas, aprimoramentos tecnológicos e ações locais sustentáveis (SCHMITT, 2016). No entanto, entendemos que esses processos têm alimentado um conjunto de valores positivos, mas que exigem a necessidade de se pensar sobre o desenvolvimento social, ambiental e econômico, ou seja, é preciso compreender essa “visão sustentável” de forma mais complexa quando relacionada às consequências apontadas sobre as diretrizes governamentais.

Para somar a essas perspectivas agroecológicas, compreendeu-se que os debates acadêmicos e sociais estão avançando de forma entrelaçada em um momento histórico de contestações democráticas que provocam incansáveis discussões sobre o “espaço comunitário” e a “natureza da essência humana” (MOSQUERA; ESTEVES, 2016, p. 615). Partindo desse ponto, essas inquietações implicam repensar as formas de interação e produção que acontecem nos territórios cotidianos socioeducativos. Para tanto, vale observar Santos (2007), que propõe um olhar crítico para a “produção de conhecimento”, visto que para ele, é preciso formar como fundamento inicial uma base conceitual “ecológica”, onde podemos considerar um diálogo de “saberes” não só na academia, mas também em todas as áreas da vida. Dessa forma, o autor entende a “ecologia de saberes” como uma possibilidade epistemológica e de caminho para integração entre ciência, saber, natureza, cultura e grupos humanos.

Por outro lado, é preciso destacar a necessidade da “construção dialética” como fundamento intelectual em todas as nossas ações educativas e concretas entre os seres humanos e seus espaços de ocupação, criando a possibilidade da relação dialógica e polifônica com a finalidade de compreender nossa posição no mundo e a necessidade de se colocar nele (FREIRE, 1987).

Em busca de outros caminhos, entendemos que os espaços acadêmicos estão reconhecendo a necessidade de recuperar outras racionalidades, epistemologias, práticas e saberes de diversos grupos socioculturais que foram colocados ao longo da história como objetos apenas a serem estudados e lidos, meramente como processos sociais do “saber popular”. Nessa conformidade, esses outros olhares estiveram sob a construção acadêmica na posição de

colonizados pela racionalidade científica ocidental, sendo observados por uma visão hegemônica do individualismo que não foi capaz de reconhecer o potencial de apreensão vivida e de transformação do mundo (SANTOS, 2005).

Dessa forma, a perspectiva dialética implica definitivamente em uma “justiça epistemológica”, recuperada através do diálogo entre saberes, movimentos sociais e uma ciência responsável, na interconexão de práticas que é possível, comum e desejável a nós (MOSQUERA; ESTEVES, *op. cit.*). Partindo dessas discussões e a favor das mudanças sociais nos espaços acadêmicos, sentimos a necessidade de uma materialização dos saberes com a terra através da prática agroecológica. Romper com a ideia de que algo é impossível na prática ou fantasioso, como não menos, inferiorizado como militância em nosso cotidiano. Foi preciso manifestar sobre a vida uma “ecologia do saber”, que acreditamos potencialmente ser a semente de novas aprendizagens democráticas em grupo. O que nos leva a concordar com a afirmação de Peter Rosset, ao olhar para os desafios e disputas em torno da territorialização da agroecologia nas escolas do campo que “na maioria dos casos, o real gargalo não é a disponibilidade de alternativa, mas sim, a falta de um processo social para impulsionar sua adoção” (ROSSET, 2017, p.85-86).

Em nosso contexto, observamos que as atividades de pesquisa, ensino e extensão estimuladas por alguns projetos acadêmicos, como o desenvolvido pelo Núcleo de Estudos em Agroecologia Ewè, somadas aos intercâmbios agroecológicos⁴ na região da Zona da Mata mineira, trouxeram um lastro de experiências que puderam fundamentar a materialização de outros saberes no Instituto de Ciências Humanas (ICH) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Em 2017, o Núcleo de Estudos em Agroecologia Ewè, em conjunto com parceiros locais, teve a iniciativa de ocupar um espaço acadêmico que, aos nossos olhos, estava vazio, sem cores e vida, sem utilizações para usufruto social e acadêmico, verdadeiros não lugares. Após as primeiras investidas, notamos a formação de outras relações com o ambiente, envolvendo novas formas de sociabilidade, debates políticos, atividades corpóreas, entre outras. Assim como a formação de reuniões que ajudaram a fomentar outros projetos sociais – não institucionais – com fundamentos agroecológicos cultivados pela cidade. Fazendo assim, do espaço Ewè, uma verdadeira ponte de teoria

4 Mais à frente em “3 - Caminhos metodológicos”, vamos brevemente contextualizar as características que definem um “intercâmbio agroecológico”.

e prática unindo a população acadêmica e a sociedade não acadêmica, entre movimentos sociais e ações coletivas.

2 - Núcleo de Estudos em Agroecologia Ewè

Os Núcleos de Estudos em Agroecologia (NEAs) surgiram no Brasil ao longo dos investimentos em chamadas/editais públicos, fundamentais para o desenvolvimento do campo agrário e da educação, envolvendo diversos organismos públicos, como o Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário (Dater/MDA)⁵, o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome⁶, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Ministério da Educação (MEC) em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)⁷. Durante os anos de 2007 a 2012, a parceria entre esses agentes fomentadores promoveu editais que “pavimentaram” as diretrizes articuladas de avanço em torno da agroecologia. Em 2012, surge a chamada nº 46/2012 (MCTI/MEC/Mapa/CNPq) com objetivo de continuar o apoio e o prosseguimento da implantação/manutenção de NEAs nas Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Ao todo, foram consolidadas uma carta convite e sete chamadas públicas como incentivo aos projetos de Núcleos de Estudos em Agroecologia, alcançando um total de 373 projetos. De qualquer forma, ainda são poucos núcleos que possuem a capacidade de captar recursos e fontes, o que os deixam dependentes dos editais promovidos pelo CNPq (SOUZA *et al.*, 2017, p. 409-410).

Esse contexto é importante para compreender como a rede de articulações políticas entre os movimentos sociais, as populações rurais e/ou urbanas e as instituições de desenvolvimento e pesquisa brasileiras somaram esforços para a valorização do conhecimento agroecológico. Vale destacar que os NEAs no Brasil foram fundamentados com base na “indissociabilidade” entre

5 Vale lembrar que o Ministério do Desenvolvimento Agrário foi extinto, atualmente suas competências foram transferidas para a Secretária Especial da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário, subordinada à Casa Civil.

6 Atualmente simplificada nas pastas da Casa Civil em torno do Desenvolvimento Social e Agrário.

7 Editais como: 36/2007 (CNPq/MCT/MDA/MDS); 33/2009 (CNPq/MCT/MDA/SAF/Dater); e em especial, a Carta Convite nº 73/2010 (Mapa/MCTI/MEC), que foi diretamente o primeiro fomento dos NEAs.

ensino, pesquisa e extensão, mostrando ser possível o necessário exercício que é o “eixo da ação e da reflexão universitária” (MOITA; ANDRADE, 2009, p. 270). Esses aspectos consideram repensar o papel da universidade como ponte entre conhecimento científico e demandas sociais. Mas, antes de apresentar um pouco das nossas experiências, apresentamos o nosso grupo.

No ano de 2012, iniciando as atividades do grupo, tínhamos diversas ações instaladas, inclusive ações para nomear e criar uma identidade para o grupo. Por trabalhar principalmente com os povos da diáspora africana, sobretudo comunidades quilombolas, fomos buscar na África a inspiração para o nosso nome, “Ewè”. O nome surgiu a partir de uma dinâmica de efetuarmos uma mística no início de cada reunião, que consistia em contar um *itan* (passagens mitológicas iorubanas) e refletir sobre ele. A ideia era que, em algum momento, o nome de nosso grupo iria surgir, inspirado nos *itans*. Assim, Ossaim nos sugeriu nosso nome, através do seguinte *itan*:

Ossaim era o nome de um escravo que foi vendido a Orunmilá.
Um dia ele foi à floresta e lá conheceu Aroni, que sabia tudo sobre as plantas.
Aroni, o gnomo de uma perna só, ficou amigo de Ossaim e ensinou-lhe todo o segredo das ervas.
Um dia, Orunmilá, desejoso de fazer uma grande plantação, ordenou a Ossaim que roçasse o mato de suas terras.
Diante de uma planta que curava dores, Ossaim exclamava:
‘Esta não pode ser cortada, é a erva que cura as dores’.
Diante de uma planta que curava hemorragias, dizia:
Esta estanca o sangue, não deve ser cortada’.
Em frente de uma planta que curava a febre, dizia:
‘Esta também não, porque refresca o corpo’.
E assim por diante.
Orunmilá, que era um babalaô muito preocupado por doentes interessou-se então pelo poder do curativo das plantas e ordenou que Ossaim ficasse junto dele nos momentos de consulta que o ajudasse a curar os enfermos com o uso das ervas miraculosas.
E assim Ossaim ajudava Orunmilá a receitar e acabou sendo conhecido como o grande médico que é.
(PRANDI, 2001, p.71)

Na tradição da língua iorubá, “ewè” significa “folhas”, e foi com esse nome que o Núcleo de Estudos em Agroecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora foi batizado. Esse mito apresentado sobre Ossaim, orixá “senhor das ervas”, contado em uma passagem do livro “Mitologia dos Orixás”, de Prandi (2001), é uma referência em nossas reuniões, pois nos convida a pensar sobre outros saberes o poder das folhas, plantas e raízes.

Seguindo nosso caso, a formação do NEA Ewè no início teve como referência a “indissociabilidade” entre os processos de ensino, pesquisa e extensão em pesquisas ligadas com o campo da disciplina de Geografia Agrária. As primeiras investidas ocorreram ainda nos anos de 2007 e 2008, e então, mais a frente, foi preciso articular um grupo que já estava ligado com algumas atividades relacionadas com a comunidade quilombola São Pedro de Cima (CARNEIRO; ITABORAHY, 2015).

Carneiro e Itaborahy (2015, p.101) ressaltam que é impossível compreender a criação do NEA Ewè⁸ sem associá-lo ao projeto de extensão em torno da transição agroecológica em São Pedro de Cima, durante os anos de 2012 e 2013. Além disso, destacam-se ações de dois projetos de extensão universitária: “Da Diversidade Cultural à Diversidade Produtiva: a construção de saberes necessários à transição agroecológica” e “Ecomuseu de Comunidades Negras da Zona da Mata mineira”. Ambas as iniciativas de pesquisa-extensão buscaram produzir experiências e metodologias sociais durante as realizações dos trabalhos de campo, principalmente em comunidades quilombolas da região⁹.

Esses processos levaram a crer em pessoas ligadas às questões da agroecologia na Universidade Federal de Juiz de Fora, sendo que mais ações foram articuladas e a equipe ampliada. Nesse sentido, existe uma articulação continuada de grupos interdisciplinares, contando com estudantes e professores que

8 Projeto submetido ao SAF/MDA/CNPq, no final de 2013 (para o biênio 2014/2015).

9 Destacamos os “intercâmbios agroecológicos” em duas comunidades negras tradicionais: São Pedro de Cima, localizada na zona rural do município de Divino, norte da Zona da Mata mineira; e Comunidade Quilombola Colônia do Paiol, situada em Bias Fortes, também referente à Zona da Mata mineira. Nas duas comunidades foram tecidas pesquisas participativas que, no total, deram frutos a quatro dissertações de mestrado concluídas e uma tese de doutorado nos programas de pós-graduação na UFJF, UFMG e CPDA-UFRRJ. Além de diversos artigos desenvolvidos no âmbito de pós-graduação e graduação para eventos acadêmicos. A grande parceria com essas comunidades ainda tem semeado resultados que contribuem enquanto espaços de diálogo, trocas de saberes e o reconhecimento dos modos de vida, cultura e bem viver.

criaram vínculos, trocas e contribuições entre as comunidades tradicionais e acadêmicas. Compreendemos, assim, a responsabilidade e o compromisso do Núcleo de Estudos em Agroecologia Ewè na UFJF.

3 - Caminhos metodológicos

Temos o intuito de fundamentar nossas experiências através de um conjunto de metodologias participativas, para que seja reconstruída uma sistematização histórica de ocupação deste território. Brevemente, colocando em voga a localização do espaço, as formas de utilização que se deram neste, as oficinas que foram realizadas, as reuniões que aconteceram entre diversos sujeitos e comunidade acadêmica e o seu atual cenário, que não se coloca como desfecho, mas sim em uma dialética de transformação intensa e constante, fazendo desse espaço (Ewè) uma das “sementes” de ideias e ideais agroecológicos para a sociedade e junto com a mesma.

Como sugere Brandão (2007), a “pesquisa participante” produz uma perspectiva sobre a realidade social concreta da vida cotidiana e dos processos coletivos em suas diferentes dinâmicas e expressões. Quando partilhamos o “ato de fazer” com os sujeitos, é construído um olhar mais sensibilizado para o campo, onde os significados concretos e simbólicos reproduzem momentos mais profundos, sendo as “vivências experimentadas”. Somado a isso, é preciso destacar as contribuições metodológicas da “pesquisa-ação” de Thiollent (2011), que prioriza a inovação durante as pesquisas, entre a participação e o diálogo com diferentes sujeitos sociais.

Os “intercâmbios agroecológicos” são outra formação metodológica das experiências que tornaram a construção do Espaço de Agroecologia Ewè possível, visto que aproxima assistência técnica compartilhada e aprendizado coletivo durante as visitas em comunidades tradicionais¹⁰. No entanto, vale observar Sosa *et al.* (2012) quando diz que a agroecologia impõe pensar não só técnicas de produção adequadas, mas também a não utilização de metodologias

10 Para aprofundar, sugerimos a leitura de MAURI, R. *et al.* Intercâmbios agroecológicos: aprendizados coletivos e assistência técnica compartilhada. A experiência de Divino - Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2017. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/22523>. Acesso em: 19 maio 2020.

apropriadas, pois devem romper as barreiras do processo educativo de forma horizontal sem hierarquizar a construção de outros saberes.

Seguindo os caminhos da educação, tomamos como ponto de partida a “educação popular” que não é simplesmente uma atividade pedagógica *para* ensinar alguma coisa, “mas um trabalho coletivo em si mesmo”. Em outras palavras, é na busca de sentido que “a vivência do *saber compartilhado* cria a experiência do *poder compartilhado*”. (BRANDÃO; ASSUMPCÃO, 2009, p. 35). Isso quer dizer que os princípios, procedimentos e intencionalidades surgem de acordo com as práticas e mantêm os compromissos que foram assumidos nas situações de trabalho coletivo, enquanto processos da produção de um saber popular.

Para concretizar nossas atividades foi promovida a ideia de “mutirão”, que entendemos como uma “ação prática” através de processos simbólicos e agentes locais, materializando o convívio através da experiência vivenciada. Para isso, cabe considerar as observações de Antonio Candido, em sua obra *Parceiros do Rio Bonito* (2010), quando apresenta uma reflexão conceitual sobre a prática do “mutirão”. Tanto para o autor, quanto para nós, as relações coletivas em torno do “trabalho” se mostram uma chave não só para investigações em comunidades rurais, mas também como facilitadora de nossas ações, visto que a prática do mutirão define quem são as pessoas, por caracterizar a “sociabilidade no trabalho”. Acreditamos, como Candido, nesta possibilidade de se lidar com a terra como um meio comum de superação das circunstâncias e dos limites econômicos, diante da reciprocidade e do trabalho às integrações de uma vida coletiva. Para tanto, reconhecemos a potencialidade dos mutirões como ritual de trocas de saberes, que agregam a participação social e objetivos comuns para a construção do espaço, uma vez que servem de uma realidade social que os sujeitos realizam de forma concreta no lugar. Caminhamos, assim, para o próximo tópico, onde vamos relatar brevemente os experimentos, pois há muito que semear.

4 - Compartilha da experiência

Primordialmente, efetuaram-se momentos de construção e troca em torno do Espaço de Agroecologia Ewè, objetivando sempre a ocupação de não lugares do Instituto de Ciências Humanas através de práticas agroecológicas.

Além disso, efetivou-se um processo baseado na reapropriação desses espaços através, por exemplo, da construção de uma horta, plantio de diversas espécies arbóreas, construção de um forno de cupinzeiro, fogão de jirau com técnicas antigas - reapropriações que resultaram de diversos encontros, oficinas e mutirões com a participação de sujeitos usuários ou não do Instituto.

Um dos elementos motivadores para a implantação do Espaço Ewè foi a pequena identificação dos estudantes envolvidos com o espaço em que necessitavam habitar em suas longas jornadas diárias na academia. O atual prédio do ICH foi inaugurado no segundo semestre de 2011, marcado pelos seus quatro blocos, centro de vivência, biblioteca e, entre estes, pequenos gramados apenas. Recorrentes foram os relatos de não identificação com este espaço feitos pelos sujeitos que utilizam daquela estrutura.

Assim, a primeira atitude do projeto do Espaço Ewè de Agroecologia dentro do espaço do ICH foi o levantamento de possíveis locais para a implantação de ações de estruturas agroecológicas fixas ou não no Instituto, reapropriando-se desses não lugares e, através da agroecologia, dando novos sentidos, permitindo a construção de territórios e territorialidades agroecológicos dentro da Universidade.

O processo de organização das ideias de ações efetivou-se com a superação do laço acadêmico a partir do resgate de saberes tradicionais e da dinâmica com personagens detentores deste saber. Pontua-se a visita realizada ao Assentamento Dênis Gonçalves para a instrução do modo de construção de uma geodésica de bambu, assim como os materiais, tratamentos e técnicas a serem usados; as práticas de extensão em comunidades quilombolas que apresentavam construções não convencionais; e a parceria com agricultores ecológicos que permitiram diversas trocas de aprendizagens e manejo em agroecossistemas. De modo geral, essas relações sociais produziram constantes trocas, consultas e conversas de um lado e de outro, criando conexões de outros saberes com o Espaço Ewè a respeito de técnicas de plantio, construção e do lidar com a terra.

A construção da horta do Ewè é tida como a primeira ação do projeto e, para tal, reuniram-se estudantes, professores, pesquisadores e agricultores

ecológicos da região que, em apenas um dia, juntos fizeram a capina, cercamento e a construção dos canteiros, além do plantio das primeiras sementes¹¹.

Figura 1 - Preparação da horta agroecológica em Geodésica.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Nas semanas seguintes ocorreram diversos mutirões na horta com o objetivo de efetuar o plantio de mudas e sementes de plantas alimentícias, medicinais e plantas alimentícias não convencionais (PANCs), coletar matéria orgânica, construir um espaço para reuniões, manejar os cultivos, coletar e preparar novas sementes. Além do mais, concomitante aos mutirões na horta, outros momentos de ação foram efetuados, como o plantio de mudas de espécies arbóreas - muitas delas frutíferas - próximas à horta. As mudas foram sendo doadas por professores, estudantes e demais sujeitos que permeiam o instituto.

Outros momentos de ação que deixaram suas marcas no Instituto, estabelecendo a reapropriação do espaço e a valorização dos saberes tradicionais, foram o conjunto de oficinas realizadas em 2018 e 2019, em razão das Jornadas de Divulgação Científica, em parceria com o Centro de Ciências da UFJF, nas quais ocorreu a construção de uma geodésica de bambu, um forno de cupinzeiro e uma composteira. O objetivo assumido foi o de ultrapassar os limites da Universidade e permitir que os sujeitos pudessem interagir com as oficinas de pequenas hortas urbanas e de compostagem doméstica. Essas oficinas conseguiram atrair estudantes, professores, funcionários, pequenos agricultores

11 Destacamos a orientação participativa da Liz e Caseh, educadores e agricultores ecológicos da organização sem fins lucrativos NEPA - Agroecologia e Desenvolvimento Social, com o objetivo de mobilizar e integrar a comunidade rural e urbana numa economia associativa e em rede. Para saber mais, acesse: nepa.org.br.

urbanos e a comunidade de moradores dos arredores da Universidade, promovendo sempre a mobilização, o resgate e valorização da troca de saberes e a formação dialógica entre os sujeitos.

Figura 2 - Oficina de plantio de mudas – Jornada de Divulgação Científica, 2019.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Na defesa das construções sustentáveis, de acordo com os valores e modos de vida das sabedorias tradicionais, foram realizados dois intercâmbios agroecológicos que expandiram a identidade do espaço Ewè. O objetivo era construir uma área de comercialidade que pudesse agregar, além de saberes, alguns sabores no cotidiano do Instituto de Ciências Humanas. Em primeiro lugar, construímos, com a orientação de um pequeno agricultor local, um forno feito através de um cupinzeiro, recolhido e tratado que, quando transferido para o espaço, foi rebocado com uma mistura de argila e barro. O forno é aquecido com cinzas de carvão que proporcionam temperatura suficiente para assar diversas quitandas para o encerramento de disciplinas e festividades, principalmente durante o inverno, com a festa junina do Instituto.

Figura 3 - Construção de forno com cupinzeiro – Jornada de Divulgação Científica, 2019.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Recentemente, com a condução técnica de membros de uma comunidade quilombola, empreendeu-se a construção um fogão de jirau. Para tal,

utilizou-se as mesmas técnicas tradicionais de construção que podem ser encontradas em algumas comunidades, como da Colônia do Paiol – de onde vieram as senhoras que conduziram a atividade. A construção pauta-se em uma taipa de madeira sustentada por cipó correia – amplamente reconhecido por sua resistência – e paredes de tijolos rebocados por argila.

Figura 4 - Construção de fogão de jirau – Jornada de Divulgação Científica, 2019.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Vale lembrar que, em meados de 2019, ocorreu uma intervenção de plantio no Ewè através de arrecadação junto à Secretaria do Meio Ambiente de Juiz de Fora, na qual foram doadas 20 mudas de árvores com desenvolvimento estável (de 2,00 a 3,00 metros), para efetivar de fato uma arborização no interior dos blocos do ICH. As espécies plantadas foram: sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa*), aroeira (*Schinus terebinthifolia*), aroeira salso (*Schinus molle*), ipê branco (*Tabebuia roseo-alba*), ipê amarelo (*Handroanthus albus*), pau ferro (*Libidibia ferrea*), oiti (*Licania tomentosa*) e quaresmeira (*Tibouchina grandulosa*), dando novos ares ao Instituto.

5 - A importância da articulação em rede

O Espaço Ewè tem sido constantemente palco não só de reuniões dos integrantes do projeto para traçar ações, organizações e discussões, mas também como espaço de articulação de outros grupos. Podemos citar a parceria com o Grupo de Educação Ambiental da Faculdade de Educação da UFJF que, em conjunto, realizaram uma “vivência agroecológica”, paralelamente à 6ª Jornada de Ciências Sociais da UFJF. Nessa ação, abordamos temas como a educação ambiental, soberania alimentar, transição agroecológica, agricultura urbana, importância das sementes crioulas e a ocupação dos espaços institucionais por outros saberes. Essa reunião em especial foi marcada pela troca e

doação de sementes crioulas, onde os participantes puderam levar e espalhar as sementes em outros territórios.

No segundo semestre de 2019, ocorreu uma reunião sobre agroecologia e soberania alimentar organizada por estudantes de alguns centros acadêmicos da UFJF, com projeção de implantação de um projeto agroecológico comunitário no bairro Santa Cândida, em Juiz de Fora. A reunião contou com a participação de estudantes de diversos cursos (Bacharelado em Ciências Humanas, Filosofia, Geografia, Ciências Sociais, Nutrição, Biologia, Serviço Social, Direito, Medicina), professores da Universidade e membros da associação comunitária daquele bairro. Neste sentido, criou-se um diálogo acerca da agroecologia, soberania alimentar, posicionamento político, educação ambiental e a importância da integração de diversas áreas para estabelecer uma base agroecológica de educação popular e de ação, articulando outras estratégias coesas e sustentáveis. A discussão resultou em mutirões na comunidade do bairro, que fomentaram o início da materialização de uma horta urbana e comunitária com desenho agroflorestal.

Figura 5 - Debate sobre soberania alimentar.



Fonte: Arquivo do NEA Ewè.

Dessa forma, nota-se que os sujeitos questionadores do Instituto de Ciências Humanas construíram, além de um lugar de ocupação, uma forma de articular em rede dentro do espaço institucional. Como também, por não se identificarem com suas instalações, passaram a frequentar o espaço da horta, seja para colher alguns frutos, plantar, estudar, se reunir com colegas ou simplesmente relaxar. Assim, percebemos a construção de uma territorialidade

por esses sujeitos, concordando com o tratado por Cunha, ao afirmar que “a territorialidade abrange, portanto, as relações cotidianas, diárias, que os seres humanos mantêm entre si e com suas naturezas interior e exterior” (2017, p. 184). Notamos a transformação daquilo que era um espaço de passagem, um não lugar, para um espaço de engajamento político que acolhe e fornece as possibilidades de alimentar saberes e “viver” sabores melhores.

6 - Considerações finais

Descobrimos nessa jornada outros processos que não têm um fim, visto que entendemos o Ewè como um projeto dialético em constante retroalimentação. Para tanto, foi preciso dialogar a respeito de alguns desses momentos de materialização agroecológica no espaço do Instituto, em que reproduzimos diversas ações não convencionais em espaços tradicionalmente acadêmicos, corroborando para uma transição agroecológica no Instituto de Ciências Humanas.

De forma dinâmica, as atividades apoiaram-se sempre na troca de saberes, abrindo a possibilidade de todos os sujeitos envolvidos deixarem suas marcas no espaço durante diversos momentos, seja por conta do manejo agroecológico no ambiente, ou por um diálogo ocorrido durante um encontro. Trabalhamos em sintonia com as chaves do sucesso dos processos agroecológicos: organicidade e ação coletiva; protagonismo camponês através da valorização e resgate de saberes; envolvimento de jovens e mulheres; mobilização; formação de um mercado – no caso, consumidores conscientes; políticas públicas; formação e educação (ROSSET, *op. cit.*).

Nesse sentido, estamos de acordo com Santos (2004, p. 30) quando coloca que a universidade deve formar por parte dos estudantes, um conhecimento “pluriversitário”, uma vez que não se trata mais do princípio apenas da produção acadêmica, mas também da aplicação que lhe pode ser dada. Quando se compartilham as experiências apreendidas nas comunidades tradicionais e convida estes outros sujeitos a ocupar os espaços acadêmicos, revela que existe um movimento de integração e renovação dentro do espaço, fazendo com que outras realidades se ponham à mostra para todos os que são educadores e educandos da universidade – ação esta que julgamos ser relevante para a maturidade da comunidade acadêmica.

Seguindo novamente as recomendações de Santos (*op. cit.*), estabelecemos a “ecologia de saberes” como a possibilidade de ocupar um espaço institucionalizado e acadêmico, enquanto estratégia de valorização das pluralidades de práticas e de saberes, como também das tecnologias sociais oriundas de sabedorias tradicionais. Para enfatizar a qualidade de uma “ecologia de saberes”, concordamos com as observações de Moita e Andrade (*op. cit.*) sobre a necessidade tridimensional do fazer universitário autônomo, competente e ético. Sobretudo quando os autores afirmam que posto como princípio de ação, nossas experiências buscam uma formação de referência na “indissociabilidade” entre os processos de ensino, pesquisa e extensão.

Mas de pouco adiantaram os momentos de ação sem os de manutenção. Apesar das dificuldades, o manejo tem sido constante, dando continuidade e vitalidade aos territórios que o Ewè tem construído. Para isso, como já tratado, são organizados diversos encontros, sejam mutirões ou ações pessoais para trato, regas e fornecimento de matéria orgânica ao solo, manutenção de cercas, geodésica e forno, acompanhando a movimentação eterna da natureza, trabalhando e renovando o espaço a cada estação e a todo momento. Nosso objetivo foi alcançado no que tange a transformação de um espaço em que antes não havia um significado e, conseqüentemente, sem uso social e ecológico, para um espaço que carrega agora em seu núcleo partilhas e reflexões a partir de outras formas de apreensão dentro do cotidiano universitário, levando as teorias acadêmicas para fora da bolha universitária e recebendo os saberes e experiências que os habitantes urbanos e rurais proporcionam.

Referências bibliográficas

ALTIERI, M. A.; TOLEDO, V. M. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. **The Journal of Peasant Studies**, Haia, v. 38, n. 3, p. 587-612, 2011.

BRANDÃO, C. R.; ASSUMPCÃO, R. **Cultura Rebelde** - Escritos sobre a Educação Popular ontem e agora. 1. ed. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2009.

BRANDÃO, C. R. Tempos e espaços nos mundos rurais do Brasil. **RURIS** - Revista do Centro de Estudos Rurais - UNICAMP, Campinas, v. 1, n. 1, p. 37-64, 2007. Disponível em: <https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/ruris/article/view/643>. Acesso em: 19 maio 2020.

CANDIDO, A. **Os Parceiros do Rio Bonito**: estudo sobre o caipira paulista e a transformação dos seus meios de vida. 12. ed. Rio de Janeiro: Ouro Sobre Azul, 2010.

CARNEIRO, L. O.; ITABORAHY, N. Z. Caminhos da Transição Agroecológica na Comunidade Quilombola de São Pedro de Cima. **Sociedade e Território**, Natal, v. 27, n. 2, p. 95-110, 29 set. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/7928>. Acesso em: 19 maio 2020.

CUNHA, A. P. Diálogos entre Geografia e Agroecologia: Reflexões sobre território, desenvolvimento e colonialidade. **Revista Terra Livre**, São Paulo, ano 29, v. 2, n. 43, p. 170-205, 2017. Disponível em: <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/685>. Acesso em: 19 maio 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

MOITA, F. M. G. S. C.; ANDRADE, F. C. B. Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 41, p. 269-280, ago. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782009000200006>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782009000200006&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 19 maio 2020.

MOSQUERA, C. R.; ESTEVES, S. M. Saberes e Movimentos Sociais: Justiça epistemológica para educar democraticamente. **Revista Educação: Teoria e Prática**, Rio Claro, v. 26, n. 53, p. 612-627, set./dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.18675/1981-8106.vol26.n53.p612-627>. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/10437>. Acesso em: 19 maio 2020.

PRANDI, R. **Mitologia dos Orixás**. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

ROSSET, P. A Territorialização da Agroecologia na disputa de projetos, e os desafios para as escolas do campo. *In*: RIBEIRO, D. S. *et al.* (org.). **Agroecologia na educação básica** - questões propositivas de conteúdo e metodologia. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2017. p. 83-92.

SANTOS, B. S. **A universidade no século XXI**. São Paulo: Cortez, 2004.

_____. **A crítica da razão indolente**: contra o desperdício da experiência. São Paulo: Cortez, 2005.

_____. Para além do Pensamento Abissal: Das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Revista Crítica de Ciências Sociais (online)**, Coimbra, n. 78, p. 3-46, 2007. DOI: <https://doi.org/10.4000/rccs.753>. Disponível em: <http://journals.openedition.org/rccs/753>. Acesso em: 19 maio 2020.

SAQUET, M. A. **Abordagens e concepções de território**. São Paulo: Expressão Popular, 2010. p. 192.

SCHMITT, C. J. A transformação das “Ideias Agroecológicas” em instrumentos de políticas públicas: dinâmicas de contestação e institucionalização de novas ideias nas políticas para a agricultura familiar. **Política & Sociedade**, Florianópolis, v. 15, p. 16-48, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7984.2016v15nesp1p16>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/politica/article/view/2175-7984.2016v15nesp1p16>. Acesso em: 19 maio 2020.

SOSA, M. B. *et al.* **Revolução Agroecológica: O Movimento Camponês a Camponês da ANAP em Cuba**. 1ª Ed. São Paulo: Outras Expressões, 2012.

SOUZA N. A. *et al.* Os Núcleos de Agroecologia: caminhos e desafios na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. In: SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* (org.). **A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil: Uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. cap. 14, p. 403-431. DOI: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8817>. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8817>. Acesso em: 19 maio 2020.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

WEZEL, A. *et al.* Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. **Agronomy fo Sustainable Development**, Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, v. 29, n. 4, p. 503-515, dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1051/agro/2009004>. Acesso em: 19 maio 2020.



A Biomimética como Expressão da Natureza: uma ferramenta de educação ambiental no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora

Breno Moreira¹
Raniery Fátima de Lima Ferreira²
Bianca de Melo Quintana²
Clara Eliza Oliveira Pratti da Silva²
Gabriel de Souza Carvalho²
Letícia de Fátima Alves Rodrigues²

1 - Apresentação

As variadas formas de interações entre os seres vivos e o ambiente estão entre os principais fatores que direcionam o processo evolutivo. Nesse sentido, é possível elucidar como as barreiras naturais, geográficas e climáticas exercem papéis decisivos na sobrevivência e na capacidade de se adaptar de uma determinada espécie, influenciando na própria distribuição da vida pelo planeta.

A vida evoluiu em conjunto com o planeta Terra em suas dinâmicas geológicas. Partindo desse raciocínio, a espécie humana, desde o seu surgimento, desenvolve-se justamente por sua relação com o meio, a partir da observação do ambiente ao seu redor, tais como as próprias relações ecológicas dos demais seres vivos e do funcionamento dos sistemas naturais. É a partir da observação que o homem desenvolveu ferramentas e métodos para sua

1 Biólogo, Doutor em Ecologia. Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

2 Estudante de graduação. Educador(a) Ambiental do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

sobrevivência. Assim o homem cria técnicas para se adaptar ao meio em que vive, sendo inspirado pelas próprias dinâmicas biológicas, ecológicas e geológicas. Essa relação é facilmente observada nas sociedades mais primitivas, que viviam em total dependência da natureza, e se estruturavam de forma a garantir a subsistência, diferente da nossa sociedade atual, onde o desenvolvimento de ferramentas e processos está fortemente relacionado ao modo de vida capitalista³.

Nas sociedades primitivas, as identidades culturais foram criadas a partir de complexos símbolos, linguagens e percepções do meio. Cada cultura tem sua própria concepção e teoria sobre a natureza, que se expressa em distintas configurações intelectuais. O meio natural é percebido e representado, portanto, através de um conjunto de símbolos, práticas e instrumentos, que exercem um significado variado conforme os valores de cada cultura. Nesse sentido, podemos afirmar que não existe uma “ecologia humana” única. Pelo contrário, podemos notar uma multitude de distintas ecologias, cada uma das quais, incluindo a que pertence à ciência ocidental, foi gerada por uma experiência distinta de mundo, encarnando por si mesma seu próprio e único modo de compreendê-lo⁴.

2 - O que é Biomimética?

Compreender e replicar as estruturas biológicas a partir da observação de novos conceitos e paradigmas “projetuais” vindos da natureza, que se somam ao conhecimento tecnológico desenvolvido pelo homem, é, em suma, a principal premissa da Biomimética, que tem sido considerada uma ferramenta profícua para a criatividade e a inovação⁵. Usada para descrever soluções inspiradas no meio ambiente, a biomimética era, até alguns anos atrás, uma expressão restrita aos laboratórios. Agora, a ciência das invenções inspiradas na natureza está deixando de ser apenas um jargão científico para chegar ao mercado, tornando palpável a sabedoria do planeta na oferta de respostas às mais variadas situações do cotidiano.

3 ROSENDAHL; CORRÊA, 2013.

4 WALDMAN, 2006.

5 BENYUS, 1997.

O termo “biomimetismo” foi cunhado por Janine Benyus, autora de seis livros na área e cofundadora do Biomimicry Institute, e propõe uma expansão do conceito clássico de Biomimética e Biónica através da delimitação de três abordagens principais: I. A natureza como modelo – estuda os modelos da natureza e imita-os ou usa-os como inspiração para os designs/processos, com o intuito de resolver os problemas humanos; II. A natureza como medida – utiliza o padrão ecológico para julgar a relevância das nossas inovações. Após tantos anos de existência, a natureza sabe o que funciona, o que é apropriado e o que é durável; III. A natureza como mentora – estabelece uma nova forma de observar e avaliar a natureza. Baseia-se, não no que podemos extrair do mundo natural, mas no que podemos aprender com ele⁶.

No livro *Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza*⁵, Janine Benyus detalhou como a ciência estava estudando as melhores ideias de mares, florestas e desertos para resolver os problemas do século 21. Claro, o homem sempre copiou a natureza – em coisas simples e sofisticadas. A novidade de Janine foi propor essa inspiração como um método de trabalho, uma abordagem sistemática para resolver problemas.

3 - A Biomimética como expressão da natureza

3.1 - Bioarquitetura: soluções ecológicas dos povos ancestrais

A Bioarquitetura busca a inspiração da natureza como modelo, medida e mentora, procurando solucionar problemáticas do cotidiano do ser humano de forma sustentável e respeitosa, representando uma convivência harmoniosa com o meio ambiente. Apresenta um caráter fundamentalmente ecológico, prezando valores éticos imprescindíveis ao ser humano, em detrimento ao comportamento autodestrutivo e insustentável da sociedade moderna, pós-revolução industrial. Portanto, procura trazer novos paradigmas e um novo olhar sobre o ambiente natural, focando no todo, no ecossistema, visando estabelecer uma relação mais harmônica e sustentável com o meio ambiente⁷.

Ao longo da história, uma das facetas apresentadas às comunidades quando se tornaram sedentárias foi a necessidade de aprimorar suas habitações respeitando as condições geográficas dos locais onde se encontravam (Figura

6 BIOMIMICRY GUILD, 2006.

7 DIAS, 2014.

1). Podemos observar essas peculiaridades, por exemplo, nas populações que habitam áreas alagadiças e desenvolveram o sistema de palafitas, estruturas de madeira que elevam a edificação para fora da água, encontradas não só no Brasil, mas também na África e na Ásia⁸. Os povos inuítes, esquimós do Norte do Canadá, também se adaptaram e se inspiraram no ambiente em que vivem para a construção de seus iglus, utilizando blocos de gelo. Os *vikings*, povos originários da região escandinava, recobriam suas casas com a vegetação, formando telhados verdes.

Figura 1 - (A) Edificação adotando o sistema de palafitas; (B) Edificação do tipo iglu, adotada por povos inuítes; (C) Edificação *viking* adotando o sistema de cobertura de telhado verde; (D) Agricultura em terraços adotada por povos incas.



Fontes: (A) e (C) Pixabay; (B) Wikimedia Commons. Autor: Maurizio Ceol. Licença Creative Commons Atribuição-CompartilhaIgual 3.0 Não Adaptada (CC BY-SA 3.0). A imagem foi cortada e modificada para ficar em tons de cinza; (D) Max Pixel.

Outro bom exemplo de como as populações antigas já observavam a natureza e dela tiravam soluções é o do Império Inca, que já no século XIV contava com uma população de 20 milhões de habitantes em um território que se estendia desde o sul da Colômbia e o extremo norte do Equador, por todo

8 RIBEIRO, 2011.

o Peru, Bolívia, até o noroeste da Argentina e o norte do Chile. A capital do Império era a atual cidade de Cuzco, que além de capital econômica funcionava como capital espiritual, mostrando a relação dos Incas também com a espiritualidade. Entre seus feitos estão a construção de pontes, estradas, complexos sistemas de irrigação e bioarquitetura⁹.

Estima-se que os Incas cultivavam cerca de 700 espécies vegetais, entre elas batata, milho, pimenta, algodão, tomate, amendoim, mandioca e quinoa. Acredita-se que as diversas estradas e trilhas garantiram o sucesso da agricultura inca por possibilitar a distribuição da colheita de maneira eficiente por todo o território. O plantio era feito com a técnica de curvas de nível, em terraços, sendo os primeiros a adotar o sistema de irrigação. As técnicas agrícolas desenvolvidas pelos incas surgiram da necessidade de criar áreas de cultivo que superassem os problemas de abastecimento de água, erosão dos solos e a instabilidade climática num território caracterizado por uma geografia extremamente acidentada e a existência de uma grande variedade de zonas ecológicas. Os terraços erguidos nas encostas das montanhas não apenas obedeciam às necessidades de caráter prático, como também a motivações estéticas, simbólicas e religiosas¹⁰.

Assim como os incas fizeram, ao buscar soluções integradas à natureza para plantio, irrigação e gerenciamento de uma população tão numerosa, os pesquisadores em biomimética o fazem hoje. A partir de uma necessidade humana buscam soluções ao observar a natureza. O olhar da biomimética nos traz a harmonização entre as soluções propostas e a estética visual, sem com isso aumentar o impacto negativo que as populações humanas provocam no meio.

3.2 - Tecnologias a favor do meio ambiente

Sob o guarda-chuva da “bioarquitetura” estão as construções ecológicas, as construções sustentáveis e as bioclimáticas (adaptadas ao clima). Da mesma forma, estão aquelas erguidas com base na sabedoria milenar dos povos orientais e ocidentais. Ao criar uma edificação tendo como base a bioarquitetura, o profissional de arquitetura deve mudar seu modo de especificar. A escolha por tecnologias, técnicas construtivas e materiais deixa de estar restrita

9 AMICO, 2009.

10 LAWS, 2013.

à análise de aspectos técnicos e estéticos. Assim, nesse tipo de concepção, ela passa a considerar, também, todo o ciclo de vida útil e a cadeia produtiva dos materiais.

O olhar do pesquisador que tem a biomimética como espinha dorsal segue os Padrões Unificadores da Natureza, compilados pelo Instituto de Biomimética: a natureza usa apenas a energia de que necessita e conta com a energia disponível de forma livre; recicla todos os materiais; é resiliente perante diferentes tipos de perturbações; otimiza ao invés de maximizar; recompensa a cooperação; é executada em informações; usa química e materiais que são seguros para os seres vivos; constrói usando recursos abundantes, incorporando recursos raros apenas com moderação; é localmente sintonizada e responsiva; usa a forma para determinar a funcionalidade¹¹.

Mesmo que não seja possível aplicar todos os padrões dentro do processo de criação, o Instituto sugere que eles podem ser traduzidos em especificações de projetos, métricas de controle de qualidade, seleção de material e outras opções de fabricação ou processos. De acordo com o Biomimicry Institute, as principais formas de utilizar a biomimética na arquitetura são:

- I. Arquitetura que imita as funções da natureza: aquela que emprega uma ou várias funções a partir de exemplos encontrados na natureza para o projeto arquitetônico. Esses exemplos utilizam funções para adequação ao local, ao clima, ao consumo de energia, entre outros fatores, sem prejudicar ou poluir o meio ambiente circundante.
- II. Arquitetura que imita as formas da natureza: extrai propriedades estruturais incorporadas no design das formas naturais. As estruturas naturais passaram por muitos anos de evolução, elas apresentam um nível de funcionalidade que envolve a técnica de “tentativa e erro”. Estruturas vivas até hoje representam sucessos da natureza. Estes exemplos naturais fornecem uma série de estratégias inovadoras e formas estruturais que têm a capacidade de superar situações adversas provenientes da força climática e ambiental, por exemplo.
- III. Arquitetura que imita as partes da natureza: crucial para o desenvolvimento arquitetônico inteligente, já que imita partes da natureza e tem foco na inspiração de propriedades estruturais, formais ou funcionalidades a partir de situações específicas encontradas na natureza, para a aplicação

11 BIOMIMICRY INSTITUTE, 2007.

em componentes de construção. Fundamentado nessa questão, métodos são utilizados para substituir o revestimento de construções e sistemas mecânicos, ou podem simplesmente ser aplicados como uma camada adicional ao sistema existente. O objetivo é elevar o desempenho da construção, resultando em eficiência e melhor adaptação ao meio ambiente natural.

Com relação ao design, de modo geral, a bioarquitetura privilegia o uso de formas orgânicas e naturais. São construções que se assemelham e, em muitos casos, se misturam aos ambientes naturais onde estão inseridas. Podemos citar, como exemplo, as coberturas verdes e os sistemas de iluminação e ventilação natural que garantem o controle da temperatura e umidade dos ambientes internos, o que influi diretamente na saúde dos ocupantes e na economia de energia. Outros exemplos são a instalação de painéis solares através das placas fotovoltaicas, onde os raios do sol são retidos e transformados em energia elétrica limpa; e a captação de água de chuva, que reduz o consumo do recurso hídrico e apresenta vantagens econômicas.

No Brasil, em 2015, foi inaugurado o Museu do Amanhã, obra primorosa de Calatrava no Rio de Janeiro. O projeto possui um telhado em alavanca com suas grandes “asas” móveis com uma estrutura da fachada que se expande em quase todo o comprimento do cais, enfatizando a extensão para a Baía de Guanabara e minimizando a largura do edifício. Um espelho d’água rodeia o museu por fora e é usado para filtrar a água que está sendo bombeada da baía e liberada de volta no final do píer, o que dá aos visitantes a impressão de que o museu está flutuando, numa analogia a um animal marinho.

3.3 - O Laboratório Casa Sustentável do Jardim Botânico UFJF

A Biomimética estuda as soluções orgânicas e estruturais aplicadas pela natureza aos seus elementos, com o objetivo de coletar dados para a solução de problemas técnicos de formas, estruturas ou objetos para o uso cotidiano. A arquitetura, por exemplo, recorre à Biomimética para a produção de habitações mais sustentáveis. No Jardim Botânico UFJF está presente o Laboratório Casa Sustentável (LCS) (Figura 2), um espaço de ensino, pesquisa e extensão, dedicado a temas relacionados ao conforto ambiental, arquitetura bioclimática

e edificação sustentável, desenvolvido em parceria entre grupos de pesquisa de arquitetura e de engenharia da UFJF¹².

O LCS apresenta técnicas relacionadas ao melhor aproveitamento da iluminação e circulação de ar, dialogando com a Biomimética, uma vez que a inspiração na natureza foi fundamental para o seu desenvolvimento. Os impactos dessas técnicas se assemelham com os benefícios encontrados nas geodésicas, tendo em vista a ocorrência de uma ventilação melhorada associada ao fluxo de ar, pois a geometria dessas estruturas não permite o estancamento de ar, ao passo que a concentração de luz e calor ocorre de forma mais homogênea. A ventilação cruzada e iluminação natural são técnicas empregadas em diversos cômodos da casa. Assim, ambas contam com a disposição das janelas localizadas em paredes diferentes, preferencialmente em fachadas opostas, levando em conta a direção e sentido do vento predominante na cidade (no caso de Juiz de Fora é Norte/Sul). As posições e alturas das janelas também auxiliam a ventilação pelo fenômeno chamado termossifão, conhecido como efeito chaminé. O ar fresco entra pela janela baixa e tende a subir à medida que se aquece no interior do ambiente, saindo pela janela alta. Dessa forma, a técnica sobre orientação das aberturas, a qual está diretamente relacionada às características do posicionamento geográfico da cidade, confere ampliação do conforto térmico no inverno, uma vez que ocorre o aproveitamento do sol para o aquecimento do ambiente.

Outro sistema importante é a ventilação por dutos embutidos no solo, composto por um conjunto de tubulações e ventiladores localizados nas extremidades do sistema, de forma a forçar a ventilação para captação e insuflamento do ar para o interior da edificação. Esse sistema usa a inércia térmica do solo para aquecer ou resfriar o ar antes de introduzi-lo na casa.

Com relação ao aproveitamento de iluminação natural, além das dimensões das aberturas seguirem a norma de iluminação, foi projetado o sistema chamado de prateleira de luz para aproveitar melhor a luz natural e reduzir a incidência da radiação solar direta no espaço. No verão a veneziana externa é responsável por controlar a entrada dos raios solares, evitando o aquecimento dos ambientes internos em excesso. No período de inverno uma das técnicas utilizadas é o sistema de aquecimento solar do ar, composto por

12 ZAMBRANO, 2012.

painéis solares que são conectados com as tubulações que levam o ar aquecido para o ambiente, associado com a utilização de pisos quentes, que também são alternativas que fazem o uso inteligente de recursos naturais. Ademais, algumas técnicas para o aumento da temperatura interna no período de inverno foram implementadas, como o aquecimento solar passivo (varanda-estufa), que aproveita a radiação solar para aquecer os ambientes.

Figura 2 - Laboratório Casa Sustentável do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.



Fonte: Acervo do Jardim Botânico da UFJF.

No inverno, a varanda mantida com os vidros fechados permite que os ganhos térmicos obtidos pela penetração da radiação solar no ambiente sejam retidos e transmitidos para a sala (com porta aberta), evitando gastos energéticos para aquecimento. A parede trombe também possui a função de aquecer o ambiente durante o inverno e promover a ventilação no verão. Isso acontece

quando a mesma recebe a radiação solar, acumula calor e o transmite para o interior do ambiente.

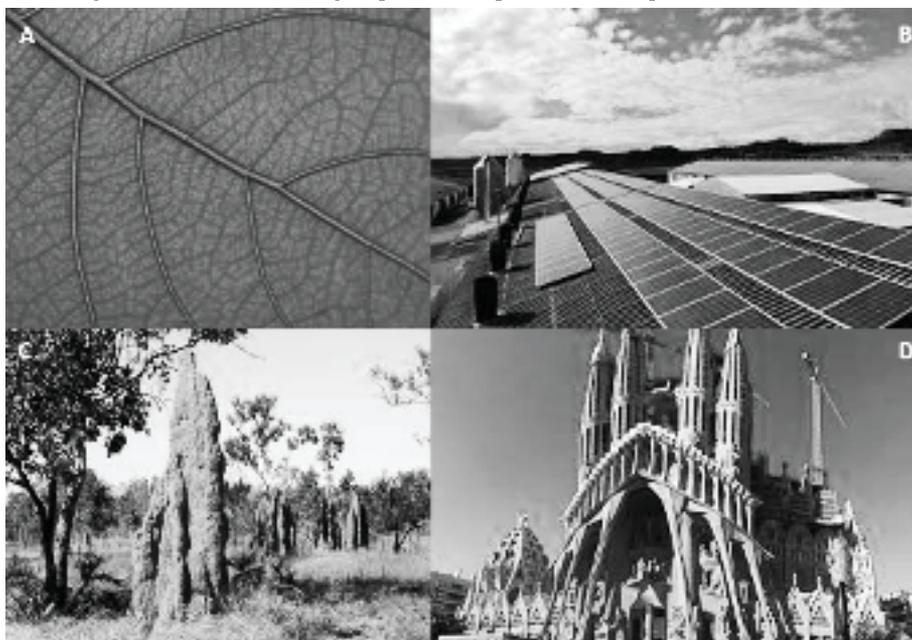
A captação da água da chuva, que é realizada a partir da água coletada diretamente dos telhados por calhas e levada até os reservatórios por meio de leitos impermeabilizados, proporciona o reaproveitamento de água para finalidades diversas. Paralelamente, temos um sistema básico de aquecimento solar da água composto por coletores solares (placas coletoras), um boiler (reservatório térmico) e dutos de distribuição. A vegetação também contribui para o conforto dos ambientes internos e externos do LCS, através da instalação de telhados e paredes verdes, que possibilitam o isolamento térmico e acústico, além de colaborar com o meio externo, melhorando a qualidade do ar e do meio ambiente. Essa vegetação que irá cobrir as paredes verdes e parte de cima da casa é composta por gramíneas, herbácea ou arbustiva.

3.4 - Biomimética aplicada ao design

A Biomimética e demais Biotécnicas utilizam a inspiração na natureza para buscar soluções e referências (Figura 3). Existem alguns tipos específicos de Analogias relacionadas ao mundo natural, são elas⁵:

- I. Analogia Orgânica: Busca encontrar o equilíbrio entre os organismos humanos, as obras de arte e os sistemas mecânicos.
- II. Analogia Classificatória: Observa os métodos estabelecidos da botânica e zoologia para aplicação na Arquitetura e no Design.
- III. Analogia Anatômica: Traz uma sistemática de trabalho que estuda a estrutura do esqueleto animal, comparando-os com as construções da engenharia.
- IV. Analogia Darwiniana: Busca explicar que os objetos e as construções são feitos através de cópias repetidas através dos tempos, como acontece com a evolução natural.

Figura 3 - Soluções de design a partir da inspiração em componentes da natureza.



Fontes: (A), (C) e (D) Pixabay; (B) Needpix.com.

Leonardo da Vinci, considerado por muitos o maior gênio da história devido a sua multiplicidade de talentos (matemático, engenheiro, arquiteto, botânico, inventor, anatomista, pintor etc.), também foi pioneiro no uso da Analogia de estruturas naturais, como pode ser observado em vários dos seus estudos e projetos. Devido à cultura material e aos paradigmas da época, completamente diferentes dos de hoje, observar e obter inspiração da natureza era uma tarefa considerada privilegiada e para poucos indivíduos. Apesar dos muitos inventos e projetos de Leonardo não terem sido construídos na época, contudo tratavam-se claramente de investigações de estruturas naturais através de técnicas analógicas, como o famoso exemplo da Máquina Voadora, inspirada nos estudos de voo dos pássaros, que serviram para formular alguns dos princípios utilizados atualmente na engenharia aeronáutica e engenharia mecânica¹³.

A análise de fenômenos morfológicos da natureza facilita e estimula a capacidade de percepção de detalhes e princípios presentes em sua estrutura. Ideias inovadoras vêm surgindo de pesquisas sobre sistemas e propriedades

13 LOBATO, 2005.

naturais que nem sempre se traduzem apenas na estética, mas que a forma natural favorece também o ganho em eficiência. O trem-bala Shinkansen desenvolvido pelo engenheiro Eiji Nakatsu, por exemplo, teve como referência a forma do bico alongado do pássaro martim pescador, que facilita o mergulho sem espirrar água em busca de sua refeição. Visando solucionar um dos grandes problemas do trem bala, que é a vibração e o barulho, o engenheiro buscou inspiração no formato do bico desse pássaro, o que resultou numa melhora significativa com um trem-bala 10% mais rápido, consumindo 15% menos energia, e ainda reduzindo a pressão do ar em 30% em relação ao modelo anterior¹⁴.

Através da pesquisa das escamas da pele do tubarão, responsáveis pelo desempenho hidrodinâmico do animal, especialistas criaram roupas de natação da marca Speedo Fastskin, utilizada por campeões olímpicos. A textura dessas vestimentas, baseada nos “denticulos” da pele de tubarão em formato de “V”, tem como vantagens a redução da resistência passiva de cerca de 4% e também da vibração muscular, aumentando a velocidade e o desempenho dos atletas¹⁴.

Outros exemplos mais perceptíveis de Biodesign também devem ser lembrados, como as barbatanas utilizadas pelos mergulhadores, inspiradas nas patas dos cisnes e na forma como estas interagem com a água; as ventosas criadas a partir da analogia morfológica e funcional das ventosas dos polvos, compreendendo a mesma função de aderência; os alicates baseados na forma da pinça do caranguejo; e até mesmo a camuflagem militar inspirada na camuflagem animal, entre outros.

3.5 - Biomimética aplicada à moda

A cultura da moda acompanha diversos processos históricos e sociais. A moda evolui com o tempo e funciona como uma forma de expressão de acontecimentos e situações vigentes de uma determinada época. As culturas também se expressam através dos seus vestuários, adornos e objetos que compõe a estética de um povo. Assim, na relação do homem com o meio, uma cultura introduz elementos da natureza do seu entorno para criar ornamentos diversos. A Biomimética pode guiar o design de moda de diversas formas, como na solução de problemas, auxiliando no processo criativo, ou até mesmo como juíza de correção de inovação¹⁵.

14 DETANICO; TEIXEIRA; SILVA, 2010.

15 LIPOVETSKY, 1989.

Na história, diversas culturas usam colares e pingentes como amuletos espirituais representando uma divindade ou um fator de proteção, prosperidade e fertilidade. As vestimentas e adornos também estão associados aos seus ritos e eventos religiosos. Como no exemplo que temos da tribo indígena dos maxacalis, onde alguns homens usavam um traje feito de fibra de embaúba para representar os espíritos da floresta, ou seja, a roupa tem um valor espiritual muito forte para a tribo, pois é justamente a partir dela que eles se sentem conectados com suas divindades.

Algo constantemente relacionado às tribos indígenas são os adornos feitos de plumas de pássaros. Essa utilização se deve principalmente à variedade de espécies de pássaros que possuímos no território brasileiro, com características morfológicas que incluem plumas bastante coloridas e vibrantes. A utilização desses adereços está intimamente relacionada à organização social das tribos, frequentemente possuindo funções como: distinção social, hierarquia dentro da tribo, símbolo de status social ou com funções religiosas¹⁶.

Vários elementos sociais e históricos podem mudar a concepção de “belo” de cultura para cultura. Isso implica também na forma como observamos o ambiente ao nosso redor e como determinados quais fatores podem ser sinônimos de beleza. Os ornamentos podem expressar significados espirituais e morais, assim a ética e estética podem andar juntas, já que o que é belo para um povo pode implicar qualidades moralmente desejáveis. Por exemplo, algumas tribos acreditam que para ouvir melhor o próximo é preciso ornamentar as orelhas, ou seja, uma qualidade moral se expressando através da estética. Os marúbos (grupo indígena do sudoeste amazônico), por exemplo, possuem uma concepção de corpo e de alma diferente, já que para eles as duas coisas representam o mesmo, inclusive em sua língua é usada a mesma palavra para se referir às duas coisas. Para eles, ornamentar seu corpo é uma parte de ser humano, é uma forma de expressar seus desejos, anseios, sua posição moral e conexão espiritual¹⁷.

O povo amazônico, piro, tem uma concepção de beleza também diferente, já que para eles os padrões complexos e formas da natureza representam o que é belo, dessa forma, produzem objetos e ornamentos baseados nisso. Para eles, a pele humana, por exemplo, é algo que deve ser padronizada, então

16 MOURÃO, 1971.

17 TAYLOR, 2012.

usam de pinturas corporais e adornos como a representação de pele de cobra ou elementos da natureza que possuem padrões intrínsecos¹⁸.

Os cintas-largas também se utilizam de pinturas corporais como forma de expressão. São feitas inspiradas nos animais e vegetais que conhecem, e representam forte simbologia, tanto para festas e ritos religiosos, como para caça e afazeres cotidianos da tribo. Também servem para distinção de funções dentro da comunidade, como indicar se uma índia é comprometida ou não. Para o preparo dessas tintas, rala-se a fruta jenipapo com semente e depois mistura-se ao pigmento. Os cintas-largas têm extremo cuidado com os desenhos pintados no corpo, pois cada tribo tem suas representações, que para eles são marcas de uma história. Nos eventos festivos, os cintas-largas enfeitam braços e pernas com palha de buriti e usam vestimentas coloridas, pois, para eles, quanto mais cor, mais alegria sentem, já que simula a riqueza da natureza, simbolizando a renovação¹⁹.

Atualmente, a transferência de ideais da biologia para a tecnologia proporciona uma adaptação ao mundo natural, e como resultado disso se tem diversas aplicações desenvolvidas nos últimos anos e que estão apresentadas abaixo (Figura 4), sendo essas por vezes simples e eficientes:

- I. Escamas de peixe: Produção do tecido Macro React, com espaços de fiação com um padrão de escamas de peixe. Os atributos desse material permitem a transpiração e a liberação de calor e umidade para manter-se seco e fresco.
- II. Escamas de cobra: Ao se deparar com a quantidade de lascas de madeira encontradas no chão após as aulas de arquitetura, Nieuwenhuys-Stefanie, estudante na Universidade de Kingston, em Londres, teve uma ideia baseada no conceito da biomimética. Utilizando formas eficientes inspiradas na escama de cobra, e aproveitando os pedaços descartados de madeira, Stephanie criou peças de roupas que minimizam o desperdício e abstém de recursos virgens. A estudante começou a trabalhar nessa proposta, o que resultou em um projeto de mestrado com uma coleção de corsets, vestidos de noite e calças.
- III. Velcro: Uma das mais famosas invenções da biomimética. Foi criado pelo engenheiro suíço Georges de Mestral. Conta a história que George foi a um passeio com seu cão e na volta, ao chegar em casa, se deparou com

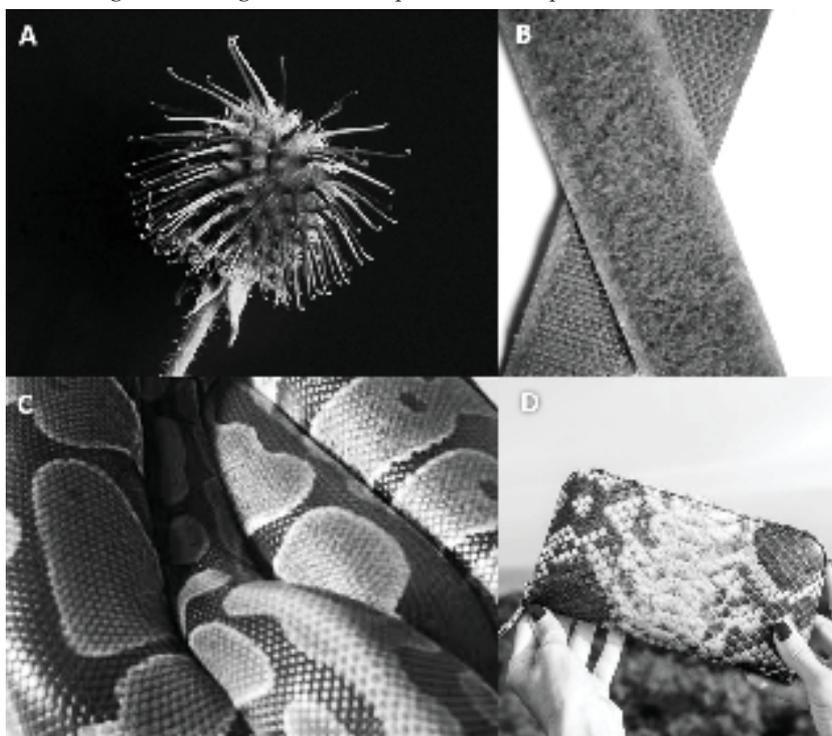
18 GOW, 1999.

19 DAL POZ, 1993.

inúmeros carrapichos do gênero *Arctium* grudados tanto em sua roupa, quanto em seu cão. Intrigado, decidiu observar essa planta em um microscópio e percebeu que elas possuíam minúsculos ganchos, que se prendiam em pequenos laços. A partir dessa observação, o engenheiro trabalhou em uma forma de reproduzir esses padrões, e então criou o Velcro.

IV. Seres marinhos e o design de joias: As escamas dos animais marinhos e seus movimentos foram a inspiração para a designer de joias Luísa Rosas na sua coleção Skin. A designer mergulhou no universo aquático e a partir dessa observação criou anéis, pingentes e brincos que possuem um sistema de rotação, podendo ser usados de ambos os lados. Dessa forma, permite ao usuário adequar as joias ao seu ambiente, assim como os seres marinhos têm sua capacidade de transformação e adaptação natural.

Figura 4 - Designs de moda inspirados em componentes da natureza.



Fontes: (A) Wikimedia Commons. Autor: Zephyris. Licença Creative Commons Atribuição-CompartilhaIgual 3.0 Não Adaptada (CC BY-SA 3.0). A imagem foi cortada e modificada para ficar em tons de cinza; (B) Wikimedia Commons. Autor: Ryj. Licença Creative Commons Atribuição-CompartilhaIgual 3.0 Não Adaptada (CC BY-SA 3.0). A imagem foi cortada e modificada para ficar em tons de cinza; (C) Pixabay; (D) Pexels.

Em síntese, podemos afirmar que a moda não é só uma expressão ocidental moderna, entrelaçada com o sistema capitalista para promover o consumo. É também um ato político e, acima de tudo, uma manifestação social, que ocorre desde os tempos de nossos antepassados. Nossa relação com o meio e como nos inspiramos na natureza é também expressada na nossa estética visual, para além de um padrão de beleza, mas com um significado emocional, social, cultural e espiritual. Aprendemos com os índios que temos que valorizar e cuidar da natureza como uma fonte de todo recurso básico para sobrevivência e berço de manifestações sociais. Dessa maneira, pensar Biomimética é pensar a criação e a inovação das nossas formas de produzir e consumir.

4 - Considerações finais

A percepção da natureza e de seus componentes como inspiração para as criações humanas não são exclusividade dos dias atuais. Contudo, é importante avaliar de que maneira essas inspirações são captadas atualmente. Os povos tradicionais, por exemplo, compreendem a natureza como dotada de alma, e a partir dessa compreensão se inserem no ambiente e desenvolvem suas práticas e técnicas. Essa percepção é diferente das sociedades urbanas, que acabam por não perceber diariamente a realidade dos movimentos naturais. As populações urbanas precisam valorizar uma vez mais a existência e resistência dos seres que convivem consigo, afinal, o microambiente em que vivemos necessita de um manejo consciente e de uma compreensão profunda de seu funcionamento.

Os diferentes biomas que constituem a biodiversidade brasileira, possuem cada um seu próprio ciclo de funcionamento. Cada componente do ecossistema possui sua importância marcada na paisagem em que vivemos. A cadeia trófica garante o equilíbrio de todas as espécies e seu convívio, tudo isso de forma inteligente, e cada indivíduo que constitui o cenário em questão (Mata Atlântica, Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Mangues etc.) é resultado de um longo processo evolutivo, que tornou a vida de cada espécie uma simbiose com o planeta. Para que os processos de investigação biomiméticas tornem-se a grande prioridade humana, será necessário um aprofundamento nos conhecimentos ecológicos referentes a múltiplas espécies que constituem e lidam com o ambiente em que vivemos.

Investigar as diferentes asas e consequentemente os diferentes tipos de voo; averiguar os diferentes tipos de répteis e consequentemente suas aptidões em ambientes aquáticos e terrestres; observar as diferentes variações fitofisiológicas dos vegetais e suas designações funcionais: são prioridades para um maior conhecimento do vasto mundo que nos cerca, tanto em um nível amplo, como nos detalhes que constituem os corpos estudados. Cada detalhe e forma de uma asa, de um tronco, de um bico, de uma folha, possuem um motivo histórico e funcional de adaptação. Logo, cada detalhe deve ser abordado como uma estratégia de sobrevivência e, acima de tudo, como um desenvolvimento tecnológico de última geração.

Referências bibliográficas

AMICO, J. C. **Ciudad y territorio en Los Andes**: contribuciones a la historia del urbanismo prehispánico. 2. ed. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.

BENYUS, J. M. **Biomimética**: Inovação Inspirada pela Natureza. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 1997.

BIOMIMICRY GUILD. **Introduction to Biomimicry**. Helena, Estados Unidos: [s. n.], 2006. *Website* antes disponível em: http://www.biomimicryguild.com/guild_biomimicry.html.

BIOMIMICRY INSTITUTE. **Biomimicry as a Practical Innovation Process**. Missoula, Estados Unidos: [s. n.], 2007. *Website* atualmente indisponível.

DAL POZ, J. Homens, Animais e Inimigos: Simetrias entre Mito e Rito nos Cinta Larga. **Revista de Antropologia**, São Paulo, v. 36, p. 177-206, 1993. DOI: <https://doi.org/10.11606/2179-0892.ra.1993.111393>. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ra/article/view/111393>. Acesso em: 5 jun. 2020.

DETANICO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, T. L. K. A Biomimética como Método Criativo para o Projeto de Produto. **Design & Tecnologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 101-113, 2010. DOI: <http://hdl.handle.net/10183/67708>. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/67708>. Acesso em: 5 jun. 2020.

DIAS, E. **A natureza no processo de design e no desenvolvimento do projeto**. 1. ed. São Paulo: Senai São Paulo, 2014.

GOW, P. A geometria do corpo. *In: A outra margem do Ocidente*. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. p. 299-316.

LAWS, B. **50 Plantas que Mudaram o Rumo da História**. 1. ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2013.

LIPOVETSKY, G. **O império do efêmero**: a moda e seu destino nas sociedades modernas. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

LOBATO, F. The Nature of Design. **Design Management Review**, Hoboken, Estados Unidos, v. 16, n. 1, p. 56-61, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1948-7169.2005.tb00008.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1948-7169.2005.tb00008.x>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MOURÃO, N. **Arte plumária e máscaras de danças dos índios brasileiros**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Artes Gráficas Bradesco, 1971.

RIBEIRO, V. C. M. **Construções sobre palafitas**: do Inquérito à arquitetura regional à contemporaneidade. Orientadora: Ana Vaz Milheiro. 2011. Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitetura) – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2011. DOI: <http://hdl.handle.net/10071/8001>. Disponível em: <https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/8001>. Acesso em: 5 jun. 2020.

ROSENDAHL, Z.; CORRÊA, R. L. **Geografia Cultural**: uma antologia, volume II. 1. ed. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

TAYLOR, A. C. O corpo da alma e seus estados: uma perspectiva amazônica sobre a natureza de ser-se humano. Tradução: Eduardo Soares Nunes *et al.* **Cadernos de Campo** - revista dos alunos de pós-graduação em antropologia social da USP, São Paulo, n. 21, p. 1-360, 2012. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9133.v21i21p213-228>. Título original: The Soul's Body and Its States: An Amazonian Perspective of Being Human. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/cadernosdecampo/article/view/53926>. Acesso em: 5 jun. 2020.

WALDMAN, M. **Meio Ambiente & Antropologia**. 1. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2006.

ZAMBRANO, L. M. A. *et al.* Sustainable Home Laboratory: Exhibition and Experimental Space for Education and Research on Sustainable Living Environments. *In: CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environment*, 4., 2012, São Paulo. **Proceedings** [...]. São Paulo: Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP, 2012. p. 619-626. Disponível em: <https://site.cibworld.nl/db/publication/browserecord.php>. Acesso em: 5 jun. 2020.

A Etnobotânica como Ferramenta de Educação Ambiental no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz De Fora

*Breno Moreira¹
Gustavo Taboada Soldati²*

1 - Apresentação

O presente trabalho, orientado pelo Projeto Político Pedagógico de Educação Ambiental do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, aborda o processo de implementação do roteiro de visita-ção intitulado “Etnobotânica e Diversidade Vegetal”, que explora a diversidade vegetal e os saberes populares associados. O roteiro, que busca mais do que descrever os nomes científicos e populares das espécies e sua importância econômica, foi elaborado com o objetivo de valorizar os saberes cam- pesinos, quilombolas, indígenas e tradicionais. Os pontos de visita-ção do roteiro podem ser vistos como peças de um grande quebra-cabeça, que, quando unidas, revelam processos cognitivos, sociais e políticos que tornam tais saberes estraté- gicos para a conservação da sociobiodiversidade um dos principais objetivos do Jardim Botânico e um dos principais desafios da humanidade.

A apresentação do roteiro à comunidade (Figura 1) é orientada pelo Plano para Implementação de Ações de Educação Ambiental do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, e segue duas linhas prin- cipais, com foco em dois públicos-alvo, a saber: a) público escolar: composto por estudantes acima de seis anos, do ensino fundamental ou médio e seus

1 Biólogo, Doutor em Ecologia. Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

2 Biólogo, Doutor em Botânica. Departamento de Botânica da Universidade Federal de Juiz de Fora.

acompanhantes, professoras e professores; e b) público espontâneo: composto por todas as pessoas que visitam o Jardim Botânico de acordo com as diretrizes estipuladas nesse plano. Neste trabalho, destacaremos principalmente as ações de Educação Ambiental relacionadas ao processo de visitação escolar.

Figura 1 - Visitas escolares e espontâneas realizadas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.



Fonte: Acervo do Jardim Botânico da UFJF.

2 - O Jardim Botânico da UFJF

O Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora integra um dos maiores remanescentes de Floresta Atlântica em área urbana do Brasil, a Mata do Krambeck (Figura 2). Mais de 500 espécies vegetais já foram identificadas na área do Jardim, entre plantas nativas, ornamentais, populações raras ou em extinção, como Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) e Ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*). Esse fragmento florestal secundário, fruto de regeneração, é ainda um importante abrigo para a fauna local, possui nascentes

e contribui para a regulação de diversos serviços ambientais, como a regulação do microclima da região.

São 82,74 hectares de mata preservada, equivalentes a 119 campos de futebol, abrangendo toda a área antes denominada Sítio Malícia. Parte de sua extensão foi usada para fins pecuários, plantio de café e extração de lenha. A partir da década de 1920, passou por processos de preservação e adaptação locais, com a inserção de lagos artificiais, pomar, alamedas e a casa da família Krambeck, atualmente a Casa Sede do Jardim Botânico, que, entre outras funções, abriga galerias de arte abertas para exposição ao público. Outros dois sítios, Retiro Velho e Retiro Novo – constituídos como Área de Proteção Ambiental (APA) – compõem com o Jardim um extenso fragmento florestal, a Mata do Krambeck, totalizando 373 hectares. Quando se considera a Mata da Remonta, o fragmento totaliza 512 hectares.

O Jardim Botânico da UFJF é, portanto, um espaço público de preservação e conservação da sociobiodiversidade, a qual se refere à relação de mútua importância entre a diversidade biológica e os saberes tradicionais, tais como os oriundos de povos indígenas, campesinos, agricultores familiares e quilombolas. Esses saberes populares possuem espaço reconhecido no Jardim Botânico para dialogar com o saber acadêmico, tendo como finalidade a conservação da sociobiodiversidade da Floresta Atlântica na Zona da Mata Mineira. Para que essa proposta se concretize, o Jardim pauta-se em ações de ensino, pesquisa, extensão e desenvolvimento institucional, embasadas na manutenção de coleções de plantas reconhecidas, organizadas, documentadas e identificadas.

Figura 2 - Áreas de visitação do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.



Fonte: Acervo do Jardim Botânico da UFJF.

3 - O que é Etnobotânica?

Desde os primórdios da humanidade, o homem estabeleceu interações ecológicas, genéticas, evolutivas, simbólicas e culturais com as plantas. Podemos afirmar, portanto, que as plantas desempenharam um papel dinâmico na formação de nossa história. As plantas sempre nos forneceram combustível, alimento, abrigo e remédios. Sempre controlaram a taxa de erosão da terra e regularam a quantidade de dióxido de carbono e oxigênio no ar que respiramos. Essas diferentes relações estabelecidas entre as sociedades humanas e as plantas é o campo de estudo da Etnobotânica, que pode ser definida como a ciência que estuda a abrangência da diversidade biológica associada às diferentes culturas, seus impactos e sua importância em variados aspectos³.

Se as plantas do nosso planeta por algum motivo se extinguissem, certamente não haveria um amanhã para nossa espécie. No entanto, ainda hoje muitas vezes são ignoradas e desconhecidas por grande parte da população, sem receber os devidos créditos por serem as testemunhas silenciosas de nosso progresso. Nesse contexto, a Etnobotânica, associada aos diferentes processos

3 LAWS, 2013.

de Educação Ambiental, permite e incentiva o rompimento dessas barreiras estruturais e materiais que cristalizam a percepção do ser humano sobre o seu ambiente e as paisagens que o circundam, estimulando a emergência do entendimento do sujeito sobre si mesmo, sobre os demais organismos e as variadas formas de inter-relacionamentos estabelecidos em nossa sociedade. Dessa forma, o Jardim Botânico UFJF busca inserir a Etnobotânica em diferentes processos de Educação Ambiental, buscando despertar em seus visitantes uma transição do ser inconsciente para o ser totalmente consciente e responsável pelas mudanças necessárias à conservação dos recursos naturais, ecossistemas, biomas e da biosfera terrestre (Figura 3).

Figura 3 - Representantes de comunidades tradicionais e povos indígenas em visita ao Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.



Fonte: Acervo do Jardim Botânico da UFJF.

4 - O roteiro Etnobotânica e Diversidade Vegetal

- Ponto 01 - Jatobá *Hymenaea courbaril* L.

Espécie nativa da família botânica Fabaceae, amplamente distribuída e conhecida pelos povos brasileiros, especialmente pelo seu poder medicinal, presente nas raízes, cascas e resina. Espécie que todo raizeiro conhece e indica. A polpa do seu legume tem aspecto farináceo, sendo utilizada para fazer bolos e roscas. Foi muito consumida in natura, durante momentos de seca, penúria e total escassez de recursos alimentares. Assim, essa planta tem importância fundamental para a resistência dos agricultores familiares nos sertões brasileiros. Essa situação nos leva a compreender que “conhecimento” é a capacidade de todo ser vivo de reagir aos desafios impostos conforme a qualidade das percepções que tem, sempre no sentido de solucionar situações problemáticas que se opõem à finalidade de sobrevivência do indivíduo como espécie e grupo social⁴.

- Ponto 02 - Pimenta de macaco *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.

Espécie nativa da família botânica Annonaceae. Os tipos e a distribuição das fibras em suas cascas flexíveis permitem a fabricação de cordas, por isso, também é conhecida como “embira”. Contudo, o uso mais difundido foi registrado por Auguste Saint-Hilaire⁵, “seus frutos, muito aromáticos, têm o odor da pimenta do reino; e se o sabor não é tão forte, eles são, no entanto, mais agradáveis. Se fossem mais conhecidos, esses frutos seriam certamente procurados como especiaria (...) mas, infelizmente, os brasileiros se acostumaram a desdenhar todas as vantagens que a natureza lhes prodigou...” A fala do importante naturalista francês representa, por suposto, sua visão e suas compreensões. Entretanto, qual seria a explicação dos “brasileiros” sobre esse “desdenho”? Há diferentes sistemas de conhecimento que acumularam saberes sobre a biodiversidade, cada qual com sua episteme, nunca melhores nem piores, apenas diferentes.

4 SAINT-HILAIRE, 2014.

5 MATURANA; VARELA, 2001.

- Ponto 03 - Sabão de soldado *Sapindus saponaria* L.

Espécie nativa da família botânica Sapindaceae. “Nesta região crescem também muitas árvores-do-sabão, cujos frutos são levados em quantidade para a cidade. A classe mais pobre do povo emprega-os em lugar do sabão, visto que o sabão fino, importado em grande parte da América do Norte, está incluído entre os artigos caros de economia doméstica”⁶, escreveu Johann Baptist von Spix, importante naturalista austríaco em viagem ao Brasil entre 1817 e 1820. Essa propriedade de detergente é conferida pelas saponinas, compostos que apresentam parte lipofílica e hidrofílica. Certamente, as observações e experiências diárias permitiram a construção desse saber, assim como a grande parte dos sistemas populares de conhecimento. Sem a necessidade científica de registro sistemático e de recriar constantemente os conhecimentos, tais sistemas são baseados nas práticas cotidianas e em demandas concretas, resultando em saberes socialmente contextualizados e ambientalmente adequados, além de uma alta adaptabilidade.

- Ponto 04 - Abacate *Persea americana* Mill.

Espécie originária da América Central, pertence à família botânica Lauraceae. O abacateiro está presente em quase todos os quintais agroflorestais do meio rural, provendo diversos usos. Seu fruto, além de belo, é muito energético e nutritivo, compondo a base da alimentação de muitos povos. Nas medicinas populares é amplamente conhecido e utilizado, sendo as folhas e sementes empregadas na cura de inúmeras enfermidades em diferentes sistemas corporais. O abacate é uma planta domesticada pelos povos originários do atual México e, desta forma, materializa a complexidade dos sistemas populares de conhecimento. A domesticação de plantas é um processo de seleção humana contínua, capaz de converter, ao largo de milhares de anos, uma planta silvestre em uma espécie mais adequada. Está associada às bases cognitivas que permitiram construir sociedades complexas e edificadas. Por isso, reverenciamos nossos ancestrais, como fez o tropical Gilberto Gil: “Abacateiro, saiba que na refazenda tu me ensina a fazer renda, que eu te ensino a namorar”.

6 SPIX; MARTIUS, 1981.

- Ponto 05 - Pau-ferro *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz

Espécie nativa da família botânica Fabaceae. Em Minas Gerais é conhecida como pau-ferro, valorizando a alta densidade de sua madeira, útil para fabricar diversas peças, como ferramentas, esteios e cabos. Não raro, seus ramos terminais, finos, são torcidos para formar um nó que, depois de anos de crescimento, resultam em pitoresca bengala. Nas caatingas é conhecida como Jucá, nome derivado da palavra tupi “yucá”, que significa “matar”, pois sua madeira era utilizada para fabricar o tacape, arma indígena utilizada na execução de inimigos e prisioneiros⁷. Outra espécie medicinal, de muitos usos atribuídos. Nos sistemas de conhecimento popular os usos de uma espécie, salvo raras exceções, nunca são transformados em segredos, mas são amplamente partilhados. O conhecimento não é de ninguém, mas do coletivo, mesmo porque a validação das informações pelos pares a torna mais complexa e adequada. Assim, a produção dos saberes populares é socialmente referenciada em sua origem, validação e socialização.

- Ponto 06 - Canela amarela *Nectandra oppositifolia* Nees & Mart

Espécie nativa da família botânica Lauraceae. O nome “canela” é muito difundido no país e, em cada localidade, é atribuído à diferentes espécies, geralmente de folhas largas, aromáticas e boas para uso madeireiro. Talvez essa mutabilidade seja uma das mais belas características dos sistemas populares de conhecimento. Além dessa dinâmica, fica evidente que esses sistemas acumularam, ao largo de muitas gerações, saberes complexos que podem servir e ser empregados por nossa sociedade. A casca da canela amarela é, por exemplo, ótima para se curtir a cachaça. Contudo, o acesso ao conhecimento popular associado à biodiversidade, especialmente pelas empresas, deve estar condicionado à consulta prévia, livre e informada, bem como a um acordo de repartição de benefícios justo e equitativo. Interessante se aprendêssemos, além dos usos em si, suas visões de mundo e as formas de se relacionar com a sociobiodiversidade.

- Ponto 07 - Ipê amarelo *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos

Espécie nativa da família botânica Bignoniaceae. Os ipês ocorrem naturalmente na América tropical, desde o México até a Argentina, sendo a

7 MAIA, 2004.

maioria no Brasil. Do norte de Minas Gerais à Amazônia são chamados de pau d'arco. Suas flores são comestíveis *in natura* em saladas ou refogadas. Nos sertões, assim como o mandacaru, a floração do pau d'arco é utilizada na previsão das chuvas e, portanto, dá esperança. Esse ipê amarelo é a flor símbolo do Brasil, ainda que não exista o reconhecimento oficial.

- Ponto 08 - Angico vermelho *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

Espécie nativa da família botânica Fabaceae. Há algumas plantas medicinais no Brasil que são preferidas e consensuais, uma delas é o angico vermelho. Suas propriedades, inclusive a cor avermelhada que o identifica, deve-se à alta concentração de compostos conhecidos como taninos. Essas mesmas substâncias permitem o emprego das suas cascas em curtumes, atividade de importância histórica para a Mata do Krambeck. Entretanto, há muitos anos, as sementes, por suas características químicas, são utilizadas pelos povos indígenas da bacia amazônica no preparo de um rapé conhecido como “yopo”, com propriedades psicotrópicas. O rapé é um dos elementos centrais da cosmologia e medicina ancestral desses grupos, é o alimento verdadeiro que permite o contato com outros mundos, seres e ensinamentos. O angico vermelho é, portanto, uma “planta de poder” que garante processos de construção do conhecimento, dos quais a objetividade e o materialismo não conseguem dar conta.

- Ponto 09 - Caju *Anacardium occidentale* L.

Espécie nativa da família botânica Anacardiaceae. O cajueiro é uma espécie nativa, amplamente distribuída em nosso território e muito proveitosa. Seus frutos, na verdade pseudofrutos, são deliciosos e refrescantes. Sua castanha é um dos principais produtos florestais não madeireiros do país e a base alimentar de muitas populações humanas. Suas cascas destacam-se como recurso medicinal pela alta concentração de taninos, compostos que deixam a água avermelhada e de propriedade adstringente. A mesma sensação de constrição é sentida com outras plantas, como goiaba, barbatimão e angico, o que permitiu a construção de uma categoria êmica chamada de “plantas de aperto”. Toda planta que, em solução, deixa a água vermelha e, ao beber, “aperta” a boca é enquadrada nessa categoria. Esta construção conceitual é fundamental à sobrevivência humana e à diversificação dos sistemas médicos populares, por exemplo, pela inclusão de novas plantas, pois, em situações de emergência

ou em ambientes desconhecidos, qualquer planta vermelha e que “aperte” pode curar enfermidades graves. Outras categorias populares são “plantas de amargo” e “plantas de cheiro”.

- Ponto 10 - Castanha do maranhão *Pachira aquatica* Aubl.

Espécie da família botânica Malvaceae, nativa da bacia amazônica. Suas sementes, popularmente conhecidas como “castanha”, podem ser consumidas *in natura*, torradas ou cozidas. Apresentam teores de alguns aminoácidos essenciais superiores aos descritos para o ovo de galinha, leite humano e de vaca, entretanto, devem ser consumidas com discrição, pois são tóxicas em grandes quantidades⁸. Essa planta representa apenas uma das centenas de espécies nativas sobre as quais os povos originários desenvolveram conhecimentos. Os caiapós, por exemplo, são capazes de reconhecer mais de cinco mil plantas alimentares, enquanto o mundo se alimenta basicamente de seis⁹. Essa comparação evidencia uma das principais características da “condição” desses atores sociais: o complexo sistema de conhecimento permite a construção de formas de manejo que aumentam gradativamente a produtividade dos sistemas agrícolas pela eficiência das técnicas, nunca pelo aumento da escala produtiva. O resultado são sistemas energeticamente adaptados e eficientes.

- Ponto 11 - Mulungu *Erythrina mulungu* Mart.

Espécie nativa da família botânica Fabaceae. É uma leguminosa medicinal, parente do feijão e do amendoim, muito conhecida por sua floração vermelha e bela. A madeira é branca, de baixa densidade e muito fácil de ser talhada, assim é amplamente utilizada no nordeste brasileiro na fabricação dos mamulengos. As características da madeira, como cor, cheiro e densidade, são utilizadas pelos sistemas locais de conhecimento para organizar e classificar a diversidade de espécies arbóreas, geralmente em três categorias. As “madeiras brancas” reúnem espécies como o mulungu, empregadas em serviços que não demandam resistência. As “madeiras vermelhas” são mais densas, utilizadas para construção, como ripas e réguas. A última categoria, “madeiras pretas”, reúne espécies com madeiras escuras e muito densas, empregadas para usos nobres ou que demandem contato com o solo, como esteio ou mourão.

8 KINUPP; LORENZI, 2015.

9 POSEY, 1997.

Portanto, as variáveis utilizadas pelos sistemas locais para classificar a diversidade são diferentes daquelas empregadas pela academia, além de terem outro sentido, nunca melhores nem piores, apenas diferentes.

- Ponto 12 - Guapuruvu *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blak

Planta nativa, pertencente à família botânica Fabaceae, distribuída em quase todo o Brasil e muito conhecida pelos povos originários para iniciar o fogo. Seu principal uso era a construção de canoas de um tronco só, pois, além de abundante, sua madeira é resistente à salinidade do mar aberto e mais leve para a propulsão. Esse mesmo saber permanece íntegro e resistente entre os caiçaras e pescadores artesanais de toda a costa brasileira. Saberes de outras epistemes, como diria Manoel de Barros, “nosso conhecimento não era de se estudar em livros. Era de pegar, de apalpar, de ouvir e de outros sentidos. Seria um saber primordial? Nossas palavras se ajuntavam uma na outra por amor e não por sintaxe.”¹⁰

- Ponto 13 - Pau-jacaré *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr.

Fabaceae leguminosa, nativa da Mata Atlântica, espécie pioneira na sucessão ecológica, muito importante para a regeneração de áreas degradadas. Seu nome popular deriva-se da semelhança entre as muitas projeções existentes nos troncos jovens e às escamas de alguns jacarés. Esses ensinamentos são difundidos entre os pares de um grupo social, não apenas entre gerações, especialmente pela via oral. A oralidade é fundamental nos sistemas populares de conhecimento, pois permite uma contínua reconstrução e ressignificação dos saberes. Contudo, esse processo não se limita à simples transmissão, mas se constrói e é sustentado por mecanismos cognitivos específicos e complexos. Há, portanto, uma “inteligência oral” nos saberes populares.

- Ponto 14 - Panaceia *Solanum cernuum* Vell.

Espécie brasileira da família botânica Solanaceae, também conhecida como “braço de mono”, pois suas inflorescências cheias de tricomas assemelham-se ao membro do mono carvoeiro. Muito utilizada com fins medicinais. Apesar da essência oral, há nos sistemas tradicionais elementos escritos, como os cordéis lidos em praças públicas: “quem sofre do intestino e do fígado

10 BARROS, 2013.

intoxicado, capim santo e erva cidreira é um milagre sagrado. Erva doce é calmante, laranja é refrigerante, boldo e anis estrelado. Para apendicite inflamado, ou aguda assim dirão, o chá da urtiga branca é a única solução. O doutor vê por aparelho e, senão tomar o meu conselho, não resiste a operação”¹¹.

- Ponto 15 - Camboatá *Cupania vernalis* Cambess.

Árvore nativa, pertencente à família botânica Sapindaceae, que possui propriedades medicinais extraordinárias. Entretanto, essas serão mantidas em segredo porque, nos sistemas tradicionais, nem tudo deve ou pode ser revelado.

- Ponto 16 - Gameleira *Ficus* sp.

Árvore da família botânica Moraceae, sagrada para os iorubanos, morada de Iroko e a conexão entre diferentes dimensões da existência. A planta deixa de ser um elemento natural e passa a ser “o estar e agir no mundo”, funda cosmologias. Iroko traz a essência da origem e da ancestralidade das tradições. Tradições também pautadas em saberes, que constroem as identidades, como as quilombolas, indígenas, campesinas e de povos tradicionais. Identidades que constroem a luta pelos direitos à terra e ao território.

- Ponto 17 - Cedro *Cedrela fissilis* Vell.

Espécie da família botânica Meliaceae, historicamente muito valorada pela qualidade de sua madeira e, portanto, muito explorada. O consumo desenfreado dos recursos naturais pela sociedade capitalista nos coloca alguns desafios que, para serem solucionados, é necessária a quebra de paradigmas, pois não podemos encontrar respostas dentro da mesma lógica que criou o problema. Talvez essa seja uma das maiores contribuições dos sistemas populares de conhecimento: apresentar outras lógicas de relacionamento com a sociobiodiversidade, capaz de mostrar respostas claras às demandas urgentes e construir novas alternativas.

11 MULATINHA, 1930.

5 - O despertar da consciência ecológica: percepções dos visitantes sobre o roteiro de etnobotânica

Como foi dito anteriormente, o Roteiro de Etnobotânica e Diversidade Vegetal do Jardim Botânico UFJF, apesar de apresentar pontos singulares, não deve ser compreendido de forma unitária, mas sim como um grande quebra-cabeça que, quando unido, revela processos cognitivos e é capaz de despertar a consciência ecológica dos visitantes. O roteiro, associado às práticas de Educação Ambiental coordenadas pelos educadores do Jardim Botânico, permite aos visitantes compreender que as espécies que compõem a flora local comportam-se como seres sociais, que interagem e cuidam uns dos outros de forma a garantir a sua sobrevivência. O visitante é levado a perceber que cada árvore é valiosa para a comunidade e para as sociedades humanas e que todas devem ser mantidas vivas e protegidas.

Dentre as diferentes impressões dos visitantes, destaca-se a percepção de que o Roteiro de Etnobotânica atua como um agregador de conhecimentos sobre a flora, sobre os povos ancestrais e comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas. Por tratar-se de um roteiro que apresenta uma grande variedade de plantas, associadas às suas diversas funções e significados, permite aos educadores ambientais estabelecer diálogos com o público geral com relativa facilidade.

Conforme relatos dos educadores ambientais, alguns pontos do roteiro se destacam em relação à curiosidade e à admiração despertadas nos visitantes. “O pau-ferro, árvore majestosa, sempre chama a atenção de todos, inclusive dos visitantes espontâneos; o ipê amarelo permite um gancho sobre a história do Brasil, assim como o pau-brasil; a gameleira nos incita a falar da importância religiosa das plantas; o abacate permite abordar o processo de domesticação realizado pelos índios, que tornou comestíveis diversas espécies que hoje fazem parte da nossa alimentação, mostrando a importância e o valor dessa contribuição e o vasto conhecimento dos povos indígenas”. Sendo assim, são pontos cruciais que permitem que o roteiro não se torne maçante, visto tratar-se de um roteiro longo, com elevado conteúdo de informações.

Seguindo o percurso que geralmente envolve uma volta em torno do lago principal, é possível falar de outras espécies do roteiro que se encontram pelo caminho, permitindo explicar os principais objetivos do Jardim Botânico

e endossar não apenas o conhecimento dos nomes científicos e de utilização das espécies, mas todo o arcabouço de conhecimentos tradicionais, históricos e filosóficos associados a cada planta. Segundo os educadores ambientais, “muitas vezes, a importância do roteiro está atrelada à maneira como as trocas são feitas, e não propriamente ao conteúdo, visto que uma informação passada de forma mecânica e sem interação suficiente com os alunos pode fazer com que os conhecimentos não sejam valorizados”.

Destacam-se as impressões evidenciadas pelo público infantil, com idade inferior aos 12 anos, durante as visitas escolares. Os educadores ambientais e professores das escolas visitantes relatam que o roteiro possui a capacidade de “despertar nas crianças uma profunda admiração pelas árvores e um diálogo direto entre a planta e o visitante, como dois seres vivos. Esse diálogo silencioso (ou não) traz um reconhecimento carnal, físico, que se mostra muito importante para a internalização das discussões e o sentimento de pertencimento do indivíduo à natureza e todos os cuidados que isso implica. Quando a visita tem momentos como esse, a fluidez do roteiro é muito tranquila e a impressão dos visitantes é sempre positiva.”

Quando analisamos as visitas escolares com estudantes adolescentes, entre 12 e 17 anos, as dúvidas e curiosidades surgem e aproximam-se mais dos usos relacionados a propriedades medicinais e “místicas” das plantas. Conforme relatos dos educadores ambientais, nesse grupo as principais perguntas emergentes durante as visitas foram relacionadas a “quais povos utilizavam essas plantas, quais segredos místicos as árvores sagradas guardavam, quais os possíveis usos medicinais não revelados e quais as utilidades práticas e úteis destas.”

Em relação aos visitantes espontâneos, é consenso entre os educadores ambientais do Jardim Botânico que ainda há dificuldades na introdução da experiência do Roteiro de Etnobotânica por diferentes fatores. Entre os mais citados estão a “falta de intimidade, a idade e a própria expectativa do visitante espontâneo em relação à sua visita”. A experiência nos permitiu observar que mesmo com a presença dos educadores ambientais por perto, muitos visitantes preferem realizar o percurso sozinhos, buscando uma interação íntima e pessoal com o ambiente. Esse aspecto é muito positivo e deve ser levado em consideração. Nesse sentido, ressalta-se a importância das ferramentas de comunicação que o Jardim Botânico precisa oferecer aos visitantes para realizar uma visita autoguiada que seja enriquecedora e possa proporcionar

aprendizado e integração com a floresta. Para atender a essa demanda, os profissionais de gestão do Jardim Botânico, com o apoio de pesquisadores especializados em diferentes áreas, confeccionam placas e disponibilizam informações em mídias eletrônicas, como sites e redes sociais. Além disso, está em fase final de elaboração um aplicativo com amplas informações, mapas e ferramentas de acessibilidade, que permitirão ao visitante realizar uma visita autoguiada repleta de possibilidades e com conteúdos didáticos sobre a biodiversidade do Jardim Botânico.

Apesar da ampla prevalência de percepções e sensações positivas em relação ao Roteiro de Etnobotânica, emergem também situações que expressam algumas dificuldades. Os educadores ambientais que trabalham diretamente com o público relatam que, em certas ocasiões, o foco das discussões sobre a biodiversidade “acaba pendendo para um lado raso, especificista e utilitarista, não deixando espaço para as propostas temáticas sugeridas no roteiro”. Ou seja, ocorre dificuldade em criar as inter-relações entre as plantas e os conhecimentos tradicionais associados de forma que proporcionem uma verdadeira releitura do ambiente por parte dos visitantes.

6 - Considerações finais

Apesar do conhecimento familiar e informações de casa, na maioria das vezes baseadas em um senso comum, o significado da Etnobotânica em grande parte das situações é uma novidade para os visitantes, tanto para aqueles que realizam a visita guiada em grupos escolares, como para os visitantes espontâneos. Pode-se afirmar que, na maioria dos casos, os visitantes não apenas desconhecem o sentido da palavra “Etnobotânica”, mas também conhecimentos atrelados a ela. Nesse sentido, a implementação do Roteiro de Etnobotânica e ações relacionadas permitirá aproximar a população desses conhecimentos, bem como aproximar os conhecimentos tradicionais dos acadêmicos.

Nesse contexto, a fim de enriquecer a visita e proporcionar uma experiência enriquecedora ao visitante, é fundamental abordar os conhecimentos de povos tradicionais e como a nossa relação com o mundo nos torna cada vez mais distantes das infinitas possibilidades botânicas que temos ao nosso alcance. Assim, o roteiro permite que os visitantes possam participar como

sujeitos ativos de sua visita, expondo seus conhecimentos a respeito de algumas plantas, seus usos e histórias familiares relacionadas.

A implementação e formalização do Roteiro de Etnobotânica e Diversidade Vegetal no Jardim Botânico UFJF pode ser considerada ainda uma ferramenta imprescindível para o fortalecimento e difusão de conhecimentos e trabalhos nesse campo do saber. Por se tratar de uma unidade acadêmica, as práticas de Educação Ambiental associadas ao roteiro possibilitarão a formação de vários estudantes e o desenvolvimento de metodologias de ensino, contribuindo para a formação de profissionais qualificados nessa área.

Referências bibliográficas

BARROS, M. **Menino do Mato**. 1. ed. São Paulo: LeYa, 2013. (Biblioteca Manoel de Barros).

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 1. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2015.

LAWS, B. **50 Plantas que Mudaram o Rumo da História**. 1. ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2013.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. 1. ed. Leitura & Arte, 2004.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A Árvore do Conhecimento**: as bases biológicas da compreensão humana. 8. ed. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MULATINHA, D. **Descrição da Flora Medicinal**: Quais as Plantas que Curam. Paraíba: [s. n.], 1930. Livreto de cordel.

POSEY, D. A. Manejo da floresta secundária, capoeiras, campos e cerrados (Kayapó). *In*: RIBEIRO, D. (ed.); RIBEIRO, B. G. (coord.). **Suma Etnológica Brasileira** - Volume 1: Etnobiologia. 3. ed. Belém: Editora da Universidade Federal do Pará, 1997.

SAINT-HILAIRE, A. **Plantas Usuais dos Brasileiros**. 1. ed. Belo Horizonte: Fino Traço, 2014.

SPIX, J. B.; MARTIUS, C. F. P. **Viagem pelo Brasil (1817-1820)** - Volume I. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: Edusp, 1981.

Plantas Alimentícias Não Convencionais no Contexto Multidisciplinar: sociobiodiversidade e educação ambiental

Thiago da Silva Novato¹

Kamila Freitas Sathler Fraga²

Caroline Teixeira Miranda²

Gustavo Taranto Epprecht³

Vinícius Coutinho Matozinho de Souza²

Luana Luiza Nascimento Lombardi⁴

Breno Moreira⁵

1 - Introdução

A sigla PANC refere-se às plantas alimentícias não convencionais (KINUPP, 2007). Esse termo, relativamente recente, abarca um conjunto de espécies vegetais que apresentam potencial alimentício e que, no entanto, são subutilizadas pela maior parte da população humana (RANIERI; REITER; NASCIMENTO, 2017). Estão incluídas nesse conjunto partes comestíveis de plantas convencionais, tais como talos, folhas ou frutos (KINUPP; LORENZI, 2015). Exemplos ilustrativos são a semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) e a folha de batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.).

Embora o termo PANC seja recente, essas plantas já eram consumidas há muito tempo por populações humanas inseridas no contexto rural, como agricultores familiares, quilombolas, indígenas, dentre outros povos

1 Biólogo, Mestre em Biodiversidade. Universidade Federal de Juiz de Fora.

2 Biólogo(a). Universidade Federal de Juiz de Fora.

3 Bacharelado Interdisciplinar em Artes e Design. Universidade Federal de Juiz de Fora.

4 Técnica Administrativa em Educação. Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

5 Biólogo, Doutor em Ecologia. Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

tradicionais (KUNWAR *et al.*, 2018). Diversos autores já documentaram um rico conhecimento por parte desses sujeitos sobre as referidas plantas, e apontam que tais recursos são fundamentais para a sua sobrevivência (CRUZ *et al.*, 2014; BORTOLOTTI *et al.*, 2015; PIERONI *et al.*, 2018). Dessa forma, todo o conhecimento construído sobre a temática é fruto do diálogo com os saberes populares e tradicionais.

Muito mais do que alimentos nutritivos, essas plantas são dotadas de simbologias e histórias atribuídas pelos povos que as consomem (FRAGA, 2019). Assim, a preocupação em resgatar e valorizar as PANC ultrapassa a dimensão utilitarista e articula-se também com a necessidade de manter a integridade da memória afetiva, da cultura e conhecimento popular desses recursos locais.

Do ponto de vista ecológico, as PANC podem ser caracterizadas como espontâneas, cultivadas, nativas ou exóticas. Geralmente apresentam tolerância à seca, a solos pobres em nutrientes e a altas taxas de luminosidade, o que pode ser bastante variável, visto as especificidades e exigências das diversas espécies existentes (RANIERI; REITER; NASCIMENTO, *op. cit.*). Além de serem encontradas em ambientes florestais e campos de cultivo agrícola, comumente ocorrem em ambientes urbanos e podem ser bioindicadores do estado abiótico da paisagem (KINUPP, 2007; BRASIL, 2008). Devido a essa considerável disponibilidade, as PANC apresentam grandes potencialidades econômicas, podendo ser comercializadas por agricultoras e agricultores, gerando renda, segurança e soberania alimentar (PIERONI *et al.*, *op. cit.*).

No entanto, apesar da evidente importância das PANC em seus diferentes contextos, uma série de estudos evidenciam que o avanço da globalização e da intensa industrialização afetam negativamente seu consumo entre as pessoas (RAPOPORT *et al.*, 1998). Esses processos históricos são responsáveis pela mudança nos modos de vida das populações humanas, cada vez mais inseridas nos centros urbanos, que, como consequência, acabam alterando seus hábitos alimentares com o passar das gerações, visto a facilitação de acesso às redes de distribuição de alimentos (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

Adicionalmente, a consolidação do agronegócio como modelo hegemônico na produção agrícola também é um fator considerável na redução do conhecimento e uso das PANC, bem como na restrição de espécies vegetais produzidas para o consumo humano. No Brasil, a dominância desse modelo

traz incontáveis danos socioambientais, como a degradação de recursos naturais, grande concentração de terras, uso indiscriminado de agrotóxicos, impactos financeiros negativos na agricultura familiar e o nítido imperialismo gastronômico alimentar (KINUPP, 2007).

Partindo da necessidade de compreender os complexos processos que perpassam a alimentação contemporânea, a abordagem da temática PANC também abrange a discussão sobre as atuais formas de produção de alimentos, suas interconexões e implicações na valorização e preservação da socioagrobiodiversidade. No âmbito escolar, esse assunto vem se destacando e encontra-se em processo de implementação no cotidiano de estudantes dos ensinos fundamental e médio (CHRISTOFF, 2019; NASCIMENTO *et al.*, 2019). Portanto, a realização de eventos de Educação Ambiental, como oficinas e excursões pedagógicas, torna-se importante aliada para introduzir conteúdos pouco discutidos no currículo escolar.

O Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF), por ser um espaço não formal de ensino, possibilita esses tipos de ações pautadas em um novo fazer educativo que aproxima a realidade e o cotidiano dos alunos com os temas abordados. O local possui 82,74 ha de vegetação ininterrupta de Floresta Atlântica e apresenta considerável importância socioambiental, onde são desenvolvidas exposições culturais e eventos de divulgação e popularização da ciência. No último ano, o local recebeu 210 escolas de Juiz de Fora e demais cidades da Zona da Mata Mineira para a realização de atividades com o auxílio de monitores capacitados em Educação Ambiental.

Dessa forma, as possibilidades pedagógicas do JB-UFJF nortearam o presente trabalho, que relata a experiência do planejamento e da execução da oficina “PANC: Identificação e preparo de plantas alimentícias não convencionais”, realizada no evento “Jornada de Ciências e Tecnologia do Jardim Botânico e Centro de Ciências UFJF” por biólogos em parceria com técnicos administrativos e educadores ambientais do JB-UFJF. A sua elaboração partiu das seguintes premissas: I - apresentar possibilidades de alimentação pautadas na regionalidade, diversidade de espécies vegetais e saúde; II - despertar questionamentos acerca do modo de produção de alimentos e de sua implicação nas esferas socioeconômicas e culturais; III - difundir e ampliar o conhecimento sobre PANC.

2 - Metodologia

A oficina ocorreu no JB-UFJF durante os dias 11, 12 e 13 de março de 2020, com 1h30m de duração. Para cada um dos dias, a mesma foi dividida em três momentos. O primeiro consistiu em uma turnê mediada com estudantes de Ensino Médio de escolas públicas com cerca de 30 a 40 alunos, tendo início na entrada principal do JB-UFJF (Figura 1). No local foram apresentados os conceitos básicos sobre PANC. No decorrer do trajeto, as principais PANC do JB-UFJF foram demonstradas, abordando as seguintes informações: nomes científicos e populares, características taxonômicas, ecologia e distribuição, estruturas comestíveis, importância nutricional, principais receitas, cuidados no preparo e identificação, curiosidades históricas e aspectos etnobotânicos.

Figura 1 - Turnê pela trilha principal do Jardim Botânico da UFJF com estudantes de Ensino Médio para apresentação das PANC.



Fotos: Pedro Reis.

O segundo momento foi destinado a uma roda de conversa e troca de saberes com os estudantes (Figura 2). Discutiui-se sobre assuntos voltados aos aspectos negativos da dieta alimentar contemporânea e urbana, além da importância social, econômica e nutricional de incorporação das PANC

no cotidiano da população, onde foram abordados temas como agroecologia, soberania e segurança alimentar, crítica ao uso deliberado de agrotóxicos e problematização do agronegócio. Por fim, a terceira etapa da oficina ocorreu na Casa Sede e consistiu no preparo e degustação de algumas receitas comentadas durante o percurso.

Figura 2 - Roda de conversa e troca de saberes com os estudantes do ensino médio sobre Agroecologia, soberania e segurança alimentar.



Fotos: Thiago Novato.

3 - Resultados e discussões

A realização da oficina permitiu a demonstração de 19 espécies de PANC (Tabela 1 e Anexo II). As turmas socializaram de formas distintas, e de forma empírica percebemos que a interação dos alunos variou conforme o conhecimento e aproximação das PANC com a realidade cotidiana de cada participante. A grande maioria dos estudantes demonstrou desconhecer as referidas plantas, em especial a Costela de Adão (*Monstera deliciosa* Liebm.). Essa perda ou desconhecimento sobre as PANC é comum em pessoas mais jovens, visto que o êxodo rural impede o contato direto com os referidos vegetais entre as novas gerações, que passaram a viver em centros urbanos (LEAL, 2015).

Tabela 1 - Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) identificadas
no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Nome Popular	Nome Científico	Estruturas comestíveis	Importância Nutricional
Broto de Bambu	<i>Bambusa</i> sp.	Caules	Proteínas; Aminoácidos; Cálcio; Ferro; Vitamina B
Castanha do Maranhão	<i>Pachira aquatica</i>	Sementes	Proteínas; Lipídeos; Betacaroteno
Costela de Adão	<i>Monstera deliciosa</i>	Frutos	Vitamina C; Potássio
Cúrcuma	<i>Curcuma Longa</i>	Rizomas e flores	Vitaminas C, B6; Potássio
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus albus</i>	Flores	Taninos; Flavonoides; Ferro; Vitamina A
Jaca Verde	<i>Artocarpus Heterophyllus</i>	Frutos e sementes	Fibras; Vitaminas A, C; Magnésio; Potássio
Jasmim-Manga	<i>Plumeria Rubra</i>	Flores	Vitamina C; Polifenóis
Lírio do Brejo	<i>Hedychium coronarium</i>	Flores e rizomas	Proteínas; Fibras; Polifenóis; Vitamina C
Maria sem vergonha	<i>Impatiens walleriana</i>	Flores	Valor nutricional não encontrado
Nirá	<i>Allium Tuberosum</i>	Folhas e flores	Fibras; Vitaminas A, B, C; Zinco; Ferro; Fósforo
Ora-pro-nóbis	<i>Pereskia aculeata</i>	Folhas, flores e frutos	Proteína; Vitaminas A e C; Ferro; Zinco; Cálcio
Parietária	<i>Parietaria debilis</i>	Folhas	Manganês; Cálcio; Boro; Magnésio; Ferro
Peixinho-da-horta	<i>Stachys Byzantina</i>	Folhas	Proteínas; Fibras; Potássio; Ferro
Pimenta de macaco	<i>Xylopia aromatica</i>	Sementes	Flavonoides; Polifenóis
Taioba	<i>Xanthosoma Sagittifolium</i>	Folhas	Vitaminas A, B, C; Fósforo; Cálcio; Ferro
Tradescantia	<i>Tradescantia zebrina</i>	Folhas	Zinco; Potássio; Ferro; Vitamina C
Umbigo de Banana	<i>Musa acuminata</i>	Inflorescência	Potássio; Proteína; Carboidratos; Fibras
Urtiga mansa	<i>Boehmeria caudata</i>	Folhas	Ferro; Fósforo; Manganês; Zinco; Proteína; Boro
Urucum	<i>Bixa Orellana</i>	Sementes	Vitaminas A, B, C; Fósforo; Cálcio; Ferro

Pelo fato de a grande maioria dos estudantes estarem pela primeira vez no JB-UFJF, nos primeiros momentos da oficina houve ligeira dispersão, provocada provavelmente pelos estímulos visuais que o JB-UFJF oferece. Um

aspecto positivo observado foi a aproximação física com as PANC através da turnê mediada ao longo do trajeto, sendo possível visualizar a planta em seu habitat e o quanto elas podem estar próximas do nosso cotidiano. Nessa ocasião sempre havia o relato de algum estudante que afirmava já ter visto as PANC em jardins ou algum outro local, sem saber que tal planta poderia ser consumida. Ainda nesse momento, ao explicar sobre cada uma das PANC, alertava-se também sobre as formas adequadas de identificação, coleta e preparo, visto que algumas podem ser confundidas com outras espécies que apresentam propriedades tóxicas ou até mesmo para evitar sabores impalatáveis.

A exibição das flores do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium* J. Koenig), da Maria-sem-vergonha (*Impatiens walleriana* Hook. F.), da jasmim-manga (*Plumeria rubra* L.) e do ipê (*Handroanthus* sp. Mattos) despertou admiração entre os estudantes, principalmente pelo fato de que o consumo de flores no Brasil não é uma prática muito difundida (ODORIZZI; SILVA JÚNIOR; LEMOS, 2014). Nesse momento, foi informado que essas plantas são utilizadas para o preparo de saladas e pratos renomados na culinária internacional, e que seus pigmentos são utilizados na obtenção de corantes alimentícios (KINUPP; LORENZI, 2015).

As várias formas de uso e aproveitamento da banana (*Musa* sp. L.) também foram um destaque na oficina. Uma aluna informou sobre o uso do “umbigo da banana”, preparado de forma recheada com carnes e legumes. Trata-se da flor da bananeira, morfológicamente cônica e de coloração geralmente roxa, com consistências variadas e em formato de pendão (NELSON; PLOETZ; KEPLER, 2006). Também foram mencionados outros atributos, como o uso da casca para o preparo de bolos, bifés vegetais e brigadeiro, além dos frutos verdes usados em sopas e chips.

A demonstração da urtiga mansa (*Boehmeria caudata* Sw.) revelou familiaridade entre alguns estudantes, que demonstraram reconhecer a planta em hortas. De fato, essa PANC é uma planta espontânea e perene que nasce em conjunto com plantas cultivadas para comércio (KINUPP; LORENZI, 2015).

No segundo momento da oficina, quando se realizou a roda de conversa sobre temas que se articulam com as PANC, foi possível notar um ar de descoberta por parte de alguns alunos. Inicialmente foram realizadas algumas perguntas com o intuito de despertar o interesse, a reflexão e a busca do conhecimento prévio dos alunos. Devido à pouca familiaridade com os termos

“agroecologia”, “soberania alimentar” e “segurança alimentar”, suas definições foram exteriorizadas. Nessa dinâmica, definiu-se a agroecologia não apenas como um modelo produtivo alimentar alternativo ao agronegócio, mas também como um projeto político e modelo de sociedade. Por outro lado, identificou-se maior entendimento acerca do termo agronegócio entre os alunos, o que pode ser atribuído à ampla divulgação midiática e pelos processos históricos e políticos que o consolidaram como modelo dominante de produção agrícola (QUIDÁ; CABRAL FILHO, 2018).

A partir da interação com os alunos, chegou-se à conclusão, de forma coletiva, que o Brasil é um país que não apresenta soberania e segurança alimentar. O uso excessivo e deliberado de agrotóxicos (PAHNKE, 2017) e o grande número de brasileiros que sofrem com a fome foram as principais causas mencionadas que conduzem a essa realidade. Cabe ressaltar a presença de lanches industrializados trazidos pelos estudantes para a oficina, a se destacar salgadinhos, biscoitos, refrigerantes e afins. Trata-se de um fato contrastante que, novamente coloca em discussão a soberania alimentar brasileira, no que se refere ao poder de escolha alimentar. Ao contrário dos itens industrializados mencionados acima, as PANC ainda não são facilmente encontradas em mercados. Isso também é um fator que limita seu consumo e, para tal, sugeriu-se a realização de visitas às feiras municipais agrícolas, onde há maior acesso e disponibilidade dessas plantas.

Durante a etapa degustativa (Figura 3), foi possível o preparo de peixinho-da-horta frito (*Stachys byzantina* K. Koch), carne de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), patê e omelete de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Haw.), água de matalí (*Tradescantia zebrina* Heynh) e conserva de broto de bambu (*Bambusa* sp. Schreb) (Anexo II). O peixinho é considerado um vegetal popular dentre as PANC, pelo fato de ser apreciado como aperitivo e por lembrar, tanto morfológicamente, quanto no modo de preparo e sabor, peixes comumente consumidos, como o lambari (*Astyanax* sp (Baird & Girard)). Além disso, por apresentar tricomas nas folhas que facilitam a absorção da umidade relativa do ar e evitam a perda excessiva de água em dias muito quentes, ocorre tanto na estação seca, quanto na chuvosa, sendo um aliado para a garantia da segurança alimentar (FRAGA, 2019). Essas informações instigaram a curiosidade dos educandos e, notando a aprovação quase unânime do paladar na receita, foi uma das PANC mais apreciadas em todos os dias da oficina.

Figura 3 - Preparo e degustação de receitas com PANC na Casa Sede do Jardim Botânico UFJF.



Fotos: Gustavo Tempone e Pedro Reis.

A PANC ora-pro-nóbis também recebeu destaque, sendo reconhecida por muitos alunos que relataram o consumo da planta em forma de saladas, com carne de frango, refogada com plantas convencionais, como a couve (*Brassica oleracea* L.), e não convencionais, como a bertalha (*Basella alba* L.) e o caruru-de-porco (*Amaranthus spinosus*, L.). A maioria dos estudantes que mencionaram o consumo dessas plantas também informaram que esse hábito era comum entre os avós e pais. Nesse sentido é importante destacar o papel das PANC como propiciadoras de um estreitamento dos vínculos afetivo-ancestrais, cujo conhecimento popular e uso dessas plantas é transmitido entre as gerações (ROCHA; BOSCOLO; FERNANDES, 2015).

Foram apresentadas as diferenças entre a folha de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.), que é comestível, e a folha do inhame (*Colocasia esculenta* v. *antiquorum*. (Schott) CE Hubb. & Rehder), morfologicamente semelhante, porém imprópria para o consumo. A principal característica que define a taioba é o tipo de inserção do caule na folha e a presença de nervuras marginais (LIMA; KRUPPEK, 2016). Nesse momento foi feito um pequeno quiz com os alunos, que se mostraram divididos em relação a qual planta seria

a taioba. Isso reflete a importância de se identificar corretamente uma PANC para evitar o consumo de plantas tóxicas. A taioba é um exemplo elucidativo que demonstra como a definição de PANC está associada à regionalidade. No estado de Minas Gerais, o consumo de taioba é altamente difundido, sendo parte da cultura alimentar (ABRAS, 2018). Ao mesmo tempo, em outras regiões do Brasil ela pode ser pouco conhecida e consumida, chegando a enquadrar-se como uma planta não convencional. Isso foi observado na oficina, visto que a maior parte dos alunos conheciam e já haviam consumido a taioba em algum momento da vida.

Consideramos que a degustação foi um momento importante da oficina, visto que algumas receitas (Anexo I) foram experimentadas pela primeira vez pelos alunos. Um reduzido número de alunos demonstrou sentimentos aversivos ao “novo”, tendo uma aluna se recusado a comer, pois, de acordo com ela, não consome nenhum alimento de coloração verde. Isso demonstra como a indústria alimentícia influencia e modifica o paladar, ditando quais são os aspectos físicos de alimentos saborosos e os não palatáveis. Já outros alunos mostraram-se abertos a experimentar, inclusive saíram bastante interessados em cultivar esses novos hábitos em casa.

Ao final da degustação, foram distribuídas mudas de peixinho-da-horta aos alunos e professores, a fim de incentivar o plantio em hortas escolares, além de sugerir a criação desse espaço caso não existisse. Tais iniciativas são extremamente necessárias, visto a importância da escola como um espaço de formação crítica e emancipatória, capaz de dialogar e ressignificar a sociedade e suas construções sociais (FREIRE, 1987). As hortas, como recursos pedagógicos, podem e devem ser utilizadas para abordagens curriculares e extracurriculares, oportunizando a discussão de assuntos que ultrapassam os muros da escola, estimulando a criatividade dos alunos e professores (SOUTO; CAMPOS; TEIXEIRA, 2017).

4 - Considerações finais

A realização da oficina permitiu a construção de um aprendizado mútuo entre os estudantes, os ministrantes e os organizadores, e reafirmou a importância nutricional, social, política e educativa das PANC. Conclui-se que a maior contribuição da oficina foi semear novas ideias, a fim de auxiliar

na formação e no desenvolvimento de pensamentos críticos sobre a sociedade. Ressalta-se ainda que os assuntos foram tratados de modo introdutório devido a sua complexidade e o curto tempo de duração da oficina, além das particularidades de cada turma envolvida. O JB-UFJF, como espaço de Educação Ambiental e pesquisa, foi um local de grande valia para introduzir e desenvolver assuntos pouco discutidos na sociedade em um contexto multidisciplinar.

Referências bibliográficas

ABRAS, M. F. **PANC's**: a cultura alimentar de hortaliças tradicionais na modernidade. 2018. Dissertação (Mestrado em Estudos Culturais Contemporâneos) – Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2018. DOI: <https://repositorio.fumec.br/xmlui/handle/123456789/185>. Disponível em: <https://repositorio.fumec.br/xmlui/handle/123456789/185>. Acesso em: 5 jun. 2020.

BORTOLOTTI, I. M. *et al.* Knowledge and use of wild edible plants in rural communities along Paraguay River, Pantanal, Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [s. l.], v. 11, n. 46, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0026-2>. Disponível em: <https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13002-015-0026-2>. Acesso em 5 jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. 196 p.

CHRISTOFF, A. C. **Plantas alimentícias não convencionais**: um diálogo formativo com uma turma de sétimo ano do ensino fundamental. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Educação Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, RS, 2019. DOI: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/19362>. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/19362>. Acesso em: 5 jun. 2020.

CRUZ, M. P. *et al.* “*I eat the manofê so it is not forgotten*”: local perceptions and consumption of native wild edible plants from seasonal dry forests in Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [s. l.], v. 10, n. 45, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-45>. Disponível em: <https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-4269-10-45>. Acesso em 5 jun. 2020.

FRAGA, K. F. S. **Diversidade e uso de plantas alimentícias silvestres no Assentamento Dênis Gonçalves, Zona da Mata Mineira**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em ABI - Ciências Biológicas), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 1. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2015.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, 2007. DOI: <http://hdl.handle.net/10183/12870>. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12870>. Acesso em: 5 jun. 2020.

KUNWAR, R. M. *et al.* Cross-cultural comparison of plant use knowledge in Baitadi and Darchula districts, Nepal Himalaya. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [s. l.], v. 14, n. 40, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0242-7>. Disponível em: <https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13002-018-0242-7>. Acesso em 5 jun. 2020.

LEAL, M. L. **Conhecimento e uso de plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Ribeirão da Ilha – Florianópolis/SC**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2015. DOI: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/174789>. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/174789>. Acesso em: 5 jun. 2020.

LIMA, A. S. G.; KRUPPEK, R. A. Caracterização morfológica, anatômica, e toxinas endógenas em *Colocasia esculenta* (L.) Schott e *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. **Luminária**, União da Vitória, v. 18, n. 1, p. 31-40, 2016. Disponível em: <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/luminaria/article/view/916>. Acesso em: 5 jun. 2020.

NASCIMENTO, S. G. S. *et al.* Plantas Alimentícias Não Convencionais: um estudo sobre a possibilidade de inserção na merenda escolar. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 4, p. 1086-1095, out./dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.18670>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/18670>. Acesso em: 5 jun. 2020.

NASCIMENTO, V. T. *et al.* Knowledge and Use of Wild Food Plants in Areas of Dry Seasonal Forests in Brazil. **Ecology of Food and Nutrition**, Londres, v. 52, n. 4, p. 317-343, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/03670244.2012.707434>.

NELSON, S. C.; PLOETZ, R. C.; KEPLER, A. K. *Musa* species (banana and plantain). In: ELEVITCH, C. (ed.). **Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**. Holualoa: Permanent Agriculture Resources, 2006. ver. 2.2.

ODORIZZI, C. M. C.; SILVA JÚNIOR, A. A.; LEMOS, M. P. Flores comestíveis: revisão sobre os aspectos nutracêuticos e o uso na alimentação e na gastronomia. **Nutrição Brasil**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 184-189, 2014.

PAHNKE, A. The Changing Terrain of Rural Contention in Brazil: Institutionalization and Identity Development in the Landless Movement's Educational Project. **Latin American Politics and Society**, v. 59, n. 3, p. 3-26, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/laps.12024>.

PIERONI, A. *et al.* Celebrating Multi-Religious Co-Existence in Central Kurdistan: the Bio-Culturally Diverse Traditional Gathering of Wild Vegetables among Yazidis, Assyrians, and Muslim Kurds. **Human Ecology**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 217-227, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-018-9978-x>.

QUIDÁ, M. M.; CABRAL FILHO, A. V. A difusão tecnológica na gênese do agronegócio brasileiro. **Revista Cambiassu**, São Luís, v. 13, n. 22, p. 121-137, jul./dez. 2018. Disponível em: <http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/cambiassu/article/view/10389>. Acesso em: 5 jun. 2020.

RANIERI, G. R. (curador); REITER, A. S. (coord.); NASCIMENTO, V. (coord.). **Guia prático sobre PANCs: plantas alimentícias não convencionais**. 1. ed. São Paulo: Instituto Kairós, 2017.

RAPOPORT, E. H. *et al.* Malezas comestibles. Hay yuyos y yuyos... **Ciencia Hoy**, Buenos Aires, v. 9, n. 49, p. 30-43, 1998.

ROCHA, J. A.; BOSCOLO, O. H.; FERNANDES, L. R. R. M. V. Etnobotânica: um instrumento para valorização e identificação de potenciais de proteção do conhecimento tradicional. **Interações** - Revista Internacional de Desenvolvimento Local, Campo Grande, v. 16, n. 1, p. 67-74, 2015. DOI: <https://doi.org/10.20435/interacoes.v16i1.51>. Disponível em: <https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/51>. Acesso em: 5 jun. 2020.

SOUTO, L. D.; CAMPOS, V. S.; TEIXEIRA, M. C. A horta como espaço de educação ambiental na escola. *In*: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 9., 2017, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora / Niterói / Ribeirão Preto: Universidade Federal de Juiz de Fora / Universidade Federal Fluminense / Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: http://epea.tmp.br/epea2017_anais/pdfs/plenary/0151.pdf. Acesso em: 5 jun. 2020.

ANEXO 1

Receitas de culinária com ingredientes à base de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC)

- Receita 1 - Carne de jaca (*Artocarpus Heterophyllus*)

Ingredientes:

- 1 jaca verde pequena.
- 1 molho de cebolinha e salsa frescas.
- 3 dentes de alho picados.
- 1 cebola picada a gosto, nessa receita usamos cortada à julienne.
- ½ colher de chá de curry (ou cúrcuma, se preferir).
- 5 colheres de sopa de molho shoyu.
- 1 colher de óleo de girassol.
- 1 colher de sopa de sal.
- Temperos a gosto, como cominho em pó e pimenta do reino, podem ser usados.
- Óleo de girassol para untar tábua.

Modo de preparo:

Lave bem a jaca com uma escovinha. Unte a faca, a tábua e as mãos com óleo de girassol, para evitar que o visgo, oriundo da jaca verde, grude. Corte a jaca em pedaços pequenos, que se acomodem bem na panela de pressão. Cubra com água. Coloque uma colher de sopa de sal e um fio de óleo. Depois que a panela pegar pressão, cozinhe por 30 minutos.

Pulo do gato: escolhendo uma jaca pequena que caiba inteira na panela de pressão, não haverá necessidade de picá-la. Isso facilitará, pois evita a sujeira com o visgo da jaca que, depois de cozido, não irá grudar mais.

Retire os pedaços de jaca ou a jaca inteira da panela e, com o auxílio de uma faca, descasque e desfie a fruta com as mãos. Os caroços e o miolo próximo ao talo podem ser usados em outras receitas.

Para refogar: para cada 3 xícaras de jaca cozida e desfiada, refogue o alho e a cebola, acrescente o curry ou cúrcuma e acrescente a jaca desfiada e molho shoyu. Cuidado com o sal, pois o molho shoyu costuma ter muito sódio. Refogue tudo até misturar bem os sabores, desligue o fogo e acrescente a cebolinha e salsa picadas. A carne de jaca, temperada ou não, pode ser congelada por até 3 meses e ser utilizada em vários preparos, substituindo a carne de frango, como em tortas, coxinha, carne louca, etc. Solte a criatividade!

• Receita 2 - Patê de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*)

Ingredientes:

- 2 cebolas médias picadas.
- 1 dente de alho picado.
- 4 colheres de sopa de óleo.
- 1 colher de sopa rasa de sal.
- 500 g de queijo ricota.
- 300 g de folhas de ora-pro-nóbis.
- $\frac{3}{4}$ de copo normal de água fervente.

Modo de preparo:

Coloque a cebola para dourar junto com o sal e alho. Em seguida, adicione as 4 colheres de óleo, quantidade que pode ser reduzida, se preferir. Adicione as folhas de ora-pro-nóbis picadas grosseiramente e refogue. Enquanto refoga o ora-pro-nóbis, corte a ricota em pedaços pequenos. Transfira o refogado aos poucos para o liquidificador e vá adicionando a ricota partida. Se houver necessidade, acrescente um pouco de água fervente para deixar a pasta macia. Armazene em recipiente de boca larga para facilitar a retirada e sirva sobre biscoitos ou pães. Também pode ser utilizado como recheio de pastéis e de massas em geral.

• Receita 3 - Peixinho-da-horta empanado (*Stachys Byzantina*)

Ingredientes:

- 15 folhas de peixinho-da-horta.
- 50 g de fubá.
- 50 g de farinha de trigo (para celíacos pode substituir por trigo sarraceno ou aveia fina).
- 2 ovos (para veganos pode ser usado linhaça batida com água ou apenas água).
- Óleo de girassol ou de oliva para fritar.
- 2 dentes de alho amassados.
- Sal a gosto.
- Temperos sugeridos: pimenta-de-macaco ou do-reino, *lemon pepper* (sem glutamato monossódico), ervas finas secas, páprica picante, cominho etc.

Modo de preparo:

Lave as folhas de peixinho-da-horta e seque-as com papel-toalha ou use uma centrífuga de saladas. Em um prato fundo, bata os ovos com sal e alho amassado. Em outro prato, coloque o fubá com a farinha de trigo, trigo sarraceno ou aveia e misture os temperos secos de preferência (*lemon pepper*, pimenta-de-macaco ou do-reino, ervas finas, páprica picante, cominho etc.). Passe as folhas primeiro no ovo e depois na mistura de fubá. Frite-as em pouco óleo e lentamente para não queimar.

Pulo do gato: coloque uma vasilha funda com água fria ao lado da frigideira e antes de colocar o peixinho nela para fritar mergulhe-o rapidamente nesta água e depois leve pra fritar. Isso evita que o fubá e a farinha solta queimem o óleo da fritura. Mas cuidado para não espirrar óleo na hora de colocar na frigideira, coloque com cuidado.

Essa receita pode ser assada. Para isso, coloque meia colher de azeite no ovo batido, forre uma forma com papel manteiga untado com azeite, coloque as folhas empanadas e asse em forno médio até dourar. O patê de ora-pro-nóbis pode ser um bom acompanhamento para esse peixinho ser servido de aperitivo.

• Receita 4 - Brotos de bambu em conserva (*Bambusa sp.*)

Ingredientes:

- 10 brotos de bambu fino já limpo, ou bambu grosso picado em rodelas.
- 1 litro de água.
- 1 colher de sopa de bicarbonato de sódio.
- Solução para a conserva.
- 1 copo de vinagre de arroz.
- 1 colher de sopa de sal.

Modo de preparo:

Corte os brotos de bambu em rodelas, eliminando os nós e a parte mais dura. Coloque em uma panela com a água e o bicarbonato e deixe ferver por 15 minutos, até que estejam macios. Há bambus que são mais amargos e precisam de mais uma ou duas fervuras em outro preparo de água com bicarbonato, avalie se necessário. Retire em uma peneira e coloque em água fria corrente. Retire e deixe em uma bacia com água fria. Em outra panela, coloque os ingredientes para a conserva e deixe que ferva por 3 minutos. Desligue e deixe esfriar.

Coloque os brotos em potes de vidro esterilizados e complete até a boca com o líquido para a conserva. Tampe bem e leve para a geladeira. Espere 4 dias para abrir e depois delicie-se. Se preferir armazenar por mais tempo fora da geladeira, leve os vidros tampados em uma panela grande com água até a metade, coloque um pano de prato no fundo e ajeite os vidros. Por cima, coloque outro pano de prato molhado e deixe até pegar fervura no conteúdo das conservas, conte 10 minutos, desligue e deixe esfriar naturalmente. Dessa forma, o vácuo criado faz com que a conserva se preserve por muito tempo sem necessidade de refrigeração, mas após aberto deve ser levado à geladeira.

• Receita 5 - Água de matalí (*Tradescantia zebrina*)

Ingredientes:

- 2 mãos cheias de folha de *Tradescantia zebrina*.
- 1 litro de água.
- Açúcar a gosto.
- Suco de um limão.

Modo de preparo:

Ferva as folhas de *Tradescantia zebrina* durante três minutos. Após a fervura, com o auxílio de uma peneira, retire as folhas. Deixe esfriar completamente, acrescente o caldo de um limão para dar gosto à bebida e adoce a gosto. Leve à geladeira e sirva gelado. Dica: o limão pode ser substituído por outros ingredientes, como capim cidreira, gengibre, hortelã... explore a sua criatividade.

ANEXO 2

Tabela 2 - Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) identificadas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, precauções ao consumir e valores culturais associados.

Nome popular	Precauções	Valores culturais
Broto de Bambu	A fervura é necessária, pois pode ser tóxico se ingerido cru.	Fonte nutricional de muitos agricultores familiares.
Castanha do Maranhão	Leve toxicidade que pode levar a distúrbios gastrointestinais, neutralizada por cozimento ou torra.	Utiliza-se a casca para fabricação de cordas e a madeira para flechas.
Costela de Adão	O fruto deve ser consumido maduro, pois verde possui oxalato de cálcio, que é tóxico.	Fins medicinais por povos indígenas e quilombolas amazônicos.
Cúrcuma	Pessoas com úlceras gástricas ou distúrbios hemorrágicos devem evitar o consumo excessivo.	É uma das plantas mais utilizadas na <i>Ayurveda</i> (medicina tradicional indiana).
Ipê-amarelo	Se as flores forem consumidas em grande quantidade, podem ocasionar distúrbios gastrointestinais.	Utilizado para confecção de arcos e artesanatos por povos indígenas do Brasil.
Jaca verde	A jaca verde deve ser cozida para retirar seu látex.	Na Índia é utilizada como planta medicinal.
Jasmim-manga	As folhas são tóxicas para a ingestão.	Símbolo de imortalidade nas tradições budistas, hinduístas e islâmicas.
Lírio-do-brejo	Rizoma deve ser descascado e cozido, pois pode possuir oxalato de cálcio em sua camada exterior.	Planta sagrada para religiões afro-brasileiras.
Maria-sem-vergonha	Consumo exagerado deve ser evitado, principalmente por grávidas.	Aplicação na medicina popular em países como Uganda, Togo e Botsuana.
Nirá	Seu consumo é considerado seguro tanto cozida, quanto crua.	Muito utilizada no sudeste asiático como tempero ou prato principal.
Ora-pro-nobis	Algumas variedades podem soltar um visgo, sendo melhor cozinhar inteiras.	Negros escravizados consumiam a planta na roça.
Parietária	Apesar de poder ser comida crua, recomenda-se o cozimento.	Conhecida também como “erva-pepino” pelo gosto e aroma semelhantes.
Peixinho-da-horta	Consumo considerado seguro.	Amplamente cultivada no Sul e Sudeste do Brasil.

Pimenta-de-macaco	Evitar a ingestão excessiva dos frutos <i>in natura</i> .	Nativa do cerrado, tem uso tradicional por povos indígenas e quilombolas.
Taioba	Precisa ser cozida devido à presença de oxalato de cálcio em todas as partes da planta.	Em muitas partes do Brasil ela não é considerada PANC.
Tradescantia	Não colher em solos contaminados, pois absorve metais pesados. Contém oxalato de cálcio.	Utilizada para a feitura de “água de mata!”.
Umbigo de banana	Deve ser feito o cozimento para retirar o visgo das fibras.	Fonte nutricional importante para a população rural do Brasil.
Urtiga mansa	É recomendado branqueamento ou cozimento.	Amplamente utilizada na medicina popular em forma de chás e banhos.
Urucum	Algumas pessoas podem apresentar sensibilidade às substâncias presentes na planta.	Sagrada para diversos povos indígenas.

Cianotipia: a fotografia azul

*Bárbara Almeida
Arthur Girardi Carpanez
Flávia Freitas*

1 - Introdução

Nos dias de hoje, a fotografia digital tem uma grande importância no cotidiano da sociedade. Grande parte da população, de diferentes esferas sociais, tem ao alcance das mãos dispositivos tecnológicos digitais como: *smartphones*, câmeras digitais, *internet*, *drones*, entre outros, que nos possibilita estar conectados nas mais diversas localidades, com mobilidade significativa e fácil manuseio, permitindo registrar e ver imagens a todo momento.

Além da facilidade de registro, o acesso às impressoras facilitou a reprodução das imagens capturadas. Portanto, é inegável que essas tecnologias digitais possibilitam diferentes formas de acesso a uma grande diversidade de imagens no nosso dia-a-dia. Por consequência, a fotografia passa a ter várias funções que às vezes nem percebemos. Ela pode ser usada como um recurso para registro de uma pessoa durante um momento de lazer, como forma de comunicação e documentação de uma informação científica, memória, ou ilustração de livros, jornais, notícias, e ainda como ferramenta de ensino.

Mas nem sempre foi assim, há cerca de duas décadas, não era tão simples ter uma fotografia tão facilmente ao nosso alcance. Antes da era digital, por volta dos anos 2000, o registro da imagem fotográfica era um processo que envolvia conhecimentos de química e física. Também é importante ressaltar que antes da invenção da fotografia, os registros de imagens eram feitos pelas mãos humanas, por meio de desenhos e pinturas. As pessoas, paisagens e objetos eram retratados por artistas, que utilizavam de técnicas artesanais.

Esse processo resultava em imagens que, muitas vezes, apresentavam variações entre si e/ou entre o que era visto no mundo real, pois representavam a visão do artista a respeito do que estava sendo retratado.

As técnicas artísticas escolhidas para retratar os traços ou olhar, por exemplo, era o que caracterizava cada artista, mas, ao mesmo tempo, influenciava o resultado final do que era retratado, devido aos diferentes pontos de vista de cada pintor. Um exemplo dessa diversidade de registros, em razão das peculiaridades de cada artista, pode ser visto nas diferentes imagens de Dom João VI, mostradas na Figura 1.

Figura 1 - Várias imagens de Dom João VI feitas por artistas e técnicas diferentes.



Fonte: Wikipédia.

No século XVIII havia uma grande demanda da classe burguesa por representação de suas imagens. Nessa época, possuir um retrato era considerado uma forma de *status*, de se afirmar demonstrando posição de prestígio e ascensão social. Até aquele momento, somente a nobreza podia pagar para ser retratada por artistas da época. Entretanto, o retrato pintado artesanalmente foi lentamente dando lugar a uma produção cada vez mais mecanizada e feita em maior escala, em pinturas com rostos “menos nobres”, como afirma Bastos (2014, p. 127):

Antes (do nascimento) da fotografia, que apenas se tornou domínio público em 1839, na França, era o pintor retratista que satisfazia duplamente a classe burguesa: por um lado, procurava reproduzir nos seus retratos a técnica em voga entre os pintores da corte; por outro, produzia retratos a preços ajustados aos recursos económicos da burguesia. “A procura da semelhança no retrato, pelo cliente francês nos tempos de Luís XV e Luís XVI pode definir-se pela tendência geral em falsificar, e mesmo para idealizar cada rosto, mesmo o do pequeno burguês, para o fazer assemelhar-se ao tipo humano dominante: ao Príncipe”. A nobreza era a classe com maior poder e, por isso, mais exigente: impunha uma mestria absolutamente perfeita. Para agradar a esta classe hierárquica e, simultaneamente, ao gosto da época, o pintor procurava utilizar cores suaves e tentava reproduzir da melhor forma possível os materiais e tecidos luxuosos, como veludo e seda. As exigências da nobreza eram tidas especialmente em conta numa das formas de retrato: o “retrato miniatura” Este, muito em voga em meios aristocráticos, foi uma das primeiras formas de retrato a ser adotada pela burguesia, uma vez que esta encontrou nele um meio de dar expressão ao culto do indivíduo, inclusive dos ausentes. Ao ser adotado pela burguesia, o retrato miniatura vulgariza-se e torna-se uma arte menor. Impõe-se, assim, a necessidade de inventar novas formas de produzir retratos, uma vez que a procura e o interesse se mantiveram.

Dessa forma, a invenção da fotografia surgiu com o intuito de atender essa nova demanda. A fotografia surgiu no século XIX, época do capitalismo moderno e das máquinas, quando ocorreu uma grande ascensão de camadas sociais, que trouxe consigo uma grande necessidade de se produzir tudo em quantidades, especialmente os retratos. E como resultado dessa necessidade, várias técnicas de “impressão” de imagens foram inventadas ou descobertas. E, como vamos ver mais à frente neste texto, a cianotipia é uma delas.

2 - Um pouco de história e de ciência da fotografia

A primeira imagem fixada no papel, em 1820, foi creditada ao francês Joseph Niépce, um cientista amador e inventor. Ela foi feita com um óleo

chamado betume da Judéia, e a técnica era chamada de heliografia ou “escrita pelo sol”. Dando sequência nas pesquisas de Niépce, o também francês Louis Daguerre desenvolveu e tornou mais acessível a técnica do registro fotográfico com o daguerreótipo em 1839 (AMAR, 2010).

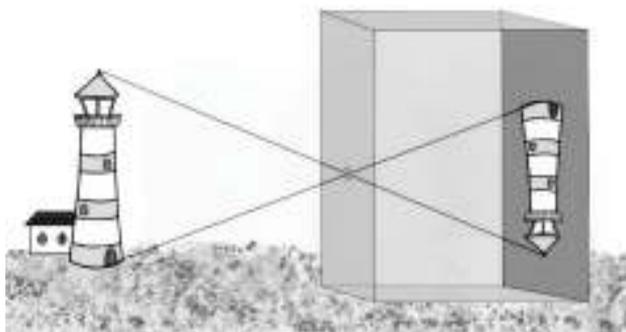
Existem estudos que mostraram que o Brasil também faz parte da história da fotografia. No livro “Hercules Florence - 1833: A Descoberta Isolada da Fotografia no Brasil”, Kossoy (1980) apresenta registros em que o nome de Hercule Florence surge como o “descobridor” da fotografia no Brasil. O estudo realizado mostra que Hercule Florence conseguiu registrar uma imagem fotográfica quatro anos antes de Joseph Niépce. Porém, Florence não ficou famoso na época, pois sua descoberta não teve uma ampla divulgação. Possivelmente, isso ocorreu pelo fato dele residir na cidade de Campinas, em São Paulo, enquanto Niépce morava em Paris, a Cidade Luz, o então “centro do mundo” (AMAR, *op. cit.*).

No entanto, vale ressaltar que, atualmente, é reconhecido que a fotografia tem vários inventores que trabalharam ao mesmo tempo, em diferentes locais, e que o nome de Hercule Florence consta nesses registros (KOSSOY, *op. cit.*).

Diante desse contexto, é válido questionar: por que tantas pessoas estavam tentando descobrir uma forma de fixar a imagem no papel? A resposta é simples: porque até aquele momento, as imagens eram feitas à mão livre, ou seja, o artista olhava para o objeto ou pessoa a ser retratada e produzia a imagem a partir de seu ponto de vista. A fotografia surge, portanto, a fim de mudar essa realidade, para que não houvesse mais a interferência da mão do artista, e “a natureza passa a ter o poder de reproduzir a si mesma” (ALPERS, 1999, p. 113).

Naquele momento, a alternativa ao uso das técnicas à mão livre era captar e exibir uma imagem, por meio das já conhecidas câmaras obscuras, as ancestrais das atuais câmeras fotográficas. A câmara escura era capaz de captar apenas uma imagem, devido a um processo físico que envolve as leis da óptica. Ela consiste numa caixa de paredes retas escurecidas em seu interior, e uma das paredes da caixa possui um orifício no centro. A parede oposta ao orifício deve ser de cor clara ou possuir um vidro despolido ou tela de projeção, conforme demonstrado na Figura 2.

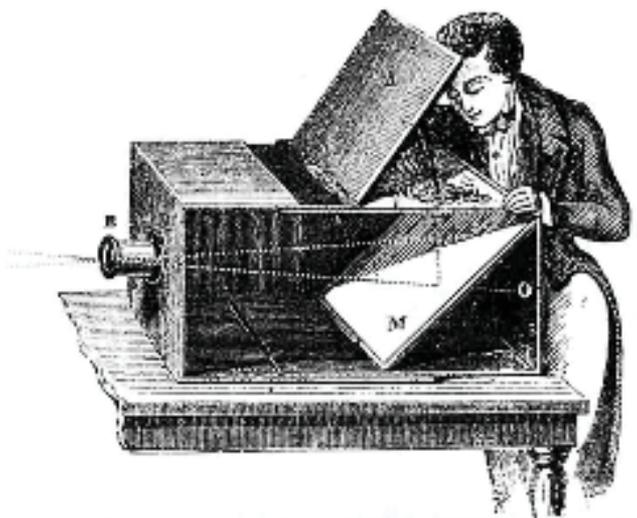
Figura 2 - Imagem invertida formada dentro da câmara escura.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O processo de formação da imagem dentro da câmara escura depende apenas da entrada de luz na câmara pelo orifício. Sobre a tela, aparecem imagens invertidas dos objetos colocados em frente ao orifício, e o artista poderia reproduzir a realidade, através do desenho (Figura 3). No final do século XVIII, essa tecnologia já estava bastante avançada. Então, para que a imagem formada fosse reproduzida de maneira fixa, seria necessária uma substância sensível à luz.

Figura 3 - câmara escura usada para reprodução de imagens.



Fonte: Wikipédia.

Apesar de os primeiros registros fotográficos utilizando a câmara escura só datarem do século XVIII, o seu princípio físico é conhecido desde a Antiguidade. Existem registros do uso da câmara escura para estudos de eclipses que datam do século V a.C. na China, passando por Aristóteles, Leonardo da Vinci, entre outros estudiosos, cada um a seu tempo.

Os primeiros registros apontam que a câmara escura era um recinto de dimensões relativamente grandes, em alguns casos, com tamanho equiparável a uma casa (Figura 4). Com o passar do tempo foi se desenvolvendo modelos menores e mais fáceis de operar. Por volta do século XVI, já são descritos modelos portáteis, de fácil manuseio, utilizados principalmente para desenhos topográficos (paisagens).

Figura 4 - Exemplo de câmara escura.



Fonte: Al-Hassani; Woodcock; Saoud (2006).

Todos esses sistemas, de grandes ou pequenas dimensões, permitiram reproduzir a “realidade” e foram usados por um longo período, como auxiliares na realização das obras de arte. Os avanços feitos ao longo dos séculos levaram ao desenvolvimento e melhorias das partes óptica e mecânica no processo de registro de imagem. O caminho para a construção da futura câmera fotográfica estava cada vez mais consolidado.

No final do século XVII e início do século XIX, o princípio para capturar a imagem real já era conhecido. Uma paisagem real podia ser reproduzida

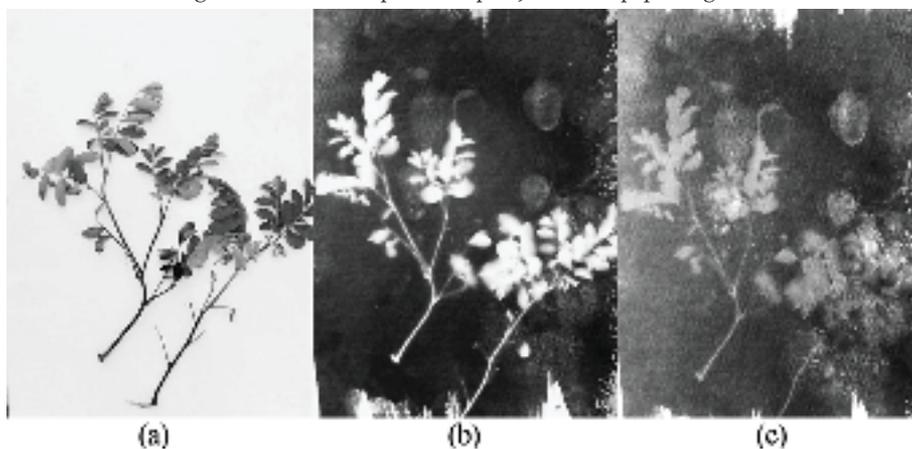
dentro de uma caixa, apenas pela ação da luz. Entretanto, ainda não era possível reproduzir e fixar a imagem numa tela, no papel ou em uma parede, sem a intervenção da mão humana.

Para realizar esse feito de fixação da imagem seria necessária uma substância que fosse sensível à luz. Até então, o efeito que a luz produzia em certas tintas e produtos químicos eram suscetíveis a fatores ambientais. As cores de um papel de parede perdiam sua intensidade nos lugares expostos à luz – um contraste que se notava, por exemplo, ao mover um móvel de lugar. Portanto, para conseguir um registro de imagem, era preciso um pigmento ou um composto químico que reagisse de forma muito precisa, e que deixasse de reagir quando necessário. Dessa forma, para que essa segunda etapa do processo de registro de imagem se desenvolvesse de forma efetiva, era necessário conhecimento de química.

Desde 1602, o cientista italiano Ângelo Sala já havia descoberto que alguns sais de prata (no caso, nitrato de prata) escureciam quando expostos à luz. Com posse dessa informação, era necessário desenvolver uma metodologia em que fosse possível usar um sal de prata para registrar uma imagem. Para entender as tentativas realizadas naquela época, vejamos uma breve explicação: quando um suporte (papel ou placa metálica), é embebido em uma solução contendo sais de prata e exposto à luz, ele fica escuro, preto. Isso ocorre devido à fotossensibilidade dos sais de prata.

E como usar essa metodologia para registro de imagens? Vejamos um exemplo. O sistema para registrar imagens com o sal de prata funcionava da seguinte forma: escolhia-se um suporte, como uma folha de papel, e colocava-se sobre a folha uma solução com o sal de prata, também chamada de emulsão fotossensível (poderia ser um banho ou usar um pincel para “pintar” a folha com a solução). Depois da emulsão, era colocado algo por cima do suporte, um objeto, como um pequeno galho de uma planta, por exemplo, que funcionaria como um filtro de luz conforme Figura 5a. A folha de papel emulsionada com o sal de prata e com o galho por cima era levada até a luz do sol. A área do papel coberta pelo galho não recebia luz, protegendo o sal de prata naquele local. Portanto, na área sob o galho, o papel permanecia branco. Já o restante do papel descoberto, recebia luz e escurecia. Assim, quando o galho era retirado, era possível ver sua imagem formada sobre o papel, conforme Figura 5b.

Figura 5 - Antes e depois da exposição de um papel salgado.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Mas havia dois problemas: o primeiro é que quando termina a exposição à luz do sol e se retira o galho, a área do papel que estava protegida passa a ficar exposta à luz, e a prata naquele local começa a escurecer e, consequentemente, todo o papel ficará preto, conforme Figura 5c. Assim, apesar de ter o conhecimento do material fotossensível para formar uma imagem sobre o suporte, não era conhecida uma forma de “fixar a imagem”. Ou seja, de fazer o sal de prata que estava sobre o papel parar de reagir à luz.

O segundo problema era o tempo de exposição à luz. Para se conseguir uma imagem sobre o papel, utilizando o sal de prata, o tempo de exposição à luz era demasiado longo, necessitando de períodos de 8, 9 até 10 horas de exposição. Se pensarmos num objeto, isso não parece ser um grande problema. Mas se pensarmos em uma pessoa sendo registrada, usando o papel fotossensível dentro de uma câmara escura, faz com que o ato de ser fotografado se torne impensável: imagine ficar parado por 8 horas para fazer uma foto! O problema do tempo de exposição foi solucionado por Daguerre, poucos anos antes dele apresentar o daguerreótipo ao mundo, por volta de 1839.

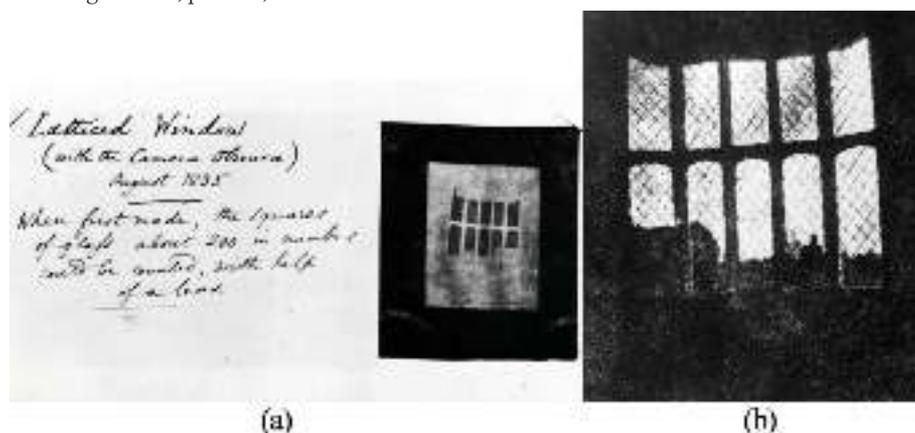
Acreditava-se que para a imagem se formar, ela deveria ficar exposta muitas horas à luz, para os compostos de prata reagirem e escurecerem. Daguerre descobriu que uma imagem quase invisível, que chamamos imagem latente, se formava nas placas com pouco tempo de exposição à luz solar. Essa imagem, que não era visível a olho nu, poderia ser revelada com vapor

de mercúrio, reduzindo assim, o tempo exposição de horas para minutos. Especulações afirmam que Daguerre guardou uma placa subexposta dentro de um armário, onde havia guardado um termómetro de mercúrio partido. Ao amanhecer, Daguerre constatou que havia uma imagem visível e de intensidade satisfatória na placa.

Assim, nas primeiras décadas do século XIX, pesquisadores de diversos países contribuíram, de forma decisiva, para o desenvolvimento de técnicas fotográficas e metodologias utilizando soluções de sais de prata. E foi justamente o domínio técnico do uso desses sais que possibilitaram a invenção do processo fotográfico. Nessa etapa do desenvolvimento do processo fotográfico, quem se destacou foi o inglês William Henry Fox Talbot, que realizou alguns experimentos com a câmara escura em sua pesquisa sobre como tornar a luz efêmera em imagem permanente. Ele sabia que o nitrato de prata era sensível à ação da luz, porém o processo ainda necessitava de algumas adequações.

Os resultados de Talbot eram interessantes, mas apresentavam, naquela época, uma característica que tornava sua técnica mais trabalhosa: o papel escurecia quando recebia luz, portanto, as partes mais brilhantes do mundo real eram negras no papel, e vice-versa. Fox Talbot chamou essa imagem ao contrário de “negativo”. A imagem da janela da casa de Talbot, que aparece na Figura 6a, é considerada o negativo mais velho do mundo, e ilustra bem essa situação:

Figura 6 - Na Figura 6a podemos ver a imagem em negativo. A madeira que a luz não atravessa aparece em branco e os vidros aparecem em preto. Na Figura 6b, temos a imagem final, positiva, como vemos no mundo real: a madeira escura e os vidros claros.



Fonte: BBC News Brasil (2017).

Talbot percebeu que poderia usar o negativo para gerar uma imagem positiva da seguinte forma: ao colocar um negativo que apresentasse certa transparência sobre um papel sensível à luz, a sobreposição e exposição à luz do sol dos dois materiais possibilitaria a obtenção da imagem que estivesse no negativo. Isso seria possível pois, ao fazer a luz atravessar o negativo, a imagem se formaria com luzes e sombras no lugar correto. Depois de obter seus resultados, ele chegou a uma explicação engenhosa para suas observações: ao utilizar papel transparente, o primeiro desenho é usado para produzir um segundo desenho, de maneira que as luzes e sombras são transpostas ao contrário. Além disso, os negativos podiam ser usados mais de uma vez para criar cópias da mesma imagem.

Esse processo, conhecido como calótipo ou talbótipo, foi desenvolvido em 1834 e difundido comercialmente a partir de 1841. O processo empregava negativos de papel translúcido, tendo sido muito popular na Inglaterra, entre 1841 e 1851, e foi usado até o início da década de 1860. Atualmente, o nome de Talbot está entre os reconhecidos inventores da fotografia.

Apesar disso, o processo apresentado por Daguerre foi oficialmente aceito na época, pois não havia produção de negativo e a impressão da imagem era feita sobre uma chapa metálica, o que agregava um valor de “joia” ao daguerreótipo. Essa técnica resultou no anúncio da invenção da fotografia pela Academia Francesa de Ciências e no reconhecimento mundial de Daguerre como inventor da fotografia. Entretanto, o registro realizado por Daguerre apresentava uma técnica bastante complicada e cara para ser reproduzida, o que deu início a uma busca por alternativas que facilitassem e popularizassem a fotografia. Dessa forma, vários processos fotográficos foram sendo desenvolvidos, a maioria usando sais de prata, mas outros compostos químicos também foram testados e descobertos. Extratos de plantas, por exemplo, deram origem ao processo conhecido como antotipia. E a descoberta de que sais de ferro eram sensíveis à luz deu origem ao processo conhecido por cianotipia.

3 - Conhecendo a cianotipia

Três anos depois de Daguerre e Talbot apresentarem, de forma independente, suas descobertas fotográficas ao mundo, Sir John Herschel apresentou, em 1842, outra descoberta: a cianotipia (WARE, 1998). Até então, os

estudos realizados sobre os processos fotográficos eram baseados no uso de compostos de prata em superfícies de papel ou metais. O processo apresentado por Herschel era inovador, pois usava compostos de ferro sobre papéis, apresentando, assim, uma alternativa aos processos que utilizavam a prata.

Enquanto Talbot trabalhava numa extensa pesquisa em produção de imagens, Herschel pesquisava o “meio” em que a imagem se formava, buscando compreender o fenômeno fotoquímico. Talbot pesquisava uma maneira comercialmente viável de reproduzir suas imagens fotográficas. Já Herschel esperava conseguir um processo fotográfico em que as imagens já saíssem prontas e coloridas naturalmente.

Entretanto, como uma ironia do destino, Herschel acabou por descobrir um processo que dominou o mercado de fotocópias por quase um século, e mesmo depois que o processo caiu em desuso, ele continuou sendo usado no meio artístico: a cianotipia, que também é conhecida como *blueprint* (impresão em azul).

A cianotipia resulta da ação da luz ultravioleta em certos sais orgânicos de ferro. Naquela época, o fato de que sais de prata sofrem transformações devido à ação da luz já era amplamente conhecido, porém a fotossensibilidade de compostos de ferro era algo muito novo e pouco compreendido.

Foi em 1839, ao conhecer as pesquisas de Talbot usando a prata, que Herschel iniciou seu estudo sobre os processos fotoquímicos. Após uma semana de estudos sobre o processo de Talbot, Herschel resolveu o problema de fixação da imagem e revelou a Talbot como fazê-lo. Enquanto Talbot continuou pesquisando os processos de prata, buscando melhorar suas imagens, Herschel redirecionou seus estudos sobre outros sistemas que poderiam resultar em um processo fotoquímico diferente da prata e que gerasse uma imagem.

Em 1840 Herschel iniciou seus estudos sobre a fotossensibilidade de extratos de vegetais e flores coloridas. Ao realizar o teste de expor uma série de papéis embebidos nos extratos das plantas coloridas à luz ultravioleta, ele conseguiu o clareamento do pigmento da planta, obtendo uma imagem positiva e colorida. Porém, em 1842, ele cessou a realização dos testes, pois os resultados se mostraram com imagens muito pálidas ou desbotadas, necessitando de um grande tempo de exposição à luz. Esse método atualmente é conhecido como antotipia (*ibid.*).

Herschel decidiu ampliar seus estudos com substâncias coloridas, utilizando pigmentos orgânicos já conhecidos e compostos inorgânicos de cores intensas. Ele conduziu sua pesquisa pautado no trabalho do famoso cientista e médico Dr. Alfred Smee, que realizava experimentos para obtenção de um tipo de composto de ferro muito colorido. Herschel escreveu para Smee, pedindo mais informações sobre seu trabalho, e Smee enviou para Herschel uma amostra do sal de ferro colorido. Herschel começou então a realizar testes fotoquímicos com o sal de tom vermelho vibrante: o ferricianeto de potássio. O sal deu os primeiros resultados, gerando imagens com o composto Azul da Prússia, que é formado depois da exposição à luz. Em seus testes, Herschel percebeu que quando adicionava algumas substâncias no processo, ele conseguia tons mais fortes de azul. Porém, os estudos mostraram que o sal é pouco sensível à luz, precisando de muito tempo de exposição, tal qual os extratos das plantas.

Herschel escreve para Smee contando de seus resultados com o composto ferricianeto de potássio. Smee então sugere um novo teste, e envia para Herschel um composto de ferro recém descoberto que estava sendo usado na medicina, e que era bastante colorido, o citrato de ferro amoniacal. Herschel testa a fotossensibilidade do composto e realiza misturas com o ferricianeto de potássio. Os resultados dos testes foram muito bons, revelando a imagem após pouco tempo de exposição à luz e apresentando tons intensos de azul.

Assim foi descoberto o processo hoje conhecido como cianotipia. Esse processo foi utilizado comercialmente para fazer fotocópias por muitos anos. É interessante citar que a primeira aplicação do processo de Herschel foi com o propósito ilustrativo. Em 1843, a botânica Anna Atkins lançou o primeiro livro de fotografia da história e as imagens de algas foram feitas utilizando a cianotipia.

Vamos conhecer e entender como é realizada hoje em dia, a técnica desenvolvida por Herschel no ano de 1842, por meio da qual é possível obter as imagens em azul, usando dois reagentes: ferricianeto de potássio e citrato férrico amoniacal.

Para fazer uma cianotipia são necessárias duas soluções aquosas de sais de ferro. Preparamos uma solução de citrato férrico amoniacal a 25% m/V e uma solução aquosa de ferricianeto de potássio a 10% m/V. Depois de prontas, juntamos as soluções e colocamos a mistura, que fica com um tom esverdeado, na superfície de um papel que seja resistente a banhos. Pode ser usado

um pincel ou um esponja para espalhar a mistura sobre o papel que, neste momento, fica fotossensível e não deve ser exposto à luz direta. Deve-se esperar a secagem do papel e só depois fazer a exposição à luz solar. Para o papel ficar completamente seco, pode ser usando um secador, ou esperar secar naturalmente, no escuro, por 24 horas.

Depois de seco, o papel é colocado sob o negativo da imagem a ser reproduzida, como era feito na técnica de Talbot, mostrada nas Figuras 5 e 6. Colocamos um vidro sobre todo o conjunto para “pensar” o negativo sobre o papel, para que a imagem fique bem nítida ao final do processo. Caso seja usado um objeto para formar a imagem, não há necessidade do vidro. Levamos, então, o conjunto ao sol, por cerca de 25 a 30 minutos. É importante que seja um dia de sol intenso, e a exposição à luz seja realizada por volta de meio-dia (12:00 horas), pois nesse horário a incidência de raios ultravioleta é maior. Se houver nuvens no céu, ou for em outro horário, o tempo de exposição ao sol deve ser maior.

Quando a mistura sobre o papel for exposta à luz, a reação química entre o citrato férrico amoniacal e o ferricianeto vai começar a acontecer, e a imagem vai começar a se formar. No negativo a imagem tem uma parte preta e uma parte transparente. Na parte preta a luz não vai passar e, portanto, o ferricianeto e o citrato não vão reagir. Na parte transparente, a luz vai passar e vai haver reação, que formará o composto Azul da Prússia, gerando a imagem sobre o papel.

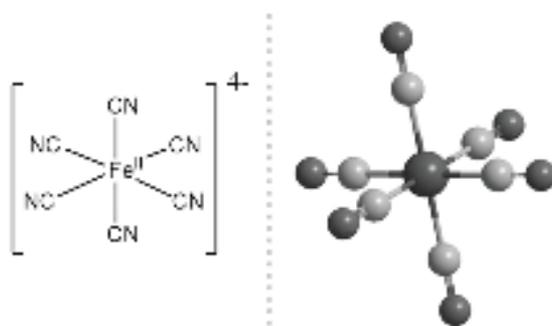
Quando os 25-30 minutos se passaram, retiramos o sistema do sol e retiramos o negativo da superfície do papel. Neste primeiro momento, as partes do papel que receberam luz apresentarão cores azuladas, e os locais que não receberam luz vão apresentar tons esverdeados. O papel deve ser lavado em água pura, pois ela não solubiliza o Azul da Prússia, que após a lavagem adquire tons bem intensos e permanece aderido na superfície do papel. Já a parte com tons esverdeados, devido aos compostos não terem reagido, é lavada, pois os compostos são solúveis em água, e vai ficar branca. Após a lavagem em água corrente, a imagem estará formada e o papel deve secar num varal por cerca de 24 horas, até chegar ao tom de azul final. Apesar de parecer tudo muito simples, existem várias condições que devem ser obedecidas para que tudo dê certo!

E do ponto de vista químico, surgem muitas perguntas! O que está acontecendo na superfície do papel? O que é o Azul da Prússia? O que poderia dar errado?

4 - A fotografia azul

Vamos começar aprendendo sobre o pigmento azul que é responsável pela imagem formada na superfície do papel. O Azul da Prússia é um composto de coordenação com valência mista para o átomo de ferro, e pode ser encontrado nos estados: ferroso (Fe^{2+}) e férrico (Fe^{3+}). Cada átomo de ferro(II) se encontra ligado a seis íons cianeto, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Esfera de coordenação do ferro(II) no Azul da Prússia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

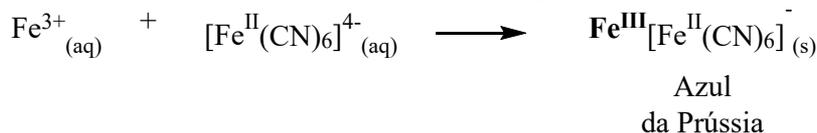
Além de ser um conhecido pigmento muito utilizado em artes, o Azul da Prússia tem também aplicação como medicação para tratar intoxicação por alguns metais, principalmente o tálcio, capturando as espécies metálicas responsáveis pela intoxicação. A capacidade do Azul da Prússia em aprisionar moléculas em sua rede cristalina, agindo como uma peneira molecular, é consequência da sua estrutura cúbica, cujos átomos de ferro estão alternados por grupos cianeto, com os átomos de carbono coordenados ao Fe^{2+} . A estrutura dispõe de túneis nas três dimensões da rede cristalina, que podem ser ocupados por moléculas ou íons, com o raio de até 182pm (*id.*, 2008). Como resultado, ao invés de formar uma única substância, com estequiometria específica, a composição do Azul da Prússia poderá variar de acordo com o método de síntese do pigmento e com a proporção relativa dos reagentes empregados (*id.*, 1999).

É importante ressaltar que existem várias formas de se obter o pigmento Azul da Prússia, usando metodologias e reagentes diferentes, que independem da presença de luz. A cianotipia é apenas um dos métodos de preparo desse pigmento. Dentre os métodos, temos o uso dos compostos de ferro ligados a cianetos, podendo ser sais de ferro(II), chamados hexacianoferrato(II), conhecidos popularmente como ferrocianetos; ou sais de ferro(III), chamados hexacianiferrato(III), conhecidos popularmente como ferricianetos. Vejamos cada um deles:

- 1 - Sais de ferro(III), $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$, com hexacianoferrato(II), $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$.

Ocorre a formação direta do Azul da Prússia, reação formada a partir de um sal de ferro(III) com o ferrocianeto, conforme Esquema 1. Neste caso, os dois compostos de ferro são solubilizados em água separadamente e, a seguir, são misturados.

Esquema 1 - Formação direta do Azul da Prússia a partir de sais de ferro(III).

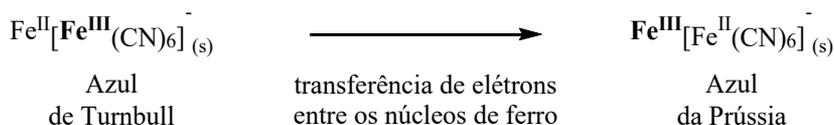


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

- 2 - Sais de ferro(II), $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$, com hexacianoferrato(III), $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$.

O uso do ferricianeto é uma alternativa para se obter o Azul da Prússia. Ao usar este método, pensava-se que o produto desta reação fosse um composto distinto, o hexacianoferrato(III) de ferro (II), que recebeu o nome de Azul de Turnbull, em referência ao químico responsável pelo seu preparo.

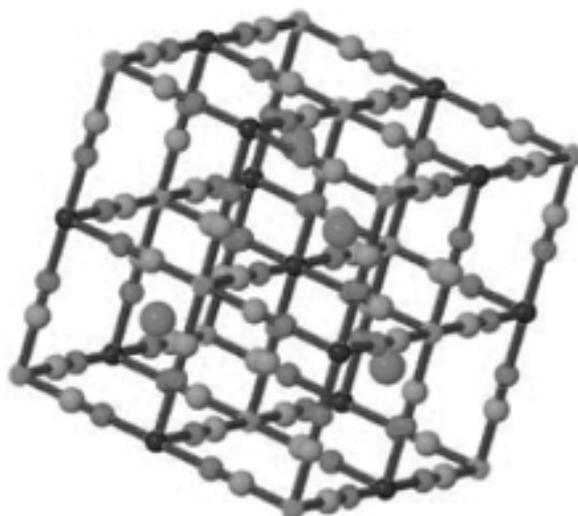
Esquema 2 - Preparo do Azul da Prússia via método de Turnbull.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O Azul da Prússia tratado como solúvel, resulta de reações em que o ferrocianeto e o sal de ferro(III) reagem em proporções molares de 1:1, ou com excesso de ferrocianeto. Nessa composição, a proporção de $\text{Fe}^{\text{III}}:\text{Fe}^{\text{II}}$ é de 1:1, e sua fórmula é dada por: $\text{M}^{\text{I}}\text{Fe}^{\text{III}}[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6] \cdot y\text{H}_2\text{O}$, onde, M é um cátion monovalente como K^+ ou NH_4^+ , encontrado no interior das cavidades da rede cristalina, e as águas de hidratação variam de 1 a 5 moléculas, conforme Figura 8.

Figura 8 - Proposta para estrutura cristalina do Azul da Prússia solúvel.

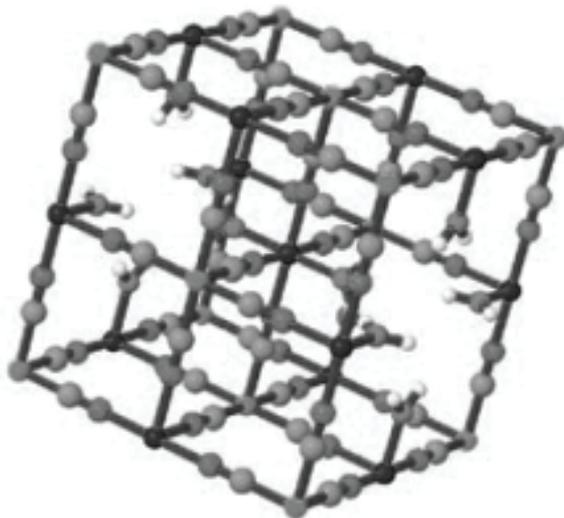


Fonte: Imagem produzida por Xavier Prat-Resina, reproduzida com permissão do autor da referência Mike Ware (2008).

Acredita-se que a presença dos cátions incorporados na rede cristalina, principalmente K^+ , possibilita a dispersão, em água, de nano partículas do Azul da Prússia, o que causa a aparente solubilidade, uma vez que seu produto de solubilidade é da ordem de $K_s = 3 \times 10^{-41}$ (WARE, 1999; *id.*, 2008).

Já o composto considerado insolúvel resulta de reações em que é usado um excesso do sal de ferro(III), frente ao ferrocianeto, ou seja, as proporções entre os reagentes sendo iguais ou superiores a 4:1. Nesse caso, quando o Azul da Prússia é formado, não observamos cátions monovalentes em quantidade significativa em sua estrutura (Figura 9), e sua fórmula é dada por: $\text{Fe}^{\text{III}}_4[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, sendo que a água de hidratação pode variar de 14 a 16 moléculas (WARE, 1999; *id.*, 2008).

Figura 9 - Proposta para estrutura cristalina do Azul da Prússia insolúvel – A proporção de $\text{Fe}^{\text{III}}:\text{Fe}^{\text{II}}$ é de 4:3, portanto, a rede cristalina do Azul da Prússia insolúvel deve ser imperfeita, de modo a acomodar a ausência de um quarto de Fe^{II} , na forma de $[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]^{4-}$, os sítios vazios são ocupados por moléculas de água.



Fonte: Imagem produzida por Xavier Prat-Resina, reproduzida com permissão do autor da referência Mike Ware (2008).

Uma terceira variação estrutural do Azul da Prússia pode ser obtida segundo o método de Turnbull. Nesse caso, temos reação do Fe^{2+} – resultado da fotodecomposição de um sal de ferro(III) – com o ferricianeto, cujo produto final é um pigmento com uma proporção molar de $\text{Fe}^{\text{III}}:\text{Fe}^{\text{II}}$, da ordem de 3:2. Acredita-se que um ânion deva ser incorporado à estrutura para se obter a neutralidade de cargas, fornecendo, assim, a fórmula $\text{Fe}^{\text{III}}_3[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]_2\text{X}$, onde X é um ânion monovalente, como OH^- , Cl^- , entre outros (WARE, 1999).

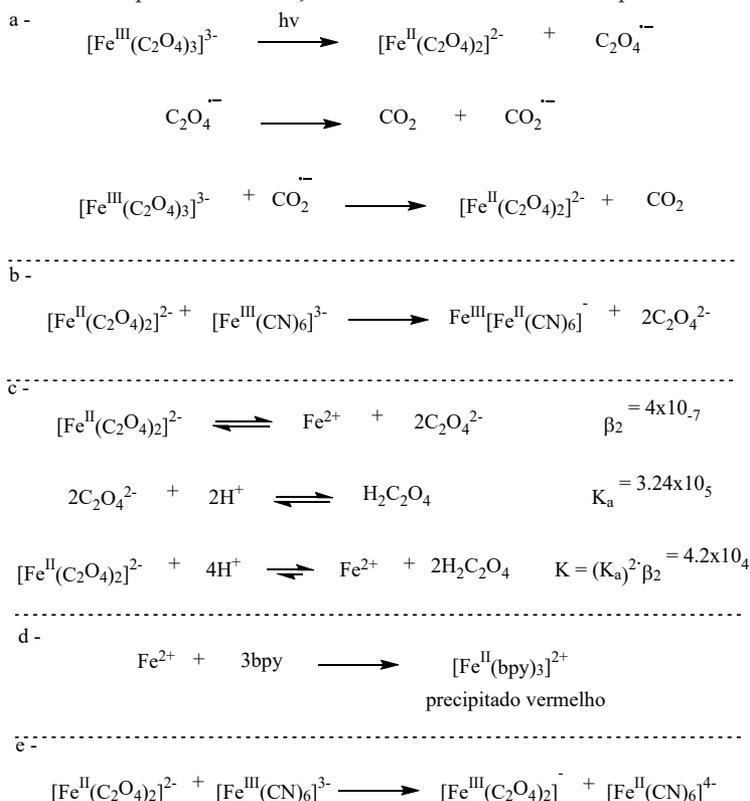
Desse modo, pode-se afirmar que a composição do Azul da Prússia, embora varie de acordo com o método de síntese e da proporção relativa dos reagentes, é, essencialmente, formada de compostos insolúveis de ferro com valência mista. Esses compostos insolúveis formam um polímero, cujos átomos de ferro(II) e ferro(III) são ligados via cianeto, podendo apresentar íons coprecipitados ou aprisionados, na rede cristalina, e quantidades indefinidas de água de hidratação (ITAYA; UCHIDA; NEFF, 1986; WARE, 1999).

5 - A ciência por trás da cianotipia

Agora que conhecemos quais são as diferentes formas de obtenção, as características e as diversas composições do Azul da Prússia, podemos iniciar a discussão de sua formação no processo da cianotipia. É importante ressaltar que na cianotipia, a formação fotoquímica de uma imagem com o pigmento Azul da Prússia ocorre a partir da aplicação de uma solução de citrato ou oxalato férrico amoniacal (sal de ferro(III)) e ferricianeto de potássio sobre a superfície do papel, quando exposto à luz.

Para começar vamos entender como a luz atua nos reagentes para dar início à reação. A fotossensibilidade do citrato/oxalato férrico amoniacal, usado como reagente na cianotipia, tem origem na ligação química entre os átomos dos ligantes, citratos ou oxalatos, e o átomo de ferro. A luz ultravioleta funciona como um catalisador, atuando na oxidação da molécula do citrato/oxalato, transformando-a em CO_2 , com concomitante redução do átomo de ferro(III) para ferro(II), conforme mostrado no Esquema 4a.

Esquema 4 - Formação do Azul da Prússia na cianotipia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Entretanto, conforme podemos ver no Esquema 4a, é provável que o ferro(II) formado ainda esteja ligado a duas moléculas de citrato/oxalato. Porém, para que a reação ocorra, conforme modelo proposto no Esquema 4b, e forme o Azul da Prússia, é necessário que o núcleo de ferro(II) esteja livre para se ligar ao ferricianeto, conforme proposto no Esquema 4c.

Assim, a explicação do Esquema 4c é que quando a reação ocorre em meio ácido, os íons hidrogênio irão competir com o núcleo de ferro para formação de ácido cítrico/oxálico e, em virtude do ferro(II) não se ligar fortemente a oxalatos, temos esse equilíbrio deslocado para a formação de íons Fe^{2+} livre. Dessa forma, a presença de ferro(II) livre em solução pode ser detectada com a formação do precipitado vermelho, obtido na reação com 2,2'-bipiridina, Esquema 4d (FIORITO; POLO, *op. cit.*; SATTAR, 2017; WARE, 2008). Depois que o ferro(II) gerado fotoquimicamente está livre, ele reage com o ferricianeto, que está em excesso, formando o Azul da Prússia, via método de Turnbull,

Porém, existe também a possibilidade de ocorrer a redução do ferricianeto promovida pelo sal de ferro(II), conforme Esquema 4c. Essa situação explica a formação do Branco da Prússia, que muitas vezes aparece na cianotipia, devido a um processo chamado solarização ou, em outras palavras, excesso de luz. Quando ocorre solarização, a cianotipia aparece com a imagem invertida. Onde recebeu luz e devia estar azul, fica branco, e onde não recebeu luz e deveria estar branco, fica azul. Vamos entender um pouco desse processo.

Quando ocorre solarização na cianotipia, o papel com os reagentes recebe mais luz do que deveria. Na área em que o negativo é transparente, a reação proposta no Esquema 4c é favorecida, e ocorre a formação do ferro-cianeto no meio. Na área do negativo que não recebe luz, o ferricianeto não é alterado.

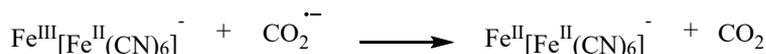
A proposta é que os íons Fe^{2+} livres, gerados fotoquimicamente, irão se ligar ao nitrogênio do $[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]^{4-}$, que está presente em elevadas proporções nas regiões de maior exposição aos raios ultravioleta, formando o Branco da Prússia (Esquema 5a). E nas áreas de menor exposição à luz, os íons Fe^{2+} livres se ligam aos átomos de nitrogênio do $[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6]^{3-}$, que sobraram em maior quantidade, formando o Azul da Prússia. Daí a formação da imagem invertida.

Esquema 5 - Formação do Azul da Prússia e do Branco da Prússia na cianotipia.

a



b

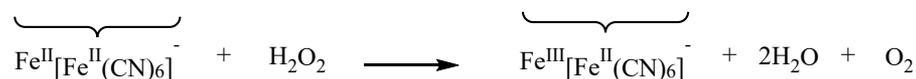
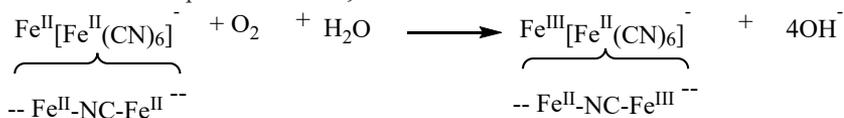


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Uma segunda possibilidade para a formação do Branco da Prússia é a redução do Azul da Prússia pelo excesso de íon radical, $\text{CO}_2^{\cdot-}$, presente no meio (Esquema 5b). Dessa forma, podemos ver que qualquer alteração nas quantidades de reagentes ou no tempo de exposição à luz solar pode causar muitas variações nos resultados da cianotipia (FIORITO; POLO, *op. cit.*; SATTAR, *op. cit.*; WARE, 2008).

Um recurso muito usado para tentar resolver o problema da solarização é o uso de água oxigenada, na forma de banho, ao final da exposição. A oxidação do Branco da Prússia forma o Azul da Prússia. Essa oxidação pode ser realizada tanto pelo oxigênio presente no ar, visto que ele é pequeno o suficiente para penetrar na rede cristalina, quanto por um banho de peróxido de hidrogênio (água oxigenada), conforme Esquema 6, aumentando, assim, o contraste final do cianótipo.

Esquema 6 - Oxidação do Branco da Prússia a Azul da Prússia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Apesar de a realização do processo da cianotipia ser simples, a compreensão do processo como um todo é bastante complexa, e ele não foi claramente

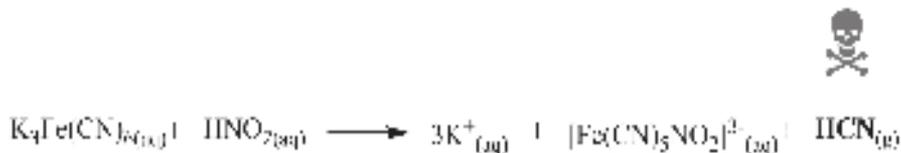
elucidado até os dias de hoje. O conhecimento químico do processo auxilia na compreensão dos resultados e na resolução de eventuais problemas que podem ocorrer. Além disso, o conhecimento químico do processo permite a variação controlada dos resultados, seja na produção de trabalhos artísticos, no uso da técnica como ferramenta de ensino de química ou no desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares.

6 - Perigos e cuidados

Apesar de ser um método seguro e muito usado, pouca coisa é abordada quanto aos riscos do processo de cianotipia. É importante conhecermos as propriedades e incompatibilidades dos reagentes empregados nos processos alternativos fotográficos, principalmente quando trabalhamos com sais contendo cianeto, devido à possibilidade de formação do ácido cianídrico, HCN. A toxicidade do ácido cianídrico é extensamente conhecida, por se tratar de um inibidor da citocromo oxidase, enzima fundamental ao processo respiratório. Todavia, a formação inesperada e a possibilidade de intoxicação humana por esse ácido em laboratórios de processos fotográficos é pouco discutida.

O ferricianeto de potássio, $K_3Fe(CN)_6$, é empregado na cianotipia em uma concentração de a 10% m/V. Apesar de ser um sal menos reativo, o ácido cianídrico poderá ser produzido, caso o $K_3Fe(CN)_6$ seja exposto a ácidos fortes como HNO_2 , HCl , H_2SO_4 ou HNO_3 , conforme Esquema 7.

Esquema 7 - Formação do ácido cianídrico a partir do ferricianeto de potássio.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Em vista disso, devemos tomar os cuidados necessários para evitar a formação de HCN, sempre nos certificando da ausência de ácidos fortes nas tubulações e/ou frascos empregados no recolhimento dos resíduos dos reagentes usados nesse processo (HOUK; HART, 1987).

7 - Considerações finais

O intuito do presente trabalho foi apresentar de forma simples e objetiva, dentro de um contexto histórico e científico, nossa experiência e conhecimento sobre o processo de cianotipia. Nossa intenção foi, além de criar um primeiro contato com a história da fotografia e da cianotipia, demonstrar como o conhecimento científico foi, e continua sendo, necessário para a realização e a compreensão dessa técnica de produção de imagem, seja para uso artístico, seja como ferramenta de ensino.

Um ponto a ser destacado é o potencial interdisciplinar do uso das técnicas fotográficas para ensino, possibilitando abordar e ilustrar desde conceitos físicos, químicos e matemáticos, até conteúdos de biologia, história das artes e sociologia.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à professora Zélia Ludwig e ao professor Eloi Teixeira pela oportunidade de participar da 8ª Jornada de Divulgação Científica do Centro de Ciências da UFJF, contribuindo com este capítulo do livro. Agradecemos ainda à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro e à UFJF.

Referências bibliográficas

AL-HASSANI, S. T. S.; WOODCOCK, E.; SAOUD, R. **1001 Inventions: Muslim Heritage in Our World**. 1. ed. Manchester: Foundation for Science, Technology and Civilisation, 2006.

ALDERMAN, N. A história do negativo mais antigo que existe e o ‘momento perfeito’ que ele registra. **BBC News Brasil**, [s. l.], 10 fev. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/curiosidades-38891880>. Acesso em: 15 maio 2020.

ALPERS, S. **A Arte de Descrever: A arte holandesa no século XVII**. Tradução: Antônio de Pádia Danesi. 1. ed. São Paulo: Edusp, 1999.

AMAR, P. J. **História da Fotografia**. 2. ed. Lisboa: Edições 70, 2010.

BASTOS, A. R. A fotografia como retrato da sociedade. **Sociologia**, Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, v. 28, p. 127-143, 2014. Disponível

em: <https://ojs.letras.up.pt/index.php/Sociologia/article/view/1310>. Acesso em: 30 jun. 2020.

DUNBAR, K. R.; HEINTZ, R.A. Chemistry of Transition Metal Cyanide Compounds: Modern Perspectives. *In*: KARLIN, K. D. (ed.). **Progress in Inorganic Chemistry**, Volume 45. Hoboken, Estados Unidos: John Wiley & Sons, 1996. p. 283-391. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470166468.ch4>.

FIORITO, P. A.; POLO, A. S. A New Approach toward Cyanotype Photography Using Tris-(oxalato)ferrate(III): An Integrated Experiment. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 92, n. 10, p. 1721-1724, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed500809n>.

FREUND, G. **Fotografia e sociedade**. Lisboa: Vega, 1994.

HOUK, C.; HART, C. Hazards in a photography lab: A cyanide incident case study. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 64, n. 10, p. A234-A247, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed064pA234>.

ITAYA, K.; UCHIDA, I.; NEFF, V. D. Electrochemistry of polynuclear transition metal cyanides: Prussian blue and its analogues. **Accounts of Chemical Research**, Washington, v. 19, n. 6, p. 162-168, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1021/ar00126a001>.

KOSSOY, B. **Hercules Florence - 1833: A Descoberta Isolada da Fotografia no Brasil**. São Paulo: Livraria Duas Cidades, 1980.

NOVELLINO, M. O. **Fotografias em livro didático de inglês como língua estrangeira**: Análise de suas funções e significados. 2007. Dissertação (Mestrado em Letras) – Departamento de Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. DOI: <https://doi.org/10.17771/PUCRio.acad.10597>. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=10597@1>. Acesso em: 30 jun. 2020.

PEDROSA, S. M. P. A.; COSTA, A. V. F. Fotografia e Educação: Possibilidades na produção de sentidos dos discursos visuais. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 28, n. 1, p. 78-94, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14572/nuances.v28i1.4828>. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/4828>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SATTAR, S. The Chemistry of Photography: Still a Terrific Laboratory Course for Nonscience Majors. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 94, n. 2, p. 183-189, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00400>.

WARE, M. **Cyanotype**: The history, science and art of photographic printing in Prussian blue. Londres: Science Museum / National Museum of Photography, Film and Television, 1999.

_____. Herschel's Cyanotype: Invention or Discovery? **History of Photography**, Londres, v. 22, n. 4, p. 371-379, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1080/03087298.1998.10443901>.

_____. Prussian Blue: Artists' Pigment and Chemists' Sponge. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 85, n. 5, p. 612-619, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed085p612>.



Tingimento Natural: cores da natureza

*Zélia Ludwig
Juliana Buarque
Cecília Borges Moreto
Leisa Brand Rios
Valdemir Ludwig*

1 - Introdução

Esta oficina teve como objetivo apresentar a técnica milenar do tingimento natural, utilizando flores, folhas, cascas, raízes, sementes etc. para gerar corantes naturais.

O intuito foi explorar as inúmeras cores que podem ser criadas por meio das reações químicas que ocorrem quando as plantas passam por processos de cocção, combinadas ou não com substâncias chamadas de mordentes.

Dentro desse contexto, pode-se dizer que essa oficina permitiu aproximar os conteúdos de diferentes disciplinas, como Física, Química, Biologia, História e Arte, com o cotidiano dos estudantes, pois além de fazer com que eles descubram que esses materiais são fontes para a síntese de inúmeros corantes empregados constantemente na indústria de alimentos e no tingimento natural de roupas e tecidos, ela também dá oportunidade para que eles adquiram os conhecimentos básicos relacionados a essas disciplinas.

Também foram tratados aspectos sobre a influência do pH nas cores de diferentes soluções. A partir das fórmulas químicas de diferentes corantes naturais, foi possível trabalhar conceitos sobre os elementos químicos, os tipos de ligações, os grupos funcionais, a solubilidade e as propriedades químicas, tais como caráter ácido e básico das substâncias.

Os conteúdos de diferentes disciplinas estiveram presentes durante a contextualização do surgimento e da utilização dos corantes naturais. Esse

trabalho permitiu estimular o pensamento crítico dos estudantes através de debates sobre ancestralidade, sustentabilidade, uso racional da água, respeito à natureza e as vantagens e desvantagens em utilizar corantes naturais na indústria de alimentos e no tingimento de roupas e tecidos.

A realização desse tipo de atividade tem sua importância, pois permite que se criem situações de aprendizagem que estimulam os alunos por meio de uma abordagem temática, em que os alunos podem estudar diferentes conceitos de forma multidisciplinar. E isso permite ao professor aproximar os saberes tradicionais do saber científico dentro contexto escolar.

Uma das edições dessa oficina foi realizada no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, que dispõe de salas abertas para a natureza, que trazem uma dinâmica diferente ao aprendizado.

Em um segundo momento, foram feitas demonstrações das técnicas de tingimento, em que se procurou avaliar o comportamento tintorial de corantes naturais extraídos de diferentes materiais no processo de tingimento de substrato de algodão.

2 - Aspectos históricos, culturais, sociais e econômicos do tingimento natural

Os primeiros registros sobre o uso dos corantes naturais e sua utilização no tingimento de materiais têxteis mostram que isso aconteceu no continente africano e asiático (PICCOLI, 2008).

Com o descobrimento de novos continentes e a abertura de novas rotas para as Américas, apareceram novos corantes naturais para o mercado europeu. Esses novos corantes são capazes de produzir um vermelho intenso quando combinados a elementos metálicos. Um deles pode ser obtido a partir da casca da árvore pau-brasil, e o outro é a cochonilha, que é obtida a partir do inseto fêmea da espécie *Coccus cacti* (PEZZOLO, 2007, p. 167).

Um dos países que ainda utiliza o tingimento natural é o Peru, com uma imensa variedade de cores e tons obtidos através de técnicas milenares herdadas de seus ancestrais.

Os povos trazidos do continente africano e aqui escravizados foram os responsáveis pelo surgimento do trabalho artesanal relacionado ao tingimento de fios com corantes naturais e a tecelagem em teares artesanais.

Os povos indígenas que já habitavam o Brasil também deram suas contribuições para esse conhecimento, pois eles já usavam muitas raízes e cascas de plantas para tingir seus corpos e os adornos usados em suas vestimentas.

Pelo Brasil afora, ainda hoje é possível encontrar algumas senhoras tecedeiras que usam alguns tipos de corantes naturais extraídos de plantas como: pau-brasil, anileira, macela, açafraão e urucum.

Como se sabe, o Brasil é um país com uma grande diversidade racial e cultural, e a partir da implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a cultura passou a fazer parte do currículo escolar, em especial as histórias e as culturas afro-brasileira e indígena (BRASIL, 1997).

Cabe ao professor trabalhar esses conteúdos, propondo situações de aprendizagem que envolvam questões regionais do saber popular, para que os alunos conheçam, valorizem e respeitem a diversidade da cultura brasileira.

Atualmente também existe uma preocupação com o meio ambiente, que faz com que as pessoas busquem cada vez mais produtos sustentáveis. Esse é um tema relevante e importante quando se trata da indústria têxtil, que é uma das causadoras de impactos negativos devido aos resíduos produzidos e depositados na natureza por toda sua cadeia de produção. O principal impacto ocorre porque os corantes reativos são despejados nos rios e lagos.

A água é um recurso natural de extrema importância para a existência da vida, por isso é imprescindível para o desenvolvimento social, econômico e cultural. Direta ou indiretamente a água está presente de forma significativa em todos os campos industriais, e na cadeia têxtil não seria diferente. Por isso é preciso pensar no desenvolvimento desse setor de maneira sustentável, para que se garanta esse recurso para todos.

Atualmente, a população tem tomado consciência sobre esse impacto que a indústria da moda e o consumo acelerado causam ao meio ambiente, e por isso tem feito um resgate do contato e do respeito à natureza. Trabalhos que usam o tingimento natural vêm ganhando mais espaço no mercado e recebendo uma grande procura, tanto por parte de algumas marcas, quanto por parte dos próprios consumidores (TINGIMENTO..., 2018).

Além disso, os processos de tingimento natural aplicados em substratos têxteis são realizados a partir de matérias-primas vegetais, animais e minerais, e são caracterizados por não gerar danos ao meio ambiente e por contribuir para o desenvolvimento sustentável, se extraídos de forma consciente.

Os principais problemas do tingimento feito com corantes sintéticos são a grande quantidade de água necessária durante todo o processo e a utilização de substâncias tóxicas, como os produtos químicos e metais pesados que geram um rejeito difícil e caro de ser tratado, e que acaba, muitas vezes, indo parar na natureza (LEÃO *et al.*, 2002; FERREIRA, 1998 *apud* TONIOLLO; ZANCAN; WÜST, 2015).

A tinturaria natural também usa água, porém ela é misturada apenas a outras substâncias orgânicas, que deixam o líquido final mais puro e nutritivo quando comparado ao que ele era antes do processo.

Apesar da flora brasileira possuir milhares de espécies vegetais nativas ainda não estudadas, muitas delas se encontram em fase de extinção e outras já foram extintas antes de serem conhecidas cientificamente. São inúmeras as aplicações dessas espécies florestais que vão desde seu uso na alimentação, na indústria farmacêutica, na construção civil, na indústria moveleira e têxtil, na produção de papel etc.

Dada essa grande importância do uso das plantas, é preciso levantar certas questões, como o desmatamento da vegetação da região onde são extraídas as plantas usadas nos corantes. Por isso é necessário conscientizar a população, caso tenham interesse em produzir e comercializar roupas e objetos tingidos com corantes naturais, para que elas possam cultivar tais espécies em casa ou replantar mudas nos locais onde fizerem a colheita.

3 - A alfabetização científica e o enfoque ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) na Oficina de Tingimento Natural

Atualmente, diversos são os desafios em relação ao processo de ensino e aprendizagem. Algumas questões importantes estão sempre presentes quando se pensa em ensinar ciências para as crianças: “por que devemos ensinar ciências? Por que ensinar? Por que retemos os estudantes tantos anos na escola?” (CHASSOT, 2014).

Existem várias formas de responder essas perguntas, entretanto, para as finalidades deste capítulo, o foco será em ações de ensino que contemplam a formação criativa dos indivíduos, para que sejam capazes de intervir de forma ativa na solução de problemas da sociedade.

Consideremos a concepção de alfabetização proposta por Paulo Freire, que diz:

(...) a alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica em uma auto-formação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (FREIRE, 1980).

Feita essa definição de alfabetização, o próximo passo para a construção do termo em questão é incorporar a palavra “científica”, gerando assim a expressão “alfabetização científica”.

O termo ciência é proveniente do latim *scientia*, que significa conhecimento. Diz respeito ao conjunto de métodos e técnicas que organizam a informação adquirida através da experiência. Tendo ciências “como uma linguagem para facilitar nossa leitura de mundo” (CHASSOT, 1993, p. 37 *apud* CHASSOT, 2014, p. 61).

Assim, é possível definir as características da expressão “alfabetização científica”.

Chassot a define como:

Conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem. (...) seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor (CHASSOT, 2014, p. 62).

Portanto a alfabetização científica está ligada diretamente à desconstrução do cientificismo (doutrina filosófica que considera definitivos os conhecimentos científicos) e também do presenteísmo (prática onde encontra-se o

aluno presente em sala de aula, contudo não se verifica uma produtividade do mesmo), usualmente encontrados nos ambientes escolares.

Citando as afirmações de Granger:

A Ciência é uma das mais extraordinárias criações do homem, que lhe confere, ao mesmo tempo, poderes e satisfação intelectual, até pela estética que suas explicações lhe proporcionam. No entanto, ela não é lugar de certezas absolutas e (...) nossos conhecimentos científicos são necessariamente parciais e relativos. (GRANGER, 1994, p. 113 *apud* CHASSOT, 2014, p. 61).

Outro ponto que deve ser considerado é que, nesses mesmos ambientes escolares, deve-se enfatizar a falta de familiaridade dos alunos mediante a construção histórica e filosófica do conhecimento. Acredita-se que no ensino básico, os mesmos tenham pouco ou nenhum contato com a história da construção do conhecimento, tão pouco com a filosofia da ciência, ficando presos ao utilitarismo.

Para a construção do conhecimento nos moldes definidos é preciso fazer uma ruptura com esse presenteísmo – comum em todos os níveis de ensino – e com o utilitarismo, prática que, segundo Chassot, “não tem, na categoria qualidade, algo prazeroso ou, ainda, que traga a felicidade ou, numa concepção benthamiana, útil” (CHASSOT, 2014, p. 80).

Uma alternativa que vem se consolidando, quando se fala em alfabetização científica, é a busca por uma abordagem interdisciplinar, onde as ciências se inter-relacionem com a tecnologia e a sociedade. Uma possibilidade que viabiliza a construção do indivíduo mais crítico e atuante mediante a sociedade é o enfoque CTS/CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) (CHRISPINO, 2017).

Esse enfoque trouxe um questionamento sobre o bem-estar que as ciências e a tecnologia agregavam à sociedade. Tal insatisfação fez com que as escolas se comprometessem com um ensino que gerasse criticidade em seus alunos.

Sobre o emprego dessa abordagem, Auler faz as seguintes reflexões:

Referindo-se ao momento atual, Cerezo (1998) destaca que os estudos sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) constituem-se num vigoroso campo de trabalho, o qual procura entender o fenômeno científico-tecnológico em um contexto social, sendo o enfoque geral de caráter crítico, contrariamente à clássica visão “*essencialista e triunfalista da ciência e da tecnologia*”. (AULER, 2002, p. 27).

Além disso, ele incorporou uma perspectiva interdisciplinar em sua temática e também traçou um quadro expositivo dos objetivos encontrados na literatura vigente.

Essas concepções buscam promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência às aplicações tecnológicas e aos fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e as aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia; adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, representando uma síntese dos objetivos “mapeados” por Caamaño (1995).

Para Rubba e Wiesenmayer (1988), a integração entre ciências, tecnologia e sociedade, no ensino de ciências, representa uma tentativa de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões conscientes e ações responsáveis. Outro objetivo que pode ser acrescentado a essa integração consiste em alcançar o pensamento crítico e a independência intelectual (AIKENHEAD, 1987; AULER, *op. cit.*, p. 31).

Nesse contexto proposto, confirma-se que não há sentido em trabalhar os conteúdos em áreas isoladas de conhecimento. Essa afirmação se faz óbvia ao entender que ciências e tecnologia são produtos que englobam uma gama variada de conteúdos, e que geram resultados sociais e ambientais abrangentes a toda a comunidade.

No âmbito do ensino de questões ligadas ao meio ambiente, o enfoque CTSA ganha destaque significativo, pois, através dele, existe a possibilidade de trazer aos espaços de ensino uma problematização real como ponto de partida.

Ao resgatar a cultura do artesanal, este projeto trouxe questões importantes que foram contextualizadas no ensino formal. Destacamos a importância da alfabetização científica desde o ensino fundamental ao ensino médio,

através dessas oficinas de ciências, capazes de trazer para a vida escolar do aluno uma aprendizagem interdisciplinar que desenvolva seu raciocínio crítico e que contribua para a sua formação como um adulto ativo e consciente perante a sociedade.

4 - A diferença entre corantes e pigmentos usados no processo de tingimento

O processo de tingimento utiliza substâncias que conferem cor ao meio em que foram adicionados. Essas substâncias são compostos químicos que podem ser um pigmento ou qualquer outra substância obtida através de processos físico-químicos ou bioquímicos usando um vegetal, animal ou mineral (SCHIOZER; BARATA, 2007, p. 7).

Embora muitas vezes sejam considerados sinônimos, há diferenças conceituais entre os corantes e os pigmentos. Ambos são responsáveis por transmitir cor aos materiais, ou seja, são colorantes, entretanto os colorantes orgânicos se dividem em duas classes: a classe dos corantes e a classe dos pigmentos. As diferenças entre eles estão no tamanho das partículas e na solubilidade. Os corantes são solúveis, já os pigmentos não. Neste texto, vamos falar apenas dos corantes.

Segundo Salem (2000a), os corantes são compostos orgânicos capazes de colorir substratos têxteis ou não têxteis, de forma que a cor seja relativamente resistente à degradação causada pela luz e sólida a tratamentos úmidos.

No tingimento, os corantes são adsorvidos e se difundem para o interior da fibra, já os pigmentos são substâncias insolúveis em água e, quando aplicados na superfície da fibra, são fixados mediante o uso de resinas sintéticas.

Algumas propriedades relacionadas aos corantes foram definidas, para que se possa avaliar o comportamento tintorial destes e encontrar o melhor processo de tingimento. São elas:

- **Substantivada:** é a capacidade do corante de se deslocar do banho de tingimento para a fibra.
- **Reatividade:** é a capacidade do corante reagir com a fibra. A reatividade é medida pela velocidade da reação em função da concentração de álcali e da temperatura. Quanto maior a concentração alcalina ou a temperatura que o corante necessita para reagir, menor será a sua reatividade.

Além dessas propriedades, existem outras que são necessárias para que o corante seja útil para a aplicação têxtil, tais como: cor intensa, solubilidade permanente/temporária ou dispersabilidade, difundibilidade e solidez.

A constituição química dos corantes também influencia no processo de tingimento e na solidez à luz e a tratamentos úmidos. O tamanho da molécula, os grupos funcionais presentes, a planeidade e o número de grupos iônicos interferem na difusão do mesmo pela fibra e, conseqüentemente, na solidez do substrato tinto.

Segundo Araújo e Castro (1986-1987), as substâncias corantes têm a propriedade de absorver somente determinadas radiações, difundindo as restantes e provocando a sensação de cor. A cor real dos materiais não é aquela que ele foi capaz de absorver, mas sim a cor que foi refletida por ele, como mostrado na Tabela 1:

Tabela 1 - Relação entre o comprimento de onda da luz absorvida e a coloração real dos materiais.

Comprimento de onda (nm)	Cor absorvida	Cor observada
400 – 430	Violeta	Amarelo
435 – 490	Azul	Laranja
490 – 560	Verde	Vermelho
560 – 580	Amarelo	Violeta
580 – 620	Laranja	Azul
620 – 700	Vermelho	Verde

Fonte: Housecroft; Sharpe, 2013, p. 4.

Em geral, a maioria das moléculas absorve energia na região do ultravioleta. Entretanto, os compostos orgânicos corantes apresentam cor por possuírem as seguintes características em sua estrutura molecular (GOMES, 2000):

Absorvem luz com comprimentos de onda localizados na região do visível do espectro eletromagnético (entre 400 e 700 nm).

Possuem, em sua estrutura molecular, pelo menos um grupo cromóforo (grupo portador de cor).

Sua estrutura molecular é composta por um sistema conjugado (formado pela alternância entre ligações simples e duplas).

A energia absorvida por esses compostos para promover a deslocalização eletrônica encontra-se na região visível do espectro eletromagnético e, como consequência, esses compostos apresentam cor. A deslocalização eletrônica ocorre quando os elétrons pertencentes à ligação do tipo π (π) absorvem uma certa quantidade de energia, capaz de promovê-los para níveis de energia mais elevados. Consequentemente, os elétrons π desses compostos não permanecem presos em suas ligações, mas em constante movimento, ou seja, deslocalizados.

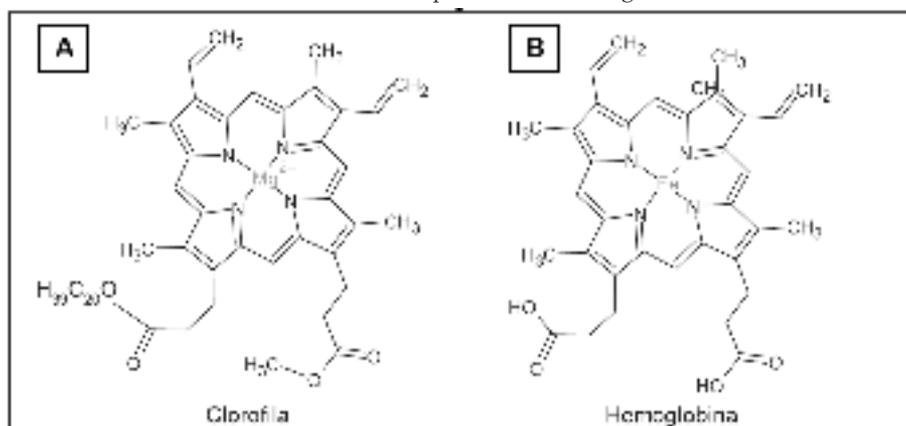
Com base na estrutura química de suas moléculas, os materiais colorantes também podem ser classificados em cinco classes estruturais (Tabela 2) (SCHIOZER; BARATA, *op. cit.*, p. 6-24):

Tabela 2 - Classes estruturais dos corantes.

Classes estruturais de corantes	Nomes alternativos
Tetrapirróis	Porfirinas
Tetraterpenos	Carotenoides
Quinonas	Flavonoides
O-heterocíclicos	Fenólicos
N-heterocíclicos	Indigoides e Pirimidinas

A classe dos tetrapirróis é constituída por compostos orgânicos que apresentam em sua estrutura quatro anéis de pirrol (C_4H_5N), e fazem parte desse grupo a clorofila e a hemoglobina. As estruturas básicas desses compostos são apresentadas na Figura 1. Ambos possuem estruturas similares, contendo um macrociclo pirrólico comum das porfirinas, entretanto, se diferenciam, pois cada uma delas se coordena a um metal diferente, o que promove a alteração da cor observada nos compostos. Na clorofila, o cátion metálico central é o magnésio (Mg^{2+}), já na hemoglobina, é o ferro (Fe^{2+}).

Figura 1 - Estruturas químicas de porfirinas comuns. (a) Molécula de clorofila e (b) Grupo Heme da Hemoglobina.

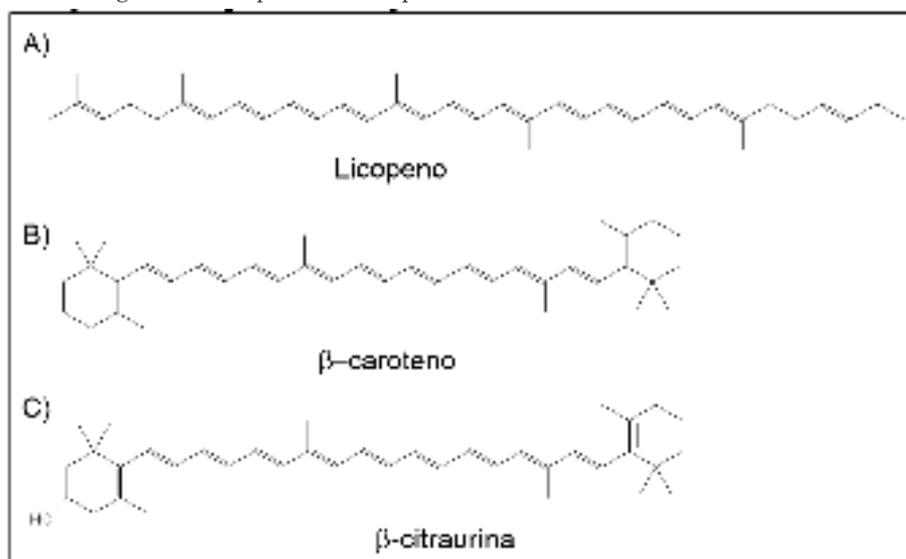


Fonte: Elaborado pelos autores.

Os tetraterpenos, conhecidos como carotenoides, formam um grupo de pigmentos naturais que apresentam coloração amarela, laranja ou vermelha.

Esses compostos possuem um sistema de ligações duplas conjugadas, as quais são as fontes de cor, ou seja, correspondem ao cromóforo. A classe dos carotenoides pode ser subdividida em duas: a primeira, dos carotenos, que se caracteriza pela presença apenas de hidrocarbonetos; e a segunda, que compreende o grupo das xantofilas, que são os derivados oxigenados dos carotenos. A Figura 2 apresenta alguns exemplos de tetraterpenos (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017).

Figura 2 - Exemplos de tetraterpenos: (A) e (B) Carotenos e (C) Xantófilas.

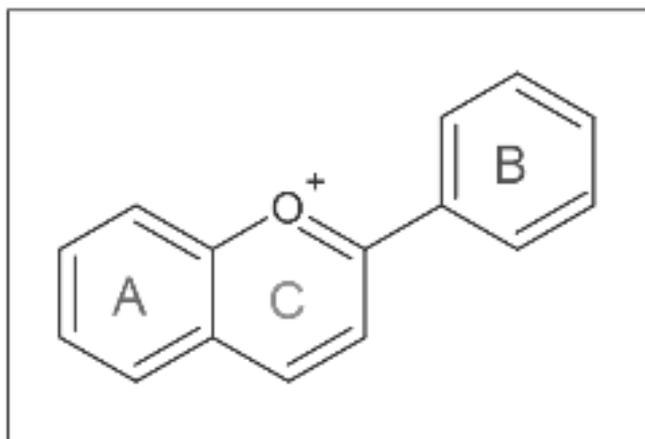


Fonte: Elaborado pelos autores.

Os carotenos são hidrocarbonetos de cadeias longas que apresentam um caráter altamente apolar, o que torna essas substâncias solúveis em óleos e gorduras. O licopeno está presente no tomate e lhe confere a coloração vermelha. Já o β -caroteno, que está presente na cenoura, é um dos carotenos mais conhecidos, e que possui um isômero de posição, o α -caroteno.

Outra classe de corantes são as quinonas, conhecidas como flavonoides, as quais são os principais agentes cromóforos das flores. A estrutura básica dos flavonoides é o núcleo flavênico (2-fenil-benzopirano), mostrado na Figura 3. Trata-se de uma estrutura constituída por dois anéis benzênicos (A e B) interligados por um anel heterocíclico pirano (C).

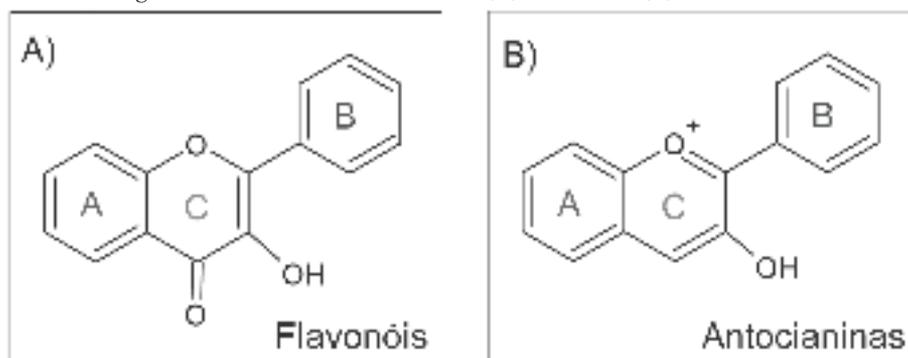
Figura 3 - Núcleo flavênico, unidade estrutural dos flavonoides.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dependendo do grau de oxidação do anel heterocíclico é possível subdividir os flavonoides em dois grupos: os flavonóis e as antocianinas. Os flavonóis são um pouco mais oxidados do que as antocianinas, como mostrado na Figura 4, e conferem a coloração amarela às flores. Já as antocianinas são responsáveis pela coloração em tons de vermelho, laranja, rosa, azul e violeta (COUTO; RAMOS; CAVALHEIRO, 1998).

Figura 4 - Subclasses dos flavonoides: (A) Flavonóis e (B) Antocianinas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O caráter polar dessas substâncias promove sua solubilidade em meios polares. As estruturas apresentadas na Figura 4 são chamadas de estruturas

bases dos flavonóis e das antocianinas, respectivamente. O que difere um flavonol do outro e uma antocianina da outra são os grupos funcionais ligados a esses anéis.

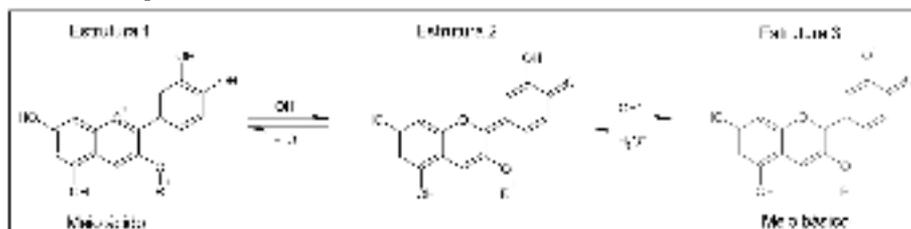
Os compostos pertencentes à classe das antocianinas apresentam uma grande variedade de grupos funcionais agregados ao núcleo base, os quais são capazes de alterar a cor exibida pelas moléculas. Nas moléculas que apresentam uma grande quantidade de grupos hidroxila ($-\text{OH}$) e grupos glicólicos, a cor azul é intensificada, enquanto que a presença de grupos metóxi ($-\text{OCH}_3$) promove a coloração avermelhada.

Alguns compostos são conhecidos por apresentarem uma grande variedade de cores, dependendo do pH do meio. O pH de uma solução é determinado pela concentração de íons hidrogênio (H^+) no meio, e é utilizado para medir o grau de acidez e/ou basicidade (alcalinidade) da solução. O pH pode ser representado por uma escala que vai de 0 a 14, sendo consideradas soluções ácidas aquelas que apresentam pH abaixo de 7, soluções básicas ou alcalinas aquelas com pH acima de 7 e soluções neutras as com pH igual a 7.

As antocianinas se enquadram nesses compostos, pois possuem uma característica muito peculiar: a alteração do pH do meio promove uma mudança na estrutura das moléculas, resultando em cores diferentes. Essa propriedade das antocianinas as torna um indicador ácido-base natural (DIAS; GUIMARÃES; MERÇON, 2003).

Um dos exemplos mais comuns da utilização das antocianinas como indicadores de pH é a utilização do extrato de repolho roxo. No repolho roxo está presente a cianidina, um pigmento pertencente à classe das antocianinas, e que pode assumir diferentes estruturas dependendo do meio, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Variação das estruturas da cianidina, pigmento presente no repolho roxo, mediante a variação do pH. Estrutura 1: meio ácido. Estrutura 2: meio neutro. Estrutura 3: meio básico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como as estruturas variam dependendo da acidez do meio, a deslocalização dos elétrons π também são distintas. Consequentemente, elas necessitam absorver quantidades diferentes de energia para promover a efetiva deslocalização dos elétrons.

A utilização do extrato do repolho roxo como um indicador de pH natural é fantástica, e pode ser feita tanto em casa, quanto nas escolas que não possuem laboratórios. Basta ferver algumas folhas do repolho roxo e acrescentar ao extrato obtido um pouco de soluções encontradas facilmente no dia-a-dia, tais como: suco de limão, vinagre e refrigerante, como exemplos de soluções ácidas; água, como exemplo de soluções neutras; e solução de açúcar, desinfetante, bicarbonato de sódio e água sanitária, como exemplos de soluções básicas.

A variação da coloração do extrato de repolho roxo de acordo com a mudança do pH da solução foi acompanhada, e o resultado é apresentado nas Figuras 6 e 7. Sendo este artigo publicado em preto e branco, as cores na Figura 6 são as seguintes: à esquerda, pH=1, o líquido é vermelho; deste até pH=7, ele vai gradativamente ficando roxo; daí até pH=10, vai ficando verde escuro; e deste até pH=14, o líquido vai adquirindo um tom amarelo. Na Figura 7, os copos estão dispostos em sequência no círculo, em sentido horário, sendo que o que está mais abaixo na imagem é o de pH=14, e à esquerda dele está o de pH=1.

Figura 6 - Efeito da variação do pH nas soluções de repolho roxo.

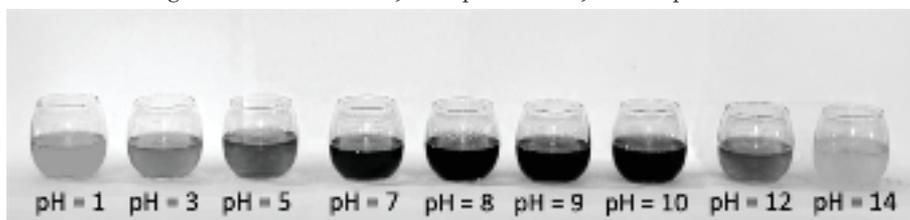


Foto: Bárbara Almeida - UFJF.

Figura 7 - Folhas de repolho roxo e o efeito da variação de pH nas soluções de repolho roxo.



Foto Bárbara Almeida - UFJF.

De forma resumida, pode-se dizer que o processo de tingimento consiste em uma modificação físico-química quando os corantes são adsorvidos e se difundem para o interior da fibra do substrato, de forma que a luz refletida provoque uma percepção da cor (SALEM, 2010). Praticado por povos distintos desde os tempos remotos até os dias de hoje, o tingimento se dá em dois processos: a tintura a frio (processos bioquímicos de fermentação) e a tintura

a quente (processos físico-químicos). Esta última, considerada um processo tradicional também utilizado nas indústrias, é feita por meio da imersão do substrato em um banho contendo o corante.

As tinturas a quente oferecem melhores resultados que as realizadas a frio. Uma impregnação melhor nas fibras têxteis pode ser alcançada quando os banhos são realizados em altas temperaturas e por longos intervalos de tempo.

A princípio, o processo de tingimento ocorre em três etapas:

- Passagem do corante do banho de tingimento para a superfície da fibra.
- Adsorção do corante através de regiões acessíveis da fibra.
- Difusão do corante na fibra.

A forma de fixação da molécula do corante às fibras de tecido pode envolver quatro tipos de interação (GUARATINI; ZANONI, 2000): (i) interações iônicas, em que um corante iônico é atraído por grupos amino e carboxilato presentes nas fibras – esse tipo de interação ocorre em tecidos como a seda e o poliéster; (ii) interações covalentes, em que acontece a formação de uma ligação covalente entre um grupo reativo da molécula de corante e centros nucleofílicos das fibras do tecido; (iii) ligações de hidrogênio, nas quais os átomos de hidrogênio covalentemente ligados ao corante aproximam-se de pares de elétrons livres de átomos presentes nas fibras; e (iv) interações de Van der Waals, por meio das quais o corante permanece na fibra por afinidade.

Além da necessidade de o corante interagir através de reações químicas com a fibra, é fundamental a inserção de substâncias que melhorem sua fixação. Tais substâncias também podem ser denominadas “mordentes” (PEZZOLO, *op. cit.*).

5 - Mordentes

Para que os corantes se fixem aos têxteis, é preciso que haja uma afinidade entre eles. E para aumentar essa afinidade, são usados produtos químicos chamados de mordentes, que auxiliam no transporte do corante para a fibra e em sua fixação.

A palavra “mordente” é usada para definir produtos químicos que geralmente têm um metal com no mínimo duas valências. Esse nome foi considerado apropriado, porque se acreditava que o óxido “mordia” o corante e o

prendia à fibra. Mordentes diferentes produzirão cores diferentes do mesmo corante (VANKAR, 2013).

Os mordentes podem ser obtidos a partir de plantas, como é o caso do tanino e da decoada, que é a mistura de água com cinzas; ou de origem mineral, como os sais metálicos alcalinos ou redutores, tais como o alumínio, o acetato de cobre, o dicromato de potássio, o sulfato ferroso, o sulfato de cobre, entre outros (PEZZOLO, *op. cit.*; VIEIRA, 2012).

Os taninos são encontrados em algumas cascas, madeiras, folhas, botões florais, sementes e raízes, geralmente são solúveis em água e possuem uma grande capacidade de oxidação. Destaca-se o extrato obtido da casca da acácia, o umbigo da bananeira, a casca da goiabeira e a casca da romã, que são ricos em tanino.

Entre os mordentes básicos comumente usados nos processos de tingimento, citamos o hidróxido de sódio (soda cáustica), que é um álcali forte muito utilizado na indústria têxtil, e o carbonato de sódio, que é um álcali mais fraco. O hidróxido de sódio é utilizado em processos em que é necessário alcançar pHs altos, acima de 11, como em processos de purga, pré-alveamento, aleijamento, mercerização etc. Enquanto o carbonato de sódio é utilizado em situações em que o pH necessário deve estar abaixo de 11, como na fixação dos tingimentos de algumas classes de corantes ou quando se deseja uma curva de variação de pH menos acentuada. Os dois produtos ainda podem ser utilizados combinados, quando a quantidade de carbonato de sódio necessária é muito grande ou para economia de tempo de processo nas etapas de dosagem. Outro álcali que pode ser utilizado para os processos citados acima é o hidróxido de potássio, contudo é menos utilizado, devido ao custo mais elevado. O hidrogenocarbonato de sódio (bicarbonato de sódio) também é empregado em alguns tingimentos, quando se deseja uma curva de subida de pH mais lenta. O bicarbonato de sódio desacelera a subida do pH, tornando essa fase mais gradativa e propiciando uma melhor homogeneização no tingimento de alguns corantes (PICCOLI, *op. cit.*, p. 164).

Os mordentes ácidos são usados para o processamento de fibras celulósicas, sendo os mais comuns o ácido fórmico, o ácido acético e o ácido cítrico. As principais funções dos ácidos são a neutralização e o acerto do pH nas diversas fases do processo.

O tingimento usando diferentes tipos de corantes também pode ser realizado na presença de eletrólitos. Os mais comuns são o cloreto de sódio (sal comum) e o sulfato de sódio (sal de Glauber). Esses eletrólitos têm a função de melhorar o transporte do corante presente no banho para a fibra. Já os sais de magnésio, alumínio, zinco, entre outros, apresentam, em solução, caráter ácido, sendo empregados como catalisadores na polimerização de resinas utilizadas no processo de acabamento (PICCOLI, *op. cit.*, p.165).

Também é possível usar oxidantes para obter o branqueamento das fibras. Para esse processo podem ser utilizados o hipoclorito de sódio, o clorito de sódio ou diversos peróxidos, sendo o mais comum o peróxido de hidrogênio (água oxigenada). Os processos de tingimento também podem ser feitos com a presença de redutores, sendo o ditionito de sódio, como hidrossulfito, o mais usado.

Existem três formas para aplicação dessa técnica (ARAÚJO; CASTRO, *op. cit.*):

1. Mordentagem prévia: quando se aplica na fibra primeiro o banho de mordentagem contendo o metal. A seguir remove-se a fibra do banho e, após esse processo prévio, inicia-se o tingimento com o corante. Este é um processo longo e pode ser aplicado mais de uma vez.
2. Mordentagem posterior: neste caso, primeiro realiza-se o tingimento e, logo após esse procedimento, aplica-se o mordente no mesmo banho. É um processo aconselhado para tonalidades escuras, pois é capaz de garantir uma boa solidez do corante.
3. Mordentagem simultânea: para corantes que formam com o metal um complexo solúvel, é possível aplicar simultaneamente o corante e o metal. Entretanto a solidez neste caso pode ser inferior às obtidas nos outros processos.

A Figura 8 mostra um tecido de algodão passando por um processo de mordentagem em alumínio:

Figura 8 - Substrato (tecido de algodão) imerso em uma solução contendo água e alúmen (mordentagem prévia).



Fonte: Acervo dos autores.

6 - Corantes naturais

Na prática artesanal, o corante natural é obtido inicialmente por meio da fervura das plantas na água. Grandes quantidades de produtos vegetais são necessárias para se produzir os corantes naturais, raramente úteis em uma escala comercial. No entanto, para uso caseiro ou por grupos pequenos, eles podem ser úteis.

Um corante natural é uma substância corada extraída apenas por processos físico-químicos (dissolução, precipitação, entre outros) ou bioquímicos (fermentação) de uma matéria-prima animal ou vegetal. Existe uma variedade muito grande de plantas que podem ser usadas para se produzir corantes vegetais. Partes diferentes das plantas são usadas para se preparar os corantes – por exemplo, as folhas, as cascas de frutas, as cascas de árvores, as raízes ou a madeira. A Figura 9 mostra corantes obtidos do repolho roxo durante a Oficina de Tingimento Natural, que aconteceu no Jardim Botânico da UFJF.

Figura 9 - Corantes obtidos durante a oficina realizada no Jardim Botânico da UFJF usando repolho roxo. As diferentes cores foram obtidas usando diferentes mordentes, capazes de alterar o pH da solução para valores próximos do ácido (vermelho, à direita) e do básico (azulado, à esquerda).



Fonte: Acervo dos autores.

6.1 - Urucum (*Bixa orellana*, L.)

O urucum era utilizado tradicionalmente pelos índios brasileiros e peruanos como matéria-prima para obtenção das tinturas vermelhas, usadas para os mais diversos fins, entre eles o de protetor da pele contra o Sol e contra as picadas de insetos. O urucum pode ser obtido da semente do urucuzeiro, planta originária das Américas Central e do Sul (FRANCIS, 1996).

No Brasil, a tintura de urucum em pó é conhecida como colorau, sendo usada na culinária para realçar a cor dos alimentos. Essa planta ainda é cultivada por suas belas flores e frutos atrativos. As sementes são facetadas, revestidas por uma polpa mole de coloração avermelhada, as quais se tornam secas, duras e de coloração escura com o amadurecimento, fornecendo o corante.

As sementes do urucum contêm em sua composição celulose (40 a 45%), açúcares (3,5% a 5,2%), óleo essencial (0,3% a 0,9%), óleo fixo (3%), pigmentos (4,5% a 5,5%), proteínas (13% a 16%), alfa e betacarotenos e outros constituintes.

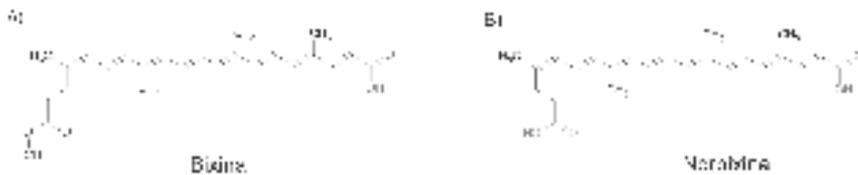
Os pigmentos presentes no urucum pertencem à classe dos carotenoides, sendo o pigmento predominante a bixina, correspondendo a 80% dos carotenoides encontrados. (GARCIA, 2012). A bixina tem a fórmula química

$C_{25}H_{30}O_4$ e massa molecular de 394,51g/mol, possui coloração vermelha e é um hidrocarboneto de cadeia longa, contendo um ácido carboxílico e um éster metílico em suas extremidades.

Outro pigmento que também ocorre naturalmente no urucum é a norbixina, de cor amarela. Ela é a derivada desmetilada da bixina, contendo um ácido carboxílico em cada extremidade. A fórmula química da norbixina é $C_{24}H_{28}O_4$ e sua massa molecular é de 380,48 g/mol (GHIRALDINI, 1996).

As estruturas da bixina e da norbixina são apresentadas na Figura 10.

Figura 10 - Estrutura molecular dos pigmentos carotenoides encontrados no urucum: (A) bixina e (B) norbixina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As diferenças estruturais dos compostos conferem à bixina características lipossolúveis, ou seja, é solúvel em óleos e gorduras, embora também seja solúvel em compostos que apresentem baixa polaridade. Já a norbixina é um composto hidrossolúvel, ou seja, é solúvel em água, devido à presença dos grupos carboxila, os quais agem como sítios de interação com as moléculas de água.

Os sistemas de ligações duplas e simples conjugadas conferem a cor dos carotenoides presentes no urucum. Entretanto também os tornam muito suscetíveis à isomerização e à oxidação de seus compostos.

A norbixina, apesar de ser encontrada naturalmente no urucum, é muito referenciada como produto da saponificação da bixina, uma vez que essa é a forma com que é obtida industrialmente (COSTA; CHAVES, 2005). Ela pode ser extraída por saponificação da polpa da semente em solução alcalina e posterior acidificação, para precipitação de um pó contendo norbixina em um teor de 30% a 40%.

6.2 - Cúrcuma (*Crocus Sativus L.*)

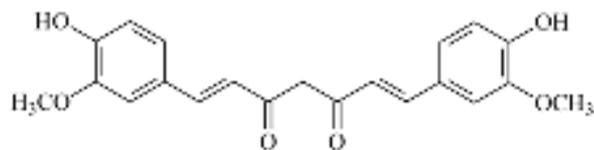
“Cúrcuma” é um nome derivado do árabe “*kourkoum*”, e ela é popularmente conhecida como açafrão. No Brasil, a espécie *Curcuma longa L.* é conhecida como açafrão-da-terra, açafrão-da-Índia, batatinha amarela, gengibre dourado e mangarataia (MAIA *et al.*, 1995; CECÍLIO FILHO *et al.*, 2000). O pó obtido após a secagem da raiz é utilizado como corante ou condimento, devido a sua cor amarela e brilhante.

A cúrcuma é uma planta herbácea perene originária da Índia, que foi introduzida no Brasil pelos colonizadores. É muito usada na culinária e na indústria farmacêutica. Em sua composição química tem-se curcuminoides (corantes), diferuil metano, curcuminas I e III e outras curcuminas. Possui óleos essenciais, sendo 60% deles de sesquislactonas (turmerona), zingibereno, bisabolano, cineol, linalol, eugenol, curcumenol, curcumernona, como os principais, além de polissacarídeos A, B e C, galactano, potássio, resina, glúcídios (mais amido) (PEIXOTO; TOLEDO; SOUSA, 2004).

O rizoma da cúrcuma apresenta pigmentos curcuminoides e óleos essenciais. Os três pigmentos curcuminoides encontrados na cúrcuma são análogos estruturalmente e pertencem à classe diferoluilmetano ($C_{21}H_{20}O_6$).

A curcumina (1,7-bis (4-hidroxi-3-metoxifenil) -1,6-heptadieno-3,5-diona), mostrada na Figura 11, é o principal pigmento presente nos rizomas do açafrão-da-terra, que possui dois grupos metoxila (OCH_3), apenas uma desmetoxicurcumina, e nenhuma bisdesmetoxicurcumina (ALMEIDA, 2006).

Figura 11 - Fórmula estrutural da curcumina.



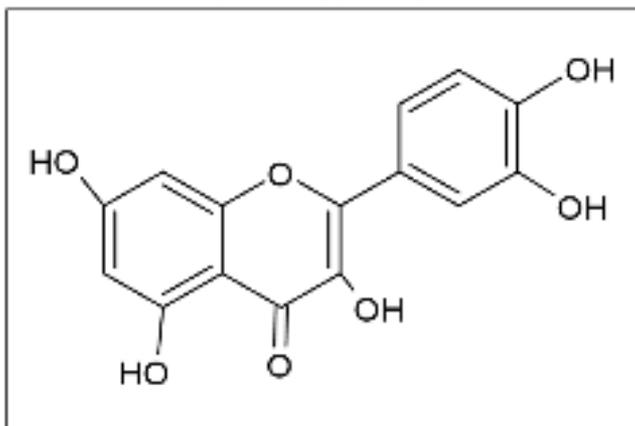
Fonte: Elaborado pelos autores.

6.3 - Cebola (*Allium Ceppa* L.)

A casca da cebola possui vários pigmentos flavonoides, pertencentes à subclasse dos flavonóis, descritos anteriormente. O pigmento da cebola é conhecido como quercetina, a qual pode ser encontrada na forma livre ou glicosada com diferentes açúcares.

A estrutura molecular da quercetina é apresentada na Figura 12.

Figura 12 - Estrutura da quercetina, pigmento presente na casca da cebola.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse pigmento é responsável pela cor amarela alaranjada obtida do chá de casca de cebola, que também está presente no repolho branco e na batata.

A Figura 13 mostra o pó produzido usando a casca de cebola, o corante que foi obtido através da extração do pó e um pedaço de tecido em algodão usado no tingimento durante a oficina.

Figura 13 - Corante extraído da casca de cebola e usado para tingir um tecido de algodão.



Fonte: Acervo dos autores. *Lettering* por: Isabella Ludwig.

7 - Substratos usados no tingimento natural

Para entender os mecanismos pelos quais um corante fixa-se às fibras, é preciso entender como as estruturas – tanto do corante, quanto da fibra que constitui o substrato – interagem durante o processo de tingimento. O que confere a cada fibra têxtil uma qualidade diferenciada e única é a sua composição química e a sua estrutura molecular.

Os substratos são constituídos por fibras que possuem características e propriedades diferentes, como: as dimensões de suas cadeias moleculares, a cristalinidade, a massa específica, o ponto de fusão ou de transição vítrea, a elasticidade, a hidrofiliidade, dentre outras.

Essas propriedades conferem uma gama variada de aplicações para os substratos. Contudo, conhecê-las torna mais fácil o seu uso para uma finalidade específica. Por isso, é muito importante conhecer também as fibras têxteis que compõem os diferentes substratos, com a finalidade de selecionar a fibra adequada e os processos corretos que permitem alcançar os objetivos desejados.

As fibras têxteis podem ser classificadas como sendo de origem natural, quando encontradas na natureza sob uma forma adequada ao processamento têxtil, ou química (ARAÚJO; CASTRO, *op. cit.*). Para o tingimento

natural, utilizam-se as fibras naturais. Por isso, neste texto vamos nos ater mais a descrição desse tipo de fibra.

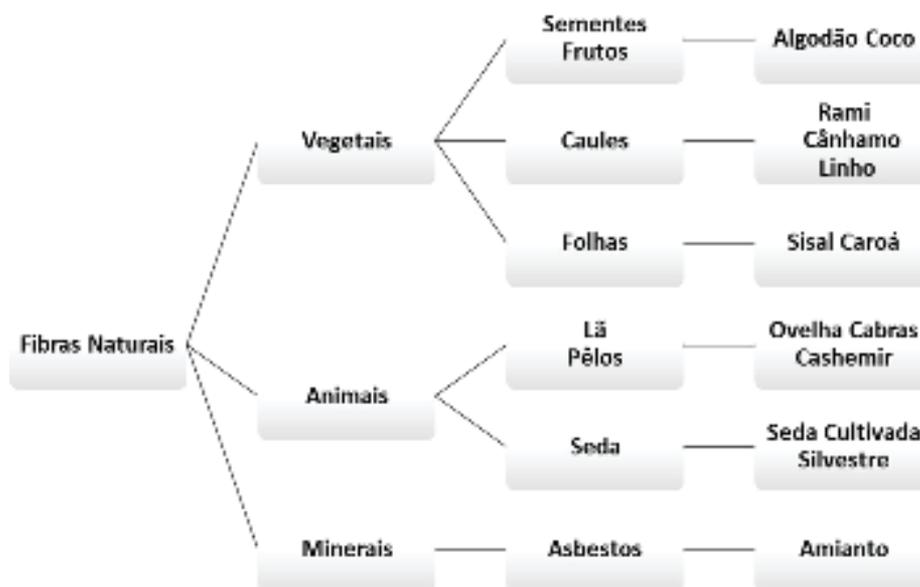
7.1 - Fibras naturais

Atualmente, as fibras naturais estão espalhadas por todos os setores industriais, sendo encontradas nos mais variados segmentos, como vestuário, casa, indústria automotiva, entre outros.

Quase sempre o elemento carbono está presente, ligado a outros elementos, como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e elementos alógenos, como flúor, cloro e iodo. A disposição na qual esses elementos se ligam, formando as cadeias de polímeros, afeta as características e as propriedades das fibras.

As fibras naturais se subdividem em 3 grupos, mostrados na Figura 14.

Figura 14 - Classificação das fibras naturais.



Fonte: Elaborado pelos autores segundo Salem (2000a) e Piccoli (*op. cit.*).

As fibras naturais de origem vegetal possuem em sua composição a celulose, que é um composto orgânico encontrado na natureza, sendo sintetizada sob a influência do calor e da luz solar, através da reação do dióxido de

carbono com a água das plantas (fotossíntese). Já as fibras naturais de origem animal são fibras proteicas, e os exemplos típicos são: a lã, a casimira, a seda e os pelos de animais, como o camelo. A fibra natural mineral mais utilizada é o asbesto, muito aplicado em produtos para combate ao incêndio (PICCOLI, *op. cit.*, p. 145).

Serão apresentados a seguir quatro tipos de fibras naturais mais utilizadas no tingimento natural: o algodão e o linho, de origem vegetal, e a lã natural e a seda, de origem animal.

O algodão é a fibra têxtil de origem vegetal mais conhecida e difundida em nossa sociedade, estando presente desde o começo da história do vestuário. A composição de sua fibra é constituída por cerca de 90% a 93% de celulose, sendo o restante constituído em maior parte por ceras, gorduras ou minerais.

No cotidiano, encontra-se a aplicação dessa fibra desde em artigos para o vestuário, para a casa até em tecidos mais pesados usados pela indústria (PICCOLI, *op. cit.*). A Figura 15 mostra diferentes peças de algodão tingidas com corantes naturais. Na atualidade, os maiores produtores de algodão são: os Estados Unidos, a Rússia, a China e a Índia (FABRICLINK, c1995-2020).

Figura 15 - Resultado do tingimento usando diferentes materiais e mordentes capazes de alterar o pH da solução.



Fonte: Acervo dos autores.

O linho é uma fibra bastante forte, originária do caule de uma planta (*Linum usitatissimum*) de crescimento anual, encontrada em territórios de clima temperado e subtropical. Acredita-se que essa fibra vegetal seja a mais antiga a ser usada pela humanidade, sendo seu uso datado em aproximadamente 5.000 a.C. e tendo evidências de seu uso nas mortalhas dos Faraós Egípcios (FABRIKLINK, *op. cit.*).

São tecidos duráveis e fáceis de serem submetidos a diferentes procedimentos, como a lavagem, tendo a vantagem de que suas fibras não se degeram facilmente.

Quando molhados, a resistência dos mesmos pode ser 20% superior ao mesmo tecido em estado normal. Contudo, devido ao alto grau de rigidez, possui péssima recuperação quando submetido a inúmeras dobras no mesmo ponto, podendo levar à ruptura.

A lã natural é o revestimento piloso natural de animais ovinos, conhecidos popularmente como carneiros, ovelhas, borregos ou cordeiros. Contudo, é comum empregar em conjunto com o nome de outro animal, em substituição da palavra “pelo”, como por exemplo, lã de alpaca, lã de camelo, lã de vicunha, lã de *mohair*, entre outras.

A seda é produzida por animais conhecidos como bichos-da-seda, e é considerada uma fibra natural de origem animal mais nobre que as anteriores, devido ao seu brilho, toque e reduzida tendência de amarrotar.

Acredita-se que tenha sido descoberta por uma princesa chinesa, tendo sua produção iniciada por volta de 1.725 a.C., patrocinada pela esposa de um imperador chinês. O cultivo e a fabricação da seda foram protegidos pelos chineses por mais de 3.000 anos (FABRIKLINK, *op. cit.*).

Sua estrutura é caracterizada por ser composta por um filamento contínuo de proteína, produzido pelas lagartas de certos tipos de mariposas. A fibra de seda natural é composta de duas partes – a fibroína e a sericina –, e ambas podem ser analisadas em separado. A fibroína representa de 75% a 90% da fibra, e a sericina, de 10% a 25%. Existem, ainda, pequenos vestígios de cera, gordura e sais. A fibroína e a sericina são compostos similares e classificados como proteínas.

Para a obtenção desses fios, têm-se dois tipos principais de bicho-da-seda: os selvagens e os cultivados. Os selvagens usualmente produzem uma

seda mais forte, mais resistente aos álcalis, mas tendo a desvantagem de ser de caráter desuniforme. Os bichos-da-seda cultivados, em geral, se alimentam de folhas de amoreira e apresentam maior uniformidade de filamento.

Em comparação às fibras mencionadas anteriormente, destaca-se uma singularidade. Em estado úmido, a resistência se situa entre os 80% e 85% da resistência quando estão secos. Logo, os artigos de seda, quando molhados, tendem a ser mais frágeis.

7.2 - Fibras químicas

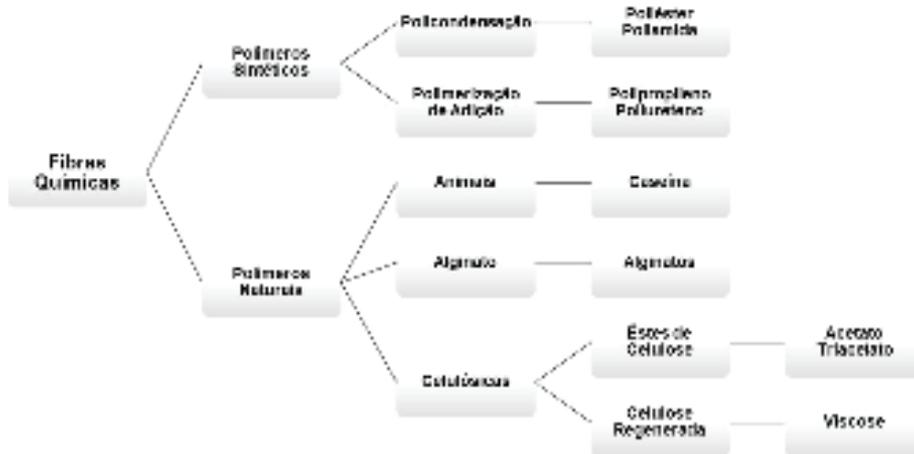
Entende-se como fibras químicas, ou de origem não natural, as que são produzidas por processos industriais, quer seja a partir de polímeros naturais transformados por ação de reagentes químicos, quer seja por polímeros obtidos por síntese química (ARAÚJO; CASTRO, *op. cit.*).

Apesar de as fibras artificiais serem fibras modificadas em processos industriais, utiliza-se como matéria-prima para a sua produção os polímeros naturais de origem celulósica. Nesse processo, geralmente os polímeros são regenerados e dão origem a novas fibras. As mais usadas são a viscose, o acetato, o *Lyocel* ou *Tencel* e o *Modal*.

Já as fibras sintéticas também são fibras obtidas por processos industriais, contudo, a matéria-prima usada para produzi-las são os produtos químicos, oriundos da indústria petroquímica. As mais conhecidas são o poliéster, a poliamida, o acrílico, o polipropileno e o poliuretano elastomérico, também conhecido como elastano, além das aramidas.

Na Figura 16 é mostrada a classificação dessas fibras químicas.

Figura 16 - Classificação das fibras químicas.



Fonte: Elaborado pelos autores segundo Salem (2000a) e Piccoli (*op. cit.*).

Aqui não serão detalhadas essas fibras, pois as mesmas não são adequadas para o tingimento natural, que é o objeto deste capítulo.

8 - Técnicas milenares de tingimento

8.1 - *Shibori*

Várias formas e técnicas de tingimento têm sido usadas em todo o mundo há séculos, e uma em particular foi aperfeiçoada pelos japoneses, a técnica conhecida como *shibori*. No Japão, o primeiro exemplo do uso da técnica *shibori* data do século VIII, quando um corante extraído do índigo natural foi usado em tecidos de algodão e cânhamo (STERIM, 2019).

O *shibori* é uma combinação de diferentes técnicas de tingimento, que foram desenvolvidas e transmitidas de geração em geração. Diversos materiais podem ser usados para realizar a amarração e a costura do material têxtil usado nesse processo, inclusive bastões e peças de madeira com diferentes formas e tamanhos, que permitem comprimir o tecido, dependendo do padrão que se quer obter.

Entre as diversas técnicas, apresentaremos algumas mais conhecidas e usadas por outros povos:

O *kumo shibori*, ou técnica de amarrar, é um dos métodos mais simples e antigos usados para decorar tecidos. É uma técnica simples e rápida, em que o material é dobrado duas ou mais vezes e em seguida é amarrado (WADA, 1994). O formato do padrão depende da forma da dobra feita no tecido e da tensão do fio, enquanto a configuração depende da distância. A quantidade de dobras, a maneira como o fio ou o elástico são usados na peça e a tensão no fio influenciam na penetração do corante. O princípio de amarrar limita as formas do padrão obtido em círculos ou em quadrados com cantos arredondados (SOUTHAN, 2008).

Nas Figuras 17 e 18, é ilustrado o uso do *shibori* durante a oficina realizada no Jardim Botânico da UFJF.

Figura 17 - Preparo do tecido para o tingimento natural usando o método de “amarrar” (*kumo shibori*).



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 18 - Durante a oficina, os estudantes se preparam para mergulhar o tecido com as amarras no corante feito a partir do açafraão.



Fonte: Acervo dos autores.

Os coquinhos coletados previamente durante o passeio exploratório pelas dependências do Jardim Botânico da UFJF foram colocados no tecido e amarrados com um fio de algodão. Posteriormente, o tecido foi mergulhado na solução para ser tingido. Após a secagem do tecido, os fios e as sementes foram retirados. Os locais no tecido onde os fios do cordão foram fixados permanecem sem tingimento.

O resultado desse processo é mostrado na Figura 19. Os estudantes e a professora que os acompanhava ficaram encantados com os resultados e as inúmeras possibilidades que a oficina pode trazer para o ensino de diferentes conteúdos. Certamente ela repetirá essa oficina com o restante dos alunos que não puderam participar da visita.

Figura 19 - Resultado do procedimento de *kumo shibori* usado no tingimento de um pedaço de tecido de algodão.



Fonte: Acervo dos autores.

Outro método muito usado no *shibori* é a costura, em que o tecido a ser tingido deve ser previamente costurado e depois submetido ao tingimento. Esse tipo de *shibori* era usado principalmente no Japão, no entanto se tornou popular em outros lugares (SOUTHAN, *op. cit.*). O ponto principal usado no *shibori* é o ponto simples, como o usado para alinhar um tecido. Depois que a costura é concluída, o pano é puxado para uma costura justa ao longo da(s) linha(s) costurada(s) e preso por um nó, e então é tingido.

Depois que se obteve a forma desejada, a mesma é pressionada, dobrada e envolvida com um saco plástico que não permita que o corante penetre no tecido. A sacola plástica deve então ser amarrada com uma linha. Dessa maneira, parte do tecido não será tingido.

Os motivos são criados primeiramente desenhando-os no tecido nos locais escolhidos. Os melhores motivos são aqueles que têm formas simples. Depois disso, a costura é realizada ao longo das linhas.

Para criar motivos maiores, podem ser usadas rolhas que são fixadas no tecido e a linha é esticada ao redor delas. Quando a costura termina, o saco plástico é enrolado na cortiça escondida pelo tecido. O plástico é então fixado com fio. Após o tingimento, as partes do material cobertas com o plástico não são tingidas ou são tingidas fracamente. Por ser uma técnica mais trabalhosa, ela não foi realizada durante a oficina.

Outra técnica muito usada, em que o resultado final é muito bonito, é o *karamatsu*, que permite que círculos e linhas radiais sejam criados no tecido. O padrão pode ser criado a partir de meios círculos, dois círculos ou mais, dependendo do padrão que se quer obter. O número de círculos internos e a distância entre eles também dependem do padrão que se pretende formar.

Enrolar o tecido ao redor de um bastão ou em qualquer outro tipo de tubo (*pole wrapping*) é um método simples, e os melhores resultados são obtidos com tecidos de seda (WADA, 1994). Para obter uma estrutura vincada especial, o material deve ser mantido preso ao tubo enquanto seca.

Arashi shibori (*arashi* significa tempestade) é o nome dado pelos japoneses para descrever os padrões de tingimento criados usando um engenhoso processo de enrolar um pano em torno de um bastão, comprimindo-o em dobras e tingindo-o. Muitos dos padrões diagonais resultantes sugerem chuva impulsionada por um vento forte, que lembra uma tempestade.

Nesse tipo de tingimento, o tecido é enrolado em um tubo na diagonal. Uma vez embrulhado, o tecido é amarrado com barbante na base do bastão. Depois que o fio é enrolado várias vezes no tecido, ele é amassado e finalmente é realizado o processo de tingimento e secagem.

O *arashi shibori* é um dos muitos processos em *shibori* japonês, técnica de resistência ao tingimento em forma, que é explorada nos EUA desde 1975. Agora ele se tornou um gênero inovador nos EUA, por causa de artistas como Ana Lisa Hedstrom, D'Arcie Beytebiere, Chad Alice Hagan, Joan Morris, Terri Fletcher, Gundersen-Davis e Mira Alden (WADA; RICE; BARTON, 1999).

8.2 - Batik

O *batik* varia quanto à região e ao período em que foi realizado, mas o princípio consiste em proteger do tingimento partes do tecido, através da aplicação de materiais vedantes, por amarrações ou através de carimbos.

Nesse processo, partes do tecido são isoladas, utilizando cera fundida e cola de arroz ou de mandioca aplicada com talos, penas ou carimbos feitos com madeira, bloqueando, assim, a passagem do pigmento e deixando o restante do tecido para ser pigmentado com a tinta (CADORE, 2015).

Quando realizado com o uso da cera, desenha-se com a mesma sobre o tecido branco ou cru e, em seguida, tingem-se o mesmo com uma cor determinada. As linhas e ranhuras coloridas que vão surgindo no desenho são chamadas de craquelê, por ter um efeito quebradiço que realça o trabalho, conferindo uma característica peculiar dessa técnica. Antigamente, no *batik* primitivo, para cada cor aplicada, o tecido era encerado, tingido e vaporizado, para remover a cera oriunda de cada aplicação de cor.

Atualmente esse processo está bastante simplificado. Além de novas técnicas, existem numerosos tipos de corantes, anilinas e tintas próprias para tecidos. A inserção dessas novas técnicas possibilitou que em um único processo seja possível obter todas as cores desejadas. Esse é o chamado “falso *batik*”.

Embora a seda também possa ser usada, o melhor tecido para aplicar a técnica do *batik* é o algodão liso e de cor clara. Não é aconselhável, para essa técnica, o uso das fibras sintéticas e das sedas finas, pois não são capazes de aderir bem o pigmento. Tecidos espessos também não são recomendados, pois dificultam a penetração da tinta no tecido.

A técnica do *batik* foi popularizada e difundida no continente africano, mas originou-se na Índia e se espalhou para a Indonésia, Tailândia, Sri Lanka e, posteriormente, foi levada para a África pelos holandeses (PEZZOLO, *op. cit.*).

Essa era uma técnica considerada nobre, pois somente as princesas e suas damas podiam praticar, por serem as únicas que dispunham de tempo para se dedicar aos detalhes elaborados que a técnica requer. As tintas por elas utilizadas eram extraídas de plantas nativas e preparadas nas habitações, em processos cercados de muito sigilo.

O *batik* africano usa amarrações, nós e linhas para cobrir partes do tecido e, assim, gerenciar o tingimento. Os africanos do Antigo Egito e da

Mesopotâmia descobriram como extrair corantes naturais de uma série de plantas, permitindo o tingimento de tecidos. Os primeiros artigos eram muito simples, com formas um tanto quanto confusas e um conjunto de cores limitado.

Diferentemente da técnica criada na Índia, o *batik* africano recorre ao uso de amarrações do tecido utilizando diversos objetos como: pedras, grãos e sementes para deixar marcas com diferentes formatos após o tingimento em grandes caldeirões.

Com o passar do tempo, o *batik* tornou-se um verdadeiro instrumento cultural, que servia para refletir a cultura exuberante da África, com suas estampas grandes, cores fortes e contrastantes, que lembram terra, florestas, rituais e símbolos tribais.

Ao longo dos anos, a arte africana, que carrega muitos valores e liberdade de expressão, tornou-se um grande instrumento de manifestação artística, capaz de influenciar diversas culturas e modificar a arte até então produzida no mundo (VIEIRA, *op. cit.*).

No mundo da moda, os tecidos com padrões africanos e geométricos são conhecidos pelo termo “estamparia étnica”. Segundo Udale (2009, p. 98), étnicos são “desenhos com estilo estrangeiro ou exótico, normalmente considerado africano ou indiano”; e geométricos são “desenhos angulares, em geral abstratos ou não representacionais”.

Na África, o *batik*, tecidos estampados, e as serigrafias são resultados de pesquisas associadas a mitos e lendas, símbolos do folclore nativo. A estamparia exuberante é reflexo da imaginação do negro africano, que contribuiu muito para a formação do inconsciente coletivo brasileiro. Os símbolos e motivos foram incorporados ao cotidiano. A arte negra não é apenas uma representação estética, é também uma atividade criadora (VIEIRA, *op. cit.*).

As grandes expansões territoriais e os intensos intercâmbios culturais permitiram que outros países conhecessem essas técnicas de tingimento e, com isso, puderam desenvolver suas próprias metodologias adaptadas aos padrões culturais e artísticos dos diferentes povos. O *tie-dye* é fruto dessas interações entre os diferentes movimentos e técnicas de tingimento que existem ao redor do planeta.

9 - A oficina

Com o intuito de oferecer uma alternativa na missão de uma formação crítica e contextualizada ao cotidiano, foi desenvolvida, junto aos alunos de uma escola estadual situada na cidade de Coronel Pacheco, a Oficina Tingimento Natural: Cores da Natureza, no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Essa oficina aconteceu em um ambiente diferenciado da rotina escolar, que permitiu um contato com a natureza através das atividades desenvolvidas. Uma das salas, que é totalmente aberta para a natureza, foi preparada para produzir um ambiente agradável, descontraído e convidativo à participação do aluno, diferente de uma sala de aula tradicional. Essa sala é apresentada na Figura 20.

Figura 20 - Sala preparada para acolher os alunos durante a atividade prática.



Fonte: Acervo dos autores.

9.1 - Metodologia da oficina

9.1.1 - Materiais

Para a realização dessa oficina, **é necessário reunir o conjunto de materiais listado a seguir:**

- Para o tingimento natural, você vai precisar coletar flores, cascas, sementes, frutas, raízes e folhas, que podem ser colhidas da natureza.
- Recipiente para a cocção dos materiais e extração dos corantes.
- Placa aquecedora para fervura dos materiais.
- Equipamento medidor de pH ou fita universal medidora de pH.
- Termômetro para medir a temperatura da água.
- Água (que pode ser recolhida da chuva).
- Balança (para medir a massa do material).
- Tecidos e fibras naturais (lã, algodão, linho e seda).
- Pinça de madeira para remover o tecido.
- Mordentes e fixadores ou modificadores de cor (pedra hume, bicarbonato de sódio, limão, vinagre, sulfato de ferro, sulfato de cobre, sal de cozinha).

9.1.2 - Metodologia

Durante as atividades, os alunos receberam o procedimento da oficina em forma de infográficos.

9.1.2.1 - Coleta das plantas

Recolha apenas uma parte de cada planta de um mesmo local para evitar que ela se acabe, para que outros animais e pessoas também possam colhê-las e para que elas possam se multiplicar. Materiais caídos pelo chão também podem ser recolhidos para esse propósito. Para conservar a natureza, o interessante seria fazer uma hortinha com plantas que podem ser usadas no tingimento.

Quando colher plantas para a preparação de corantes, colha apenas algumas sementes para plantar, para que mais plantas cresçam. Se você cortar a casca, nunca corte muito de uma vez ou a árvore poderá morrer.

O procedimento de coleta do material é o processo mais divertido e que mais envolve os estudantes. Nesse procedimento podemos usar: cascas, folhas e flores.

No decorrer da prática, os estudantes puderam experimentar uma vivência ao ar livre para coletar os materiais que seriam usados durante a oficina. Os materiais reunidos pelos alunos e pelos autores são mostrados nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Alunos coletando sementes para as atividades.



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 22 - Exemplos de plantas coletadas para serem usadas no tingimento natural.



Fonte: Acervo dos autores.

9.1.2.2 - Preparo do tecido (substrato) e pré-mordência

- Em um recipiente (usado apenas para esta finalidade), aqueça a água em uma quantidade suficiente para cobrir o tecido e coloque 1 colher de sopa de bicarbonato de sódio (10 g) para cada 100 g de tecido seco. Coloque a fibra por 30 minutos em fogo baixo. Deixe esfriar na panela e depois lave em água corrente.
- Esse procedimento prepara o tecido para que a tinta não saia após as lavagens.
- Coloque água no recipiente e deixe aquecer. Acrescente 10 g de alúmen de potássio (mais conhecido como pedra hume) para cada 100 g de tecido. Deixe por 40-60 minutos em fogo baixo e espere esfriar dentro da panela.

9.1.2.3 - Escolha e preparo do corante

A Tabela 3 mostra alguns materiais que podem ser usados no tingimento natural:

Tabela 3 - Lista de materiais que podem ser usados no procedimento de tingimento natural.

Material	Parte usada	Cores e tons
Cebola	Casca	Alaranjado
Erva-mate	Folha	Verde musgo e cinza
Jatobá	Casca (faixa na vertical)	Marrom alaranjado
Urucum	Sementes	Avermelhado
Macela	Flor	Amarelo
Açafrão	Raiz	Amarelo
Abacate	Caroço	Rosado
Angico	Casca (faixa na vertical)	Rosado
Beterraba	Raiz	Rosa
Repolho roxo	Folhas	Roxo
Hibisco	Flor	Roxo ou rosado

A quantidade de material usada em cada procedimento pode variar, e você pode criar sua própria receita dependendo do tom que quer obter.

Deixe o material que você escolheu (casca, semente, folha...) de molho por uma noite. No dia seguinte, cozinhe em fogo baixo por 2 horas para extrair o corante. A proporção sugerida nessa oficina foi de 100 g de material tintório para cada 100 g de tecido seco. Feito isso, coe a tinta em uma peneira ou em um tecido bem fino, para que não fique nenhum resíduo que possa manchar o tecido.

Mergulhe seu tecido no banho de tingimento pronto e deixe por 1 hora em fogo baixo (70° C) (Figura 23). Mexa de vez em quando. Acrescente sal e deixe esfriar durante 12 horas. Lave em água corrente e seque à sombra (Figura 24). A Figura 25 mostra um dos resultados dos tecidos tingidos durante a oficina.

Figura 23 - Diferentes tecidos imersos em diferentes tintas. O primeiro foi obtido a partir da flor do hibisco, e o segundo, da casca da cebola.



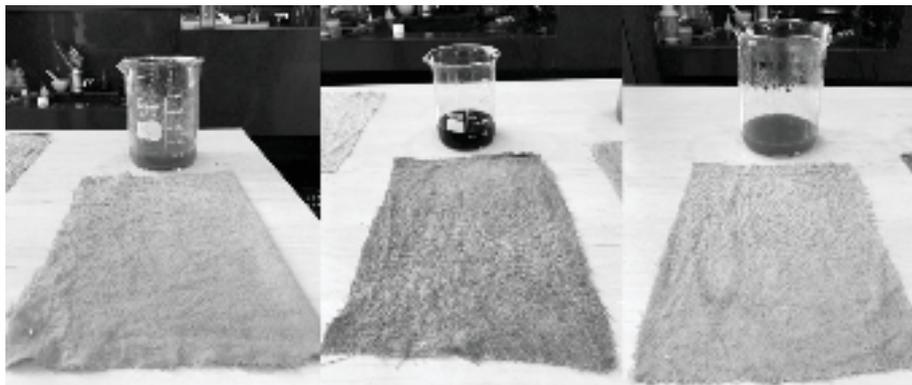
Fonte: Acervo dos autores.

Figura 24 - Tecido de algodão tingido pelos estudantes usando o corante obtido das flores de hibisco.



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 25 - Tecidos tingidos durante a oficina de tingimento natural. O tecido da esquerda ficou com uma cor amarela bem forte; o do meio ficou roxo; e o da direita com um leve tom de marrom.



Fonte: Acervo dos autores.

9.1.3 - Sugestão de atividades que podem ser desenvolvidas nessa oficina

9.1.3.1 - Atividades para serem realizadas durante a oficina

(a) Verifique o efeito do mordente na cor e no pH da solução obtida usando o repolho roxo:

Mordente	Efeito	
	Cor	pH
Alúmen (pedra hume)		
Sulfato de cobre		
Sulfato de ferro		
Bicarbonato		
Vinagre		

(b) Verifique o efeito dos mordentes na solução produzida a partir da casca da cebola (use a roxa e a comum):

Mordente	Efeito	
	Cor	pH
Alúmen (pedra hume)		
Sulfato de cobre		
Sulfato de ferro		
Bicarbonato		
Vinagre		

(c) Faça uma exposição ou um varal com os trabalhos dos estudantes. Use muita criatividade nesse momento. Os resultados dos trabalhos dos estudantes são mostrados na Figura 26.

Figura 26 - Exposição com os trabalhos feitos pelos estudantes.



Fonte: Acervo dos autores.

9.1.3.2 - Questões qualitativas a serem aplicadas após a oficina

1. Fale da importância da preservação e da economia de água no processo de tingimento:
2. Você conhece moda sustentável? () Sim () Não
3. Você usaria algum produto sustentável? () Sim () Não
4. Em sua opinião, a forma de ensino aplicada através de uma oficina foi:
() Excelente () Boa () Satisfatória () Insatisfatória

5. A prática aplicada condiz com sua realidade cotidiana?
() Sim () Não () Um pouco (às vezes)
6. A prática aplicada ilustra a parte teórica envolvida?
() Sim () Não () Um pouco (às vezes)
7. Em relação à aprendizagem do conteúdo abordado, como contribuiu para você?
() Aprendi um pouco mais () Não interferiu () Interferiu um pouco
8. Você consegue relacionar o que aprendeu com a prática aplicada com o que você vive em seu cotidiano?
() Sim () Não () Um pouco (às vezes)
9. Avalie a parceria aula prática - aula teórica, no caso desta oficina:
() Excelente () Boa () Satisfatória () Insatisfatória
10. Você acha importante que a escola ofereça projetos de ensino para os alunos? Por quê?
11. Que outros conteúdos você gostaria que fossem trabalhados na forma de projetos como este?
12. Qual momento da oficina chamou mais sua atenção?
13. Em qual momento da oficina você conseguiu aprender melhor?

Agradecimentos

Os autores agradecem ao prof. Eloi Teixeira César, diretor do Centro de Ciências da UFJF, e toda sua equipe, pela oportunidade de realização deste trabalho; ao pessoal do Jardim Botânico; à professora Bárbara Almeida do Departamento de Química da UFJF, pelas fotos que mostram a alteração do

repolho roxo com a variação do pH; à Isabella Regina Ludwig, por identificar e escrever os rótulos do material usado nas oficinas; ao doutorando Tiago de Sousa Pacheco, pelas cascas de árvores coletadas; e ao CNPq, pelo financiamento deste projeto.

Referências bibliográficas

AIKENHEAD, G. S. High-school graduates' beliefs about science-technology-society. III. Characteristics and limitations of scientific knowledge. **Science Education**, Hoboken, Estados Unidos, v. 71, n. 4, p. 459-487, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.3730710402>.

ALMEIDA, V. C. **Desenvolvimento de métodos analíticos para determinação e extração de corantes têxteis em efluentes industriais**. 2006. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de Engenharia Têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986-1987. 2 v.

ARAÚJO, M. E. M. **Corantes naturais para têxteis** - da Antiguidade aos tempos modernos. Texto de apoio ao Curso de Mestrado em Química Aplicada ao Património Cultural. Lisboa: Departamento de Química e Bioquímica, 2005. 30 p.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>. Acesso em: 27 jul. 2020.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: história, geografia**. Brasília, DF: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Fundamental, 1997. 166 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12640>. Acesso em: 27 jul. 2020.

CAAMAÑO ROS, A. La educación CTS: una necesidad en el diseño del nuevo currículo de ciencias. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**, Barcelona, n. 3, p. 4-6, 1995.

CADORE, R. C. **Ndebele**, tribo africana como referencial para estamparia têxtil na decoração. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Design de Superfície) – Centro de Artes e Letras, Universidade Federal de Santa Maria, Santa

Maria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/14931>. Acesso em: 27 jul. 2020.

CECÍLIO FILHO, A. B. *et al.* **Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 171- 177, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782000000100028>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782000000100028&lng=pt. Acesso em: 27 jul. 2020.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: Questões e Desafios para a Educação.** 5. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

CHRISPINO, A. **Introdução aos Enfoques CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade - na Educação e no Ensino.** 1. ed. Madri: Organização de Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2017. (Documentos de Trabalho de IBERCENCIA, n. 4). Disponível em: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Introducao-aos-Enfoques-CTS-Ciencia-Tecnologia-e-Sociedade-na-educacao-e-no>. Acesso em: 27 jul. 2020.

COSTA, C. L. S.; CHAVES, M. H. Extração de Pigmentos das Sementes de *Bixa orellana* L.: uma Alternativa para Disciplinas Experimentais de Química Orgânica. **Química Nova, São Paulo**, v. 28, n. 1, p.149-152, 2005. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3156. Acesso em: 27 jul. 2020.

COUTO, A. B.; RAMOS, L. A.; CAVALHEIRO, E. T. G. Aplicação de Pigmentos de Flores no Ensino de Química. **Química Nova, São Paulo**, v. 21, n. 2, p. 221-227, 1998. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2639. Acesso em: 27 jul. 2020.

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes Naturais: Extração e Emprego como Indicadores de pH. **Química Nova na Escola**, v. 17, p. 27-31, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=33>. Acesso em: 27 jul. 2020.

FABRICLINK. **FabricLink**, c1995-2020. Textile Resource for Fabrics, Apparel, Home Furnishings and Fabric Care. Disponível em: <http://www.fabriclink.com>. Acesso em: 27 jul. 2020.

FERREIRA, E. L. **Corantes Naturais da Flora Brasileira - Guia Prático de Tingimento com Plantas.** 1. ed. Curitiba: Optagraf, 1998.

FRANCIS, F. J. Less common natural colorants. *In*: HENDRY, G. A. F. (ed.); HOUGHTON, J. D. (ed.). **Natural Food Colorants.** 2nd ed. Nova York: Springer, 1996. p. 310-341.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. 11. ed. São Paulo: Paz & Terra, 1980.

GARCIA, C. E. R. *et al.* Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1510-1517, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000800029>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000800029&lng=pt. Acesso em: 27 jul. 2020.

GHIRALDINI, E. Corantes naturais mais comumente usados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v. 2, n. 1, 1996.

GIULIANO, G.; ROSATI, C.; BRAMLEY, P. M. To dye or not to dye: biochemistry of annatto unveiled. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v. 21, n. 12, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2003.10.001>.

GOMES, J. I. N. R. **Química da cor e dos corantes**. Material do Curso de Química da Qualidade-Ramo Materiais Têxteis. Braga: [s. n.], 2000.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1434. Acesso em: 27 jul. 2020.

HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. **Química Inorgânica: Volume 2**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

LEÃO, M. M. D. *et al.* **Controle ambiental na indústria têxtil**: acabamento de malhas. 1. ed. Belo Horizonte: Segrac, 2002. (Projeto Minas Ambiente).

MAIA, N. B. *et al.* Influência de tipos de rizomas de multiplicação no crescimento de curcuma. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 1, p. 33-37, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051995000100004>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051995000100004&lng=pt. Acesso em: 27 jul. 2020.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: Propriedades, Aplicações e Mercado. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 9, n. 2, p. 672-688, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170040>. Disponível em: http://rvq.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=760. Acesso em: 27 jul. 2020.

PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F. F.; SOUSA, J. S. I (coord.). **Enciclopédia Agrícola Brasileira**. São Paulo: Edusp, 2004. 6 v.

PEZZOLO, D. B. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. 1. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

PICCOLI, H. H. **Determinação do Comportamento Tintorial de Corantes Naturais em Substrato de Algodão**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92146>. Acesso em: 27 jul. 2020.

ROSSI, T. Corantes Naturais: Fonte, Aplicações e Potenciais para uso da Madeira. In: **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, 15 jul. 2008. Antes disponível em: <http://www.ipef.br/tecprodutos/corantes.asp>.

RUBBA, P. A.; WIESENMYER, R. L. Goals and Competencies for Precollege STS Education: Recommendations Based upon Recent Literature in Environmental Education. **Journal of Environmental Education**, Londres, v. 19, n. 4, p. 38-44, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1080/00958964.1988.9942772>.

SALEM, V. **Curso de Tingimento Têxtil - Módulo 1**. Colombo, PR: Golden Química, 2000a.

_____. **Curso de Tingimento Têxtil - Módulo 2**. Colombo, PR: Golden Química, 2000b.

_____. **Tingimento Têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

SALEM, V.; MARCHI, A.; MENEZES, F. G. **Apostila Chão de Fábrica**. 3. Ed. Colombo, PR: Golden Química, 2003.

SCHIOZER, A. L.; BARATA, L. E. S. Estabilidade de Corantes e Pigmentos de Origem Vegetal. **Revista Fitos**, Jacarepaguá, v. 3, n. 2, p. 6-24, 2007. Disponível em: <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/71>. Acesso em: 27 jul. 2020.

SOUTHAN, M. **Shibori Designs & Techniques**. 1st ed. Royal Tunbridge Wells, Inglaterra: Search Press, 2008.

STERIM, M. **Shibori - Estamparia Japonesa**. Material do curso Shibori estamparia japonesa. [S. l.]: Savoá, 2019. Disponível em: <https://www.savoa.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Apostila-Shibori-estamparia-japonesa.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

TINGIMENTO natural ganha espaço no mercado de moda. **Revista Catarina**, Palhoça, SC, 14 mar. 2018. Disponível em: <http://www.revistacatarina.com.br/tingimento-natural-ganha-espaco-no-mercado-de-moda>. Acesso em: 27 jul. 2020.

TONIOLLO, M; ZANCAN, N. P.; WÜST, C. Indústria Têxtil: Sustentabilidade, impactos e minimização. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2015. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/congresso6.htm>. Acesso em: 27 jul. 2020.

UDALE, J. **Tecidos e Moda**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. (Fundamentos de Design de Moda, v. 2).

VANKAR, P. S. **Mordanting the textiles for natural dyeing**. Material do curso Natural Dyes. Chennai, Índia: National Programme on Technology Enhanced Learning, 2013. Disponível em: <https://nptel.ac.in/courses/116/104/116104046>. Acesso em: 10 de março de 2020.

VIEIRA, G. S. Tecido Africano: símbolo, cores e um pouco de história. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2012, Rio de Janeiro. **Anais dos Workshops [...]**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2012.%25p>. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/1927>. Acesso em: 27 jul. 2020.

WADA, Y. I. New Twist on Shibori: How an Old Tradition Survives in the New World When Japanese Wooden Poles are Replaced by American PVC Pipes. *In*: TEXTILE SOCIETY OF AMERICA SYMPOSIUM, 4., 1994, Los Angeles. **Proceedings [...]**. Los Angeles: Textile Society of America, 1994. p. 265-270. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/tsaconf/1051>. Acesso em: 27 jul. 2020.

WADA, Y. I.; RICE, M. K.; BARTON, J. **Shibori: The Inventive Art of Japanese Shaped Resist Dyeing**. Tóquio/Nova York: Kodansha International, 1999.

Arduino não é só para meninos: o mundo precisa da robótica e a robótica precisa das meninas

*Mariana Guedes Mattos
Rodrigo Alves Dias
Lucas Martins de Abreu
Zélia Maria da Costa Ludwig
Valdemir Ludwig
Marco Antônio Escher*

Resumo

Este capítulo descreve a experiência de uma oficina sobre robótica no Centro de Ciências da UFJF na 8ª Jornada de Divulgação Científica, durante a 16ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, para alunos de ensino médio de escolas na região da Zona da Mata - MG. Este é o segundo ano em que essa oficina vem sendo realizada, sempre com grande procura por parte das estudantes. Procuramos priorizar as alunas no acesso à atividade, como forma de incentivar a presença feminina nas áreas de tecnologia e ciências exatas. A dinâmica da oficina foi concentrada na parte prática, em que os participantes puderam montar os circuitos, verificar o funcionamento do Arduino e interagir com os protótipos montados. A avaliação dos alunos que participaram da oficina foi muito positiva, despertando o interesse das jovens para as áreas de tecnologias e ciências exatas.

1 - Introdução

Com a evolução mundial crescente nas áreas de tecnologia, o “ensinar” não pode continuar preso no tempo nem em conceitos meramente teóricos. Existe uma necessidade cada vez maior de uma reestruturação nas diretrizes de educação do país e do mundo, fazendo com que o ensino com ferramentas inovadoras seja necessário. O sistema de ensino convencional, pautado apenas em cursos teóricos, não é mais tão eficaz nos dias de hoje, em que o fluxo de informações e inovações tecnológicas é crescente. A busca por ferramentas de ensino que despertem o interesse nos estudantes é cada vez maior.

Vamos começar falando de uma ferramenta criada nesta década e que foi capaz de revolucionar o mundo da robótica e da eletrônica: o Arduino. Desenvolvido em 2005 por um grupo de cinco pesquisadores, ele transformou a programação e a prototipação em um assunto muito mais acessível e divertido. O Arduino nada mais é do que uma placa eletrônica composta por um microcontrolador de chip único, com uma arquitetura *Harvard* modificada de 8-bit Atmel AVR, um hardware livre e com linguagem de programação única (C/C++). Os destaques do Arduino estão em seu IDE (do inglês *Integrated Development Environment*, Ambiente de Desenvolvimento Integrado), de programação completamente gratuita e intuitiva, além de oferecer uma gama de criação extensa (ATMEL..., 2020).

Com os avanços tecnológicos, programar tornou-se um requisito muito importante aos jovens. Porém a realidade do ensino convencional ainda não faz a inclusão de assuntos que incentivem o uso da lógica aplicada à programação. Desigualdades sociais criam obstáculos sobre a implementação desse recurso no ensino brasileiro, o que frequentemente faz com que apenas uma pequena parcela da população tenha acesso a essas ferramentas. A segregação se torna ainda maior à medida que o estudante avança para o ensino superior, pois muitas vezes acaba se deparando com um sistema excludente e elitista.

Tanto a programação, quanto a robótica sempre foram vistas como um assunto direcionado à população masculina, fazendo com que muitas meninas nem tivessem acesso a esses assuntos, ou fossem desencorajadas dos mesmos. No Brasil, segundo o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), as mulheres representam apenas 15% dos alunos nas universidades em cursos de tecnologia, e apenas 16% dos concluintes.

Esses dados, referentes ao ano de 2017, revelam a realidade encontrada no ensino superior, que nos faz questionar os motivos da falta de interesse do público feminino (BRASIL, 2018).

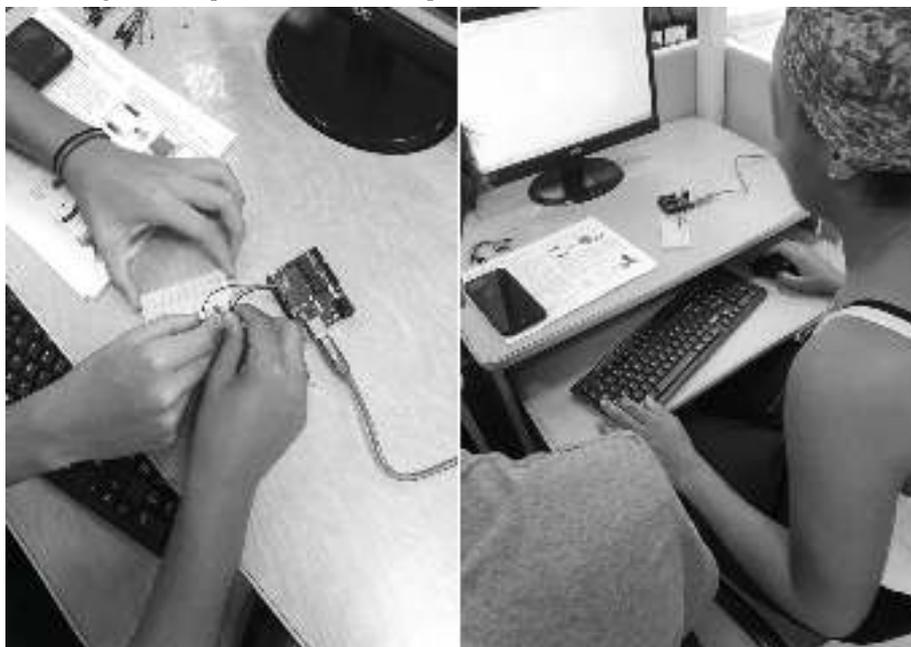
Infelizmente, muitas vezes mulheres de grande sucesso científico são invisibilizadas na história, seja por serem mulheres, seja pela cor de sua pele. Nesse contexto, é preciso entender os motivos que levaram ao distanciamento do público feminino das áreas tecnológicas (MORCELLE; FREITAS; LUDWIG, 2019).

Na década de 1980, os videogames transformaram completamente o setor de brinquedos. Porém esses produtos eram vendidos para um público direcionado: crianças do gênero masculino, o que gerou uma imagem estereotipada para um programador. Isso levou a população feminina a se sentir menos pertencente a essa classe. Com isso, a presença de mulheres nesse mercado e na área de tecnologia diminuiu de 50% para 37%, e a quantidade de mulheres cursando graduação do campo da Ciência da Computação começou a diminuir drasticamente (CAMELO, 2019).

Ações que visam a inclusão das mulheres nesses assuntos são de extrema importância para despertar o interesse e encorajar as crianças em temas que não pertencem a gênero algum, mas sim à sociedade como um todo. Por isso foi criada uma oficina, cujo público-alvo prioritário são meninas.

Essa oficina foi ministrada no Centro de Ciências durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2019, sendo uma iniciativa importante de incentivo à presença feminina na área de programação e robótica. O público-alvo prioritário foi de garotas com idades entre 15 e 18 anos, pois nessa fase elas geralmente estão no processo de escolha do curso de graduação. Um dos requisitos foi que as participantes estivessem cursando o 8º ou o 9º ano do ensino fundamental ou o ensino médio em escolas públicas da região. Uma atividade similar já havia sido feita anteriormente durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2018 (DIAS *et al.*, 2019), e seu sucesso foi tão grande que ela acabou sendo realizada ao longo do ano e ampliada para ser aplicada novamente em 2019 (Figura 1).

Figura 1 - Experimentos realizados pelas estudantes durante a Oficina de 2019.



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Essa oficina teve 4 horas de duração e contou com a presença de um professor e dois tutores habilitados em código e programação para auxiliar os grupos durante o evento.

É importante ressaltar que a diversidade dos cursos de graduação dos tutores e tutoras permitiu uma oportunidade de troca de informações entre eles e as participantes. Isso fez com que o público da oficina pudesse conhecer algumas informações sobre os cursos de graduação da Universidade Federal de Juiz de Fora. As atividades também abriram espaço para discussões sobre mercado de trabalho e as dificuldades enfrentadas pelos estudantes dessas áreas da ciência.

Antes de descrevermos as atividades realizadas durante a oficina, vamos apresentar alguns aspectos teóricos e pedagógicos importantes e, a seguir, passaremos a descrever sua metodologia, para que esse material sirva como uma importante ferramenta para educadores e estudantes do ensino médio.

2 - Iniciativas de inclusão feminina nas ciências e na tecnologia

Ações que visam não só a inclusão do público feminino, mas também inspirem meninas nessas áreas são de extrema importância. Ao apresentarmos mulheres em posições de destaque científico, incentivamos meninas a perceberem que elas também podem ocupar esses lugares, desfazendo aos poucos os estereótipos criados ao longo dos anos (MORCELLE; FREITAS; LUDWIG, *op. cit.*).

Voltando algumas décadas, não é difícil encontrar referências femininas no meio da ciência e da tecnologia, como Ada Lovelace, que em 1843 foi a primeira pessoa da história a desenvolver um algoritmo computacional, tornando-se um símbolo quando se fala em mulheres na ciência. Em sua homenagem foi criado o *Ada Lovelace Day*, que é comemorado toda segunda-feira do mês de outubro. Sua história foi lembrada em um evento que ocorreu em 2015 em comemoração aos 200 anos da brilhante mente que acabou servindo de inspiração para outras jovens protagonistas (ATES, 2017; WESTON, 2018; CAMELO, *op. cit.*).

Desde o início da tecnologia moderna, as mulheres fizeram parte de um grupo importante para o desenvolvimento de projetos que ajudaram a humanidade, tais como:

- Os aparelhos de GPS (do inglês *Global Positioning System*, Sistema de Posicionamento Global), um sistema de navegação por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel sua posição, assim como o horário, sob quaisquer condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra.
- O Wi-Fi (para alguns, abreviação do inglês *Wireless Fidelity*, Fidelidade Sem Fio), que oferece conexão à internet a diversos dispositivos sem fio, por meio de frequências de rádio, infravermelho etc.
- Algoritmo desenvolvido para levar o homem à Lua.

Mas devido à cultura científica excludente, as mulheres não tinham tanto destaque, e geralmente eram colocadas nas áreas de programação por essa ser considerada de menor importância na época. Porém, as mulheres não deixaram que isso se tornasse uma barreira para esconder seus talentos e mentes brilhantes, como foi o caso da cientista espacial Katherine Coleman Johnson, que calculava as trajetórias, as janelas de lançamento e os caminhos de retorno

de emergência para a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*, ou Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço, dos Estados Unidos), incluindo os cálculos para o lançamento da Apollo 11 em 1969 (LUISA, 2018).

Podemos citar nomes importantes para a ciência, como o da programadora Margaret Hamilton, que liderou a equipe responsável pelo algoritmo de pouso na Lua, feito durante a expedição da Apollo 11. Foi capaz de prever uma sobrecarga que quase impediu o pouso, fazendo com que o algoritmo priorizasse problemas maiores e deixasse em segundo plano as atividades de baixa prioridade (GALASTRI, 2015).

Hedy Lamarr também foi um grande nome para a ciência, ela era uma atriz que usava o seu tempo livre para fazer suas invenções. Uma delas foi um aparelho criado para causar interferência nos radares nazistas, tecnologia que foi ignorada na época, pois duvidaram de sua capacidade. Entretanto, anos depois, essa tecnologia serviu de base para a criação de uma das invenções mais utilizadas nos dias de hoje: o Wi-Fi (REVERB, 2018).

Nos dias atuais, existem diversos programas de incentivo para que as mulheres ingressem e permaneçam nas áreas de ciência e tecnologia. Um desses programas surgiu depois de um grupo de mulheres se questionarem sobre o porquê do fato das mulheres consumirem, mas não produzirem tecnologia. Por isso, elas decidiram se juntar para programar juntas, e criaram o grupo chamado **PrograMaria** (PROGRAMARIA, 2018), que desenvolve oficinas para garotas com idades de 14 a 18 anos, preferencialmente de escolas públicas, para que elas tenham contato direto com a tecnologia. Esse programa tem como objetivos contribuir para que mais meninas e mulheres sintam-se motivadas e confiantes em explorar os campos da tecnologia, da programação e do empreendedorismo, além de incentivar o debate sobre a falta de mulheres nesses campos, e ainda promover oportunidades e ferramentas para que elas deem os primeiros passos na aprendizagem da programação.

A empresa internacional *Code Like a Girl* (CODE..., 2020) é responsável por projetos que buscam fornecer confiança a mulheres e meninas através da viabilização de conhecimentos e ferramentas, para que elas entrem no mundo da computação. A empresa leva como proposta a frase “Não é suficiente ter mais mulheres usando tecnologia – precisamos de mais mulheres construindo tecnologia” para inspirar e encorajar o público feminino.

Os programas para incentivo são ainda mais necessários quando olhamos do ponto de vista racial. Apenas 10,4% das mulheres negras com idade entre 25 a 44 anos concluem o ensino superior. O percentual de mulheres pretas e pardas doutoras professoras de programa de pós-graduação é inferior a 3% (PINHEIRO, 2019). Essas estatísticas revelam um cenário de grande desigualdade no país, que infelizmente tem se fortificado cada vez mais. Com o intuito de ajudar a mudar essa situação, a empresa **InfoPreta** (INFOPRETA, 2013) compõe sua equipe apenas com mulheres principalmente negras e participantes de grupos sub representados. A InfoPreta é uma empresa de tecnologia, cujo serviço principal é a assistência técnica.

Nesse contexto, podemos citar a *Black Girls Code* (BLACK..., 2011), uma ONG (Organização não Governamental) norte-americana que foi fundada com o intuito de aumentar o número de mulheres negras no espaço digital, capacitando em seu projeto meninas com idades entre 7 e 17 anos a se tornarem inovadoras, líderes em suas comunidades e construtoras de seu próprio futuro através do contato com a ciência e a tecnologia da computação. A meta da empresa é treinar 1 milhão de garotas até o ano de 2040.

A **PretaLab** (OLABI, 2017) é outra iniciativa que foi fundada em 2017 com apoio da Fundação Ford, e que tem como objetivo inserir mulheres negras no universo digital e combater o viés de preconceito que existe no ramo da inteligência artificial (MOURA, 2019). O programa também investe para que esse mercado seja aberto para os outros públicos.

Ações como essas e projetos do governo em busca da equidade de gênero e raça são métodos que podem ajudar a fortalecer políticas públicas capazes de diminuir essa desigualdade.

Mas de acordo com pesquisas recentes, o racismo estrutural, ainda muito presente em nossa sociedade, é o responsável por deixar principalmente as mulheres negras de lado no mercado de trabalho. De acordo com os dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 39,8% de mulheres negras ocupadas estão submetidas a condições precárias de trabalho – de homens negros ocupados, essa porcentagem é 31,6%; mulheres brancas, 26,9%; e homens brancos, 20,6% (EUGÊNIO JR., 2018; SILVA, 2012) .

Dentro desse aspecto, o racismo estrutural funciona da seguinte forma: embora uma mulher negra seja devidamente qualificada para um cargo,

algumas características que não influem em nada na função que ela exercerá faz com que a vaga seja ocupada por pessoas de outras etnias, e dessa forma a desigualdade social é reforçada.

Incentivos dentro das próprias instituições de ensino são muito importantes, tanto para gerar visibilidade externa, quanto interna. Um dos segmentos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), o **IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos** (pronuncia-se “i-três-é”), maior organização profissional do mundo, juntamente com o grupo **WIE** (*Women in Engineering*, Mulheres na Engenharia), promove atividades de acolhimento e empoderamento do público feminino na faculdade de Engenharia. O grupo **IEEE Women in Engineering UFJF** (RAMO..., 20--) é o mais antigo do Brasil. O núcleo foi criado em 2004 para empoderar, motivar, instruir e incentivar meninas e mulheres a seguirem seus interesses nas áreas de engenharia e ciências. No ano de 2020, o grupo possuía 142 membros do IEEE, sendo 74 mulheres, e no WIE 32 membros, sendo 29 mulheres (os dados são referentes ao primeiro semestre). O grupo já foi premiado nacionalmente em nível das Américas e mundialmente. Um de seus projetos é o “Circuito Científico”, que já alcançou mais de 4.300 crianças. Outro é o projeto “De Engenheira para Futura Engenheira”, que teve mais de 20.000 interações nas redes sociais do grupo. Essas informações nos foram cedidas pela atual presidente do grupo.

Outras iniciativas que queremos citar são os programas desenvolvidos pela cientista da computação Ana Carolina da Hora, o **Computação sem Caô** (OLABI, 2019) e o **Computação da Hora**, projetos que buscam ampliar e democratizar o entendimento da ciência da computação no Brasil. O Computação sem Caô está disponível no YouTube e no Instagram, e conta com vídeos do cotidiano explicando sobre ciência e diversos temas relacionados, realizados inicialmente pelo Olabi, um espaço que reúne um conjunto de ferramentas e um sistema para democratizar a produção de tecnologia em busca de um mundo socialmente mais justo, e apresentados pela cientista da computação. Atualmente a cientista tem programas de produção independente em seu canal.

Olhando do ponto de vista social, o interesse pela ciência é muito mais incentivado para o público masculino do que para o feminino, a começar por lojas de brinquedo, onde ainda há uma segregação muito forte de gêneros, incentivo à participação de meninos em feiras de ciência e grandes

campeonatos. Com essa “cultura” acabamos direcionando de forma equivocada o futuro de nossas crianças. Por essa razão, atividades de inserção de grupos excluídos são de extrema importância.

Outro tipo de incentivo muito importante é o oferecido a mulheres que já fazem parte do mundo científico, que consagram os grandes nomes femininos presentes no desenvolvimento das pesquisas atuais. Um dos grandes destaques nessa área é o concurso **Para Mulheres na Ciência** (L'ORÉAL..., c2020), com quinze anos de existência em território nacional e mais de vinte internacionalmente. Essa premiação é uma iniciativa da L'Oréal em conjunto com a UNESCO Brasil e a Academia Brasileira de Ciências, e busca premiar e dar reconhecimento a sete jovens pesquisadoras de diversas áreas de atuação, que são contempladas com uma bolsa-auxílio para ser investida em sua pesquisa. Uma questão que vem sendo debatida e discutida sobre esse prêmio é quanto à diversidade e etnia das candidatas laureadas pelo prêmio. É preciso que um número maior de mulheres se sintam representadas, em todos os espaços da ciência. Por isso é tão importante discutir a diversidade e a equidade de gênero e etnias em todas as áreas da ciência e da sociedade.

3 - Sustentabilidade e Ciência: caminhando juntas em busca da acessibilidade

Com o avanço crescente da tecnologia, os produtos têm se tornado obsoletos com mais rapidez, gerando um descarte que na maioria das vezes é feito de forma incorreta. Pelo fato de possuir substâncias extremamente nocivas ao meio ambiente e à população, o lixo eletrônico (*e-waste*) não pode ser descartado como lixo comum.

O Brasil é o segundo maior produtor de lixo eletrônico da América, produzindo 1,5 milhão de toneladas e ficando atrás apenas dos Estados Unidos (6,3 milhões de toneladas). Estima-se que cada brasileiro gera em média 7,4 kg de lixo eletrônico por ano, e de acordo com um relatório divulgado pelo Senado no ano de 2019, o país recicla apenas 2% desse lixo. Um cenário preocupante, que levou à criação de diversas empresas e *startups* que reciclam esse lixo (BALDÉ *et al.*, 2017; CIDADES..., 2018).

Entretanto a população muitas vezes não entende o perigo do descarte irresponsável de peças eletrônicas, que contém em sua maior parte substâncias

altamente tóxicas, como mercúrio, chumbo e cádmio. É necessária a conscientização das pessoas acerca disso e da importância da reciclagem desses materiais.

Ao se descartar um computador que parou de funcionar, é preciso ter em mente que nem sempre todas as suas peças estarão condenadas. Ou seja, é possível reciclar as partes boas e utilizar em um novo computador ou em outros projetos. O mesmo se aplica a celulares, eletrodomésticos e eletrônicos em geral. Muitos componentes eletrônicos podem ser extraídos das placas de circuito desses equipamentos e reutilizados.

4 - O que é o Arduino?

A procura por um equipamento que tornasse possível que a didática e a diversão caminhassem juntas fez com que o Arduino fosse desenvolvido. Mas o que é o Arduino? É uma placa eletrônica desenvolvida para fazer protótipos de uma maneira rápida, barata e acessível, tornando-se uma peça fundamental no ensino de ciências nas escolas e nos laboratórios.

O Arduino pode ser considerado um dispositivo que não demanda o uso de outros aparelhos para continuar operando depois de passado o código, ou seja, é um equipamento independente, sendo necessária somente uma fonte de alimentação externa, como baterias (MCROBERTS, 2015).

Uma das maiores vantagens dessa ferramenta é a sua fácil programação, visto que existem outras maneiras além da linguagem própria dele (C/C++), que é pautada em comandos que executam tarefas dentro da sintaxe do programa criado pelo usuário. Porém para facilitar a programação por usuários menos experientes, é possível usar o *s4a* (*Scratch for Arduino*), que é uma programação baseada em blocos, em que os comandos são encaixados um no outro, como um quebra-cabeça, não sendo necessário conhecimento profundo em programação.

Outra vantagem do Arduino são os incontáveis módulos e componentes desenvolvidos exclusivamente para ele, tornando ainda mais fácil e prática a montagem de um projeto, o que acaba tornando a robótica mais atrativa para as crianças, que são o público-alvo do projeto.

A diminuição de riscos nas oficinas é outra vantagem obtida através do uso desses componentes, já que não é necessário operar uma solda para ligá-los uns nos outros, o que seria um processo extremamente perigoso para crianças.

Escolheu-se a placa Arduino Uno para essa oficina, porque a mesma é uma ótima ferramenta para quem está começando. É simples e possui um *hardware* mínimo, com várias características interessantes de projeto. Ela tem uma conectividade USB (*Universal Serial Bus*, Porta Serial Universal), que permite a conexão de periféricos, a transmissão e o armazenamento de dados. Tudo isso, aliado à facilidade em programar, constitui um grande atrativo para a aplicação do Arduino de forma bem extensa, abrangendo automação residencial, robótica e ensino.

Figura 2 - Robô seguidor de linha programado pelos alunos de Engenharia Elétrica para demonstração das aplicabilidades do Arduino durante a oficina.



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Nessa oficina, as meninas e os meninos aprenderam alguns aspectos introdutórios ligados ao Arduino, como entradas e saídas, que permitem a comunicação com o computador, e algumas questões de programação. A Figura

2 mostra um robô seguidor de linha usado durante a oficina para demonstrar uma das diversas aplicações do Arduino.

Foram trabalhados conceitos fundamentais do eletromagnetismo, como corrente elétrica, tensão e resistência elétrica. Essas três grandezas são relacionadas pela Lei de Ohm, que afirma que para sistemas que apresentam respostas lineares entre a tensão aplicada (V) e a corrente elétrica (I) gerada, a razão entre essas duas grandezas é igual a uma constante denominada resistência elétrica (R), cujos resultados são expressos em ohms. Essa lei pode ser representada pela seguinte equação: $V=RI$.

Outro tópico muito importante abordado na oficina foi o conceito de curto-circuito, que é uma prática proibida para quem quer evitar danos aos seus componentes ou até causar um acidente mais grave! O curto-circuito acontece quando um circuito elétrico possui uma resistência pequena, de forma a elevar a corrente a níveis acima do suportado por seus componentes e/ou fonte.

Quando se conecta um fio de resistência muito pequena entre os terminais de uma fonte de energia, como os pinos 5V e GND (*Ground* ou Terra, usado para aterrar o circuito) do seu Arduino, causa-se um curto-circuito. Na prática, isso gera um fluxo de energia muito maior do que o que os componentes podem suportar. Essa energia é então transformada em calor até que os componentes literalmente queimem.

5 - Materiais e metodologia usados durante a oficina

Apresentaremos a seguir uma lista dos materiais (uma geral e outras específicas para cada experimento) que foram usados na realização dessa oficina. Em seguida serão informadas as metodologias usadas para a montagem e a configuração do sistema e os tutoriais com os experimentos.

5.1 - Lista dos materiais usados durante a oficina e nos tutoriais

Lista básica:

- Uma placa de Arduino Genuino UNO + Cabo USB (pode-se usar aqueles cabos de impressora);
- Um LED (do inglês *Light-Emitting Diode*, Diodo Emissor de Luz);
- Resistores de 300 Ω ;

- Uma *protoboard*, também conhecida como placa de ensaio, matriz de contato ou *breadboard*, que é uma placa que permite a montagem e teste de circuitos;
- Um conjunto de *jumper*s, fios que permitem que se façam as conexões sem o uso da solda;
- Um computador com qualquer sistema operacional para cada dupla de participantes.

Materiais para o Tutorial 1 - Piscando um LED: Todos os materiais da lista básica.

Materiais para o Tutorial 2 - Sensor (medidor) de umidade do solo (higrômetro): Materiais da lista básica, mais um sensor (medidor) de umidade do solo (higrômetro), três cabos *jumper* macho-fêmea, dois cabos *jumper* fêmea-fêmea, um vaso contendo terra seca.

Materiais para o Tutorial 3 - Controlando uma minibomba d'água: Materiais da lista básica, mais uma minibomba de água submersa modelo JT100.

Materiais para o Tutorial 4 - Irrigação automática utilizando Arduíno: Materiais da lista básica, mais uma minibomba de água submersa modelo JT100, um sensor (medidor) de umidade do solo (higrômetro), três cabos *jumper* macho-fêmea, dois cabos *jumper* fêmea-fêmea, um vaso contendo água.

5.2 - Montagem e configuração geral do sistema (válida em todos os procedimentos)

Uma das partes essenciais para o início de todas as oficinas é possuir o aplicativo *Arduíno IDE* instalado no seu computador, para que seja possível programar e carregar os códigos em sua placa. Seu *download* pode ser feito de maneira rápida e gratuita no site do próprio Arduíno (www.arduino.cc). Ao entrar no site, é possível ver as atualizações da comunidade e outras informações. Na barra superior existe a opção “Programas”, e aí é só clicar em “Transferências” (Figura 3).

Figura 3 - Imagem do site do Arduino usada para instalar sua IDE.



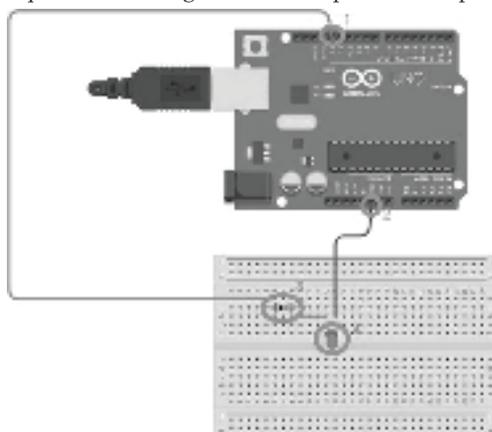
Fonte: site do Arduino, 25 jun. 2020.

Após escolher o tipo de *download* desejado, o usuário é redirecionado para a página de doações da empresa, ou pode apenas prosseguir com a instalação do *software*. A seguir, um arquivo compactado será baixado (é necessário possuir uma ferramenta para descompactar esse arquivo que foi baixado). Depois de descompactá-lo, será necessário rodar o *setup* referente ao Arduino.

Seguindo esses passos, o aplicativo do IDE do Arduino será baixado e instalado com sucesso.

A montagem do sistema pode ser feita conforme a Figura 4, o chamado *Blink*. Esse é o projeto mais simples que se pode fazer com o Arduino, que nada mais é que do que pôr um LED para piscar segundo comandos estabelecidos pelo programador, que diz o tempo em que ele estará piscando. Nessa figura também possível ver os principais componentes utilizados na montagem: o LED (4) e o resistor (3) que estão conectados através de fios (*jumpers*) em contato com placa de Arduino e a *protoboard*. A porta representada na imagem e que é responsável pela alimentação do circuito no Arduino é a de número 13 na placa (1), e a porta responsável pelo aterramento do circuito é a GND (2).

Figura 4 - Esquema da montagem necessária para se fazer piscar um LED.



Fonte: Imagem produzida a partir do software de livre acesso Autodesk TinkerCAD (AUTODESK..., c2020).

Para montar esse projeto, é necessário abrir o código *Blink* na tela do computador, que está disponível no menu de Exemplos no IDE do Arduino. Para encontrá-lo, entre em: “Arquivo” > “Exemplos” > “01.Basics” > “Blink” no seu IDE, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Visão do IDE do Arduino mostrando o caminho para acessar os exemplos básicos.



Fonte: Captura de tela do IDE do Arduino, 22 jun. 2020.

Após ter feito isso, o código do programa aparecerá na tela do ambiente de desenvolvimento, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Código do Tutorial 1 para piscar um LED.

```

/*
  Blink
  http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
*/
int led = 13;
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);               // wait for a second
}

```

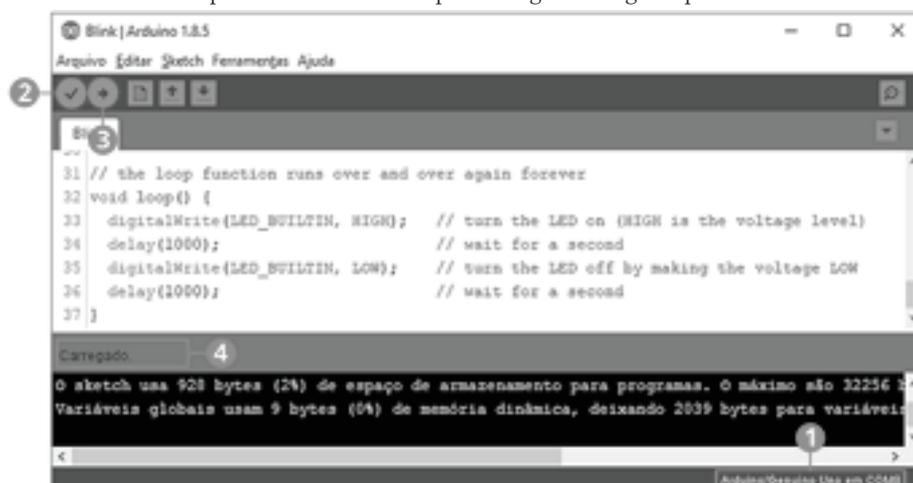
Fonte: Captura de tela do IDE do Arduino, 22 jun. 2020.

É interessante analisar o programa para tentar compreendê-lo. A princípio, tem-se um comentário com o nome do código e algo mais que se queira comentar. Definimos uma variável inteira que irá representar qual a porta do Arduino será utilizada (conforme mostrado na Figura 4), no caso a porta 13. Na função *void setup*, configuramos que o pino 13 será de saída (*OUTPUT*). Na função *void loop* (ciclo), definimos que o pino 13 será ligado (*HIGH*), depois a função ficará em espera por 1000 milissegundos (1 segundo), e finalmente o pino 13 será desligado (*LOW*), depois do que se espera mais 1000 milissegundos, e então o processo começa novamente.

5.2.1 - Preparado para enviar o seu primeiro programa para o Arduino

Você precisará, em primeiro lugar, selecionar o tipo de placa Arduino que está usando. Para isso acesse: “Ferramentas” > “Board” > “Arduino/Genuino UNO”. Por último, selecione qual a porta USB em que você colocou o Arduino em seu computador, acessando: “Tools” > “Port” > “USB0 (porta detectada)”, se você selecionou corretamente sua placa e a porta COM. Como mostrado na Figura 7, na parte inferior direita do seu IDE (1) você pode visualizar rapidamente a informação.

Figura 7 - Imagem ilustrativa do IDE do Arduino mostrando o passo a passo descrito no texto para carregar o código na placa.



Fonte: Captura de tela do IDE do Arduino, 22 jun. 2020.

Para conferir se tudo está correto, é preciso clicar no botão Verificar (2), para que o seu código seja verificado e compilado. Em seguida, é só clicar no botão Carregar (3). Se tudo correr bem, você verá a mensagem “Carregado” na parte inferior esquerda da tela (4) e o LED da sua placa começará a piscar com intervalos de 2 segundos.

5.3 - Tutoriais das atividades desenvolvidas durante a oficina

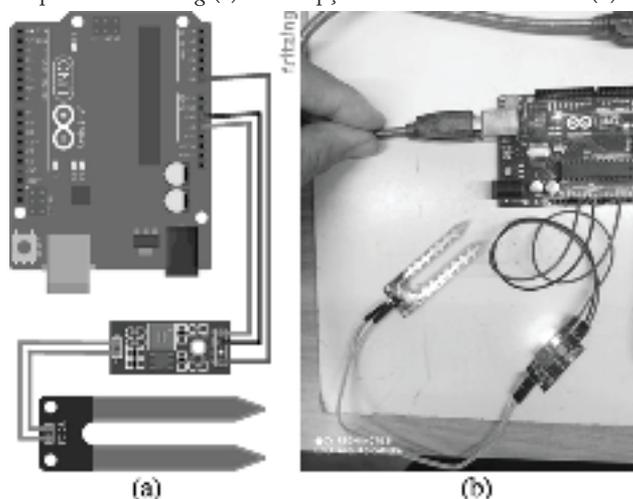
Tutorial 1 - Piscando um LED:

A oficina foi iniciada com a construção mais simples possível usando um Arduino: acender um LED (semelhante ao que acontece em programação quando o programador faz com que o programa criado crie como saída a famosa frase: “*Hello World*”, “Olá, Mundo”). Como este experimento é muito simples e de fácil entendimento, ele permite que sejam abordados conceitos introdutórios fundamentais para o uso do Arduino. Ao passarmos o código deste experimento para a placa, saberemos se o *driver* está instalado corretamente e se a placa escolhida é de fato a que vamos usar, além de permitir uma familiarização com os elementos de um código Arduino. Essa atividade foi descrita no tópico 5.2 sobre a montagem.

Tutorial 2 - Sensor (medidor) de umidade do solo (higrômetro):

O sensor (medidor) de umidade do solo (higrômetro) é um módulo eletrônico desenvolvido com a finalidade de detectar ou medir variações de umidade do solo. Caso o solo esteja seco, o sensor mantém a saída (digital) em nível alto, e quando o solo estiver úmido, a saída (digital) se mantém em nível baixo. Para medir a variação da umidade no solo, recomenda-se o uso do pino analógico disponível no sensor em conjunto com um microcontrolador que possua conversor analógico digital. As aplicações deste sensor são em projetos com Arduino ou outras plataformas microcontroladoras em que seja necessário medir a umidade do solo em vasos de planta, no jardim ou ligar uma bomba d’água para manter a umidade. Iremos utilizar o sensor (medidor) de umidade do solo (higrômetro) em conjunto com o Arduino para medir a umidade do solo em um vaso com terra. Essas medições serão exibidas no monitor serial do ambiente de programação do Arduino (OLIVEIRA, 2018). Os esquemas das montagens do medidor de umidade são mostrados na Figura 8. A Figura 9 mostra como deve ser feita a implementação do código para o sensor de umidade no IDE do programa que controla a placa de Arduino.

Figura 8 - Esquema de montagem do medidor de umidade simulada no aplicativo *Fritzing* (a) e concepção do mesmo fisicamente (b).



Fonte: (a) Fritzing; (b) Arquivo dos autores, 2019.

Figura 9 - Implementação do código para o sensor de umidade no IDE do Arduino.

```

//TUDO UTILIZADO PELO SENSOR
const int pinoSensor = A0;
//DECLARA O PINO PARA O PERCENTUAL DE UMIDADE DO SOLO
int valorLido;
//VALOR MEDIDO COM O SOLO SECO (VOCE PODE FAZER TESTES E AJUSTAR ESTE VALOR)
int analogSoloSeco = 1025;
//VALOR MEDIDO COM O SOLO MOLHADO (VOCE PODE FAZER TESTES E AJUSTAR ESTE VALOR)
int analogSoloMolhado = 450;
//VALOR PERCENTUAL DO SOLO SECO (80%)
int percSoloSeco = 0;
//VALOR PERCENTUAL DO SOLO MOLHADO (20%)
int percSoloMolhado = 100;
void setup(){
  //INICIALIZA A SERIAL
  Serial.begin(2200);
  //IMPRIME O TITULO NO MONITOR SERIAL
  Serial.println("Lendo a umidade do solo...");
  //INTERVALO DE 2 SEGUNDOS
  delay(2000);
}
void loop(){
  //LÊ O VALOR LIDO DENTRO DO INTERVALO ENTRE analogSoloMolhado e analogSoloSeco
  valorLido = constrain(analogRead(pinoSensor), analogSoloMolhado, analogSoloSeco);
  //CALCULA O VALOR DO PERCENTUAL DE UMIDADE DO SOLO
  //RESOLUÇÃO A FUNÇÃO "map" DE ACORDO COM OS PARÂMETROS PASSADOS
  valorLido = map(valorLido, analogSoloMolhado, analogSoloSeco, percSoloMolhado, percSoloSeco);
  //IMPRIME O TITULO NO MONITOR SERIAL
  Serial.print("Umidade do solo: ");
  //IMPRIME NO MONITOR SERIAL O PERCENTUAL DE UMIDADE DO SOLO
  Serial.print(valorLido);
  //IMPRIME O CARACTERE NO MONITOR SERIAL
  Serial.println("%");
  //INTERVALO DE 1 SEGUNDO
  delay(1000);
}
    
```

Fonte: Captura de tela do IDE do Arduino, 22 jun. 2020.

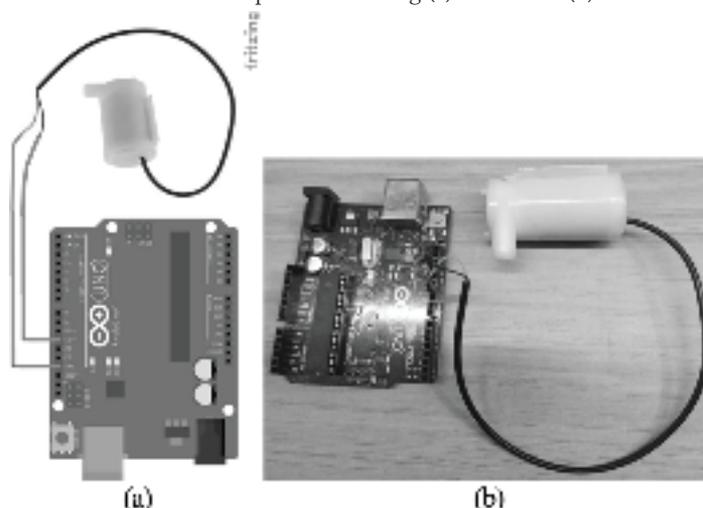
Tutorial 3 - Controlando uma minibomba d'água:

A minibomba de água submersa JT100 foi criada especialmente para o desenvolvimento de projetos de prototipagem, incluindo automação residencial (domótica) e protótipos robóticos baseados em plataformas microcontroladoras, entre elas o Arduino. O principal diferencial desse modelo é sua possibilidade de uso de forma submersa na água, possuindo total vedação de seu sistema elétrico, com nível de proteção IP68, além de trabalhar com tensões baixas, entre 2,5 a 6 VDC.

Com um motor compacto, ela é capaz de impulsionar entre 1000 e 1500 ml de fluido por minuto, destacando-se pela sua eficiência e precisão durante sua execução em conjunto com o Arduino, por exemplo.

A minibomba de água submersa JT100 é usada geralmente no desenvolvimento de carrinhos ou robôs bombeiros, robôs hidráulicos, irrigadores automáticos, no caso de automação residencial, aquários, enfim, sua criatividade que dará a aplicação final para esse incrível acessório. Por ter um tamanho reduzido e baixo peso, pode ser aplicada na grande maioria dos projetos, permitindo elevação máxima de até 1 metro. O projeto usado durante a oficina é apresentado na Figura 10. O código de implementação para a minibomba de água que funciona em conjunto com o Arduino é apresentado na Figura 11.

Figura 10 - Esquema de ligação da minibomba de água com Arduino simulada no aplicativo Fritzing (a) e montada (b).



Fonte: (a) Fritzing; (b) Arquivo dos autores, 2019.

Figura 11 - Código de implementação da mini bomba de água com Arduino.

```

BombaDagua110
//PINO UTILIZADO PELA BOMBA
const int pinoBomba = 12;

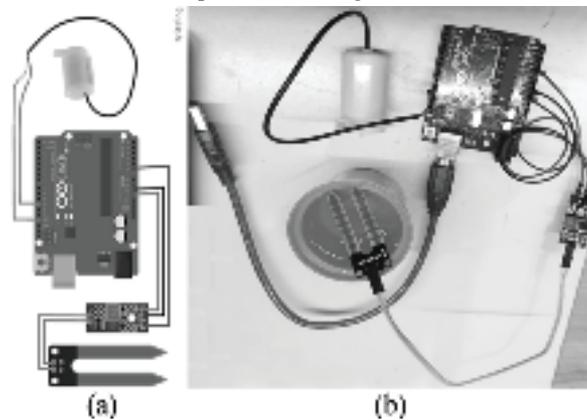
void setup(){
  // CONFIGURA PINO BOMBA
  pinMode(pinoBomba, OUTPUT);
  //INICIALIZA A SERIAL
  Serial.begin(9600);
  //IMPRIME O TEXTO NO MONITOR SERIAL
  Serial.println("Bomba sendo ligada...");
  digitalWrite(pinoBomba, HIGH);
  //INTERVALO DE 2 SEGUNDOS
  delay(2000);
}
void loop(){
}
    
```

Fonte: Captura de tela do IDE do Arduino, 22 jun. 2020.

Tutorial 4 - Irrigação automática utilizando Arduino

Este tutorial (Figura 12) tem a intenção de demonstrar uma das práticas mais comuns no desenvolvimento de projetos utilizando a plataforma Arduino. Vimos nas seções anteriores como ligar separadamente o sensor de umidade do solo (higrômetro) e como ligar uma bomba d'água mais simples, que funciona conectada diretamente ao Arduino. Agora vamos montar um sistema mais complexo juntando dois projetos distintos. Essa prática é muito comum, pois vários autores (ARDUINO, 20--) criam sensores e projetos que podem ser agrupados para criar novos projetos mais complexos. Assim, nesta seção, utilizaremos o higrômetro para medir a umidade do solo e, quando seu valor for menor que 50%, a bomba deverá ser acionada, de forma a aumentar a umidade, mantendo-a aproximadamente constante. A Figura 13 mostra o código de implementação para a irrigação automática que funciona em conjunto com o Arduino.

Figura 12 - Esquema de ligação do sistema de irrigação com Arduino simulada no aplicativo Fritzing (a) e montada (b).



Fonte: (a) Fritzing; (b) Arquivo dos autores, 2019.

Figura 13 - Código de implementação do sistema de irrigação com Arduino.

```

//pinos do sensor
//PINO UTILIZADO PELO SENSOR
const int sondaSensor = A0;
//PINO UTILIZADO PELA BOMBA
const int sondaBomba = 12;
//VARIÁVEL QUE ARMAZENA O PORCENTUAL DE UMIDADE DO SOLO
int valorUmidade;
//VALOR MEDIDO COM O SOLO SECO (VOCE PODE FAZER TESTES E AJUSTAR ESTE VALOR)
int analogSoloSeco = 1023;
//VALOR MEDIDO COM O SOLO MOLHADO (VOCE PODE FAZER TESTES E AJUSTAR ESTE VALOR)
int analogSoloMolhado = 488;
//VALOR PORCENTUAL DO SOLO SECO (0%)
int percSoloSeco = 0;
//VALOR PORCENTUAL DO SOLO MOLHADO (100%)
int percSoloMolhado = 100;
void setup() {
  // CONFIGURA PINS COMO
  pinMode(sondaBomba, OUTPUT);
  //INICIALIZA A SERIAL
  Serial.begin(9600);
  //IMPRIME O TEXTO NO MONITOR SERIAL
  Serial.println("Lendo a umidade do solo...");
  //INTERVALO DE 2 SEGUNDOS
  delay(2000);
}
void loop() {
  //LÊ O VALOR LIDO DENTRO DO INTERVALO (ENTRE analogSoloMolhado E analogSoloSeco)
  valorLido = constrain(analogRead(sondaSensor), analogSoloMolhado, analogSoloSeco);
  //valorLido = analogRead(sondaSensor);
  //DESCONTA A FUNÇÃO "map" DE ACORDO COM OS PARÂMETROS PASSADOS
  valorLido = map(valorLido, analogSoloMolhado, analogSoloSeco, percSoloMolhado, percSoloSeco);
  //IMPRIME O TEXTO NO MONITOR SERIAL
  Serial.println("Umidade do solo: ");
  //IMPRIME NO MONITOR SERIAL O PORCENTUAL DE UMIDADE DO SOLO
  Serial.println(valorLido);
  //IMPRIME O CARACTERE NO MONITOR SERIAL
  Serial.println("%");
  if (valorUmidade) {
    digitalWrite(sondaBomba, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(sondaBomba, LOW);
  }
  //INTERVALO DE 1 SEGUNDO
  delay(1000);
}

```

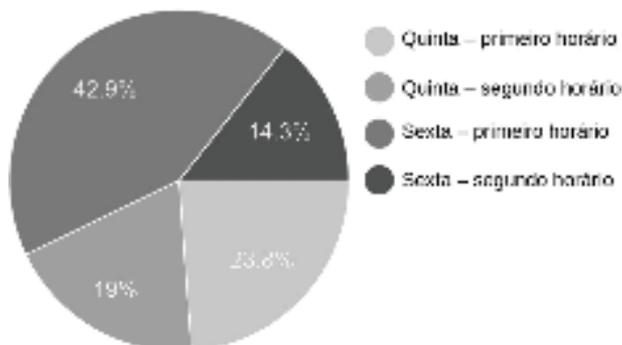
Fonte: Captura de tela do IDE do Arduino, 22 jun. 2020.

6 - Questionário de avaliação sobre o rendimento da oficina

O Centro de Ciências da UFJF ofereceu 10 computadores para a realização dessa atividade, cada um equipado com um Arduino Uno e uma montagem experimental. A oficina foi apresentada em duas tardes, com duas turmas na quinta e duas na sexta-feira. Quase 50 alunos participaram da oficina, comparecendo 22 alunos na quinta e 24 na sexta, que foram distribuídos em grupos de duplas e trios nos 10 computadores. As atividades das oficinas foram compostas de uma rápida apresentação e explicação pelo professor Rodrigo Alves Dias dos conceitos básicos da programação em Arduino. O objetivo principal foi que os jovens interagissem, praticassem e montassem os circuitos durante a maior parte do tempo da oficina. Durante a parte prática, os grupos contaram com o apoio de alunos da Universidade e bolsistas do Centro de Ciências, que ajudaram os grupos a montar os circuitos e tirar dúvidas que foram surgindo no decorrer da atividade. Após o término da realização oficina, foi aplicado um questionário de avaliação, utilizando a plataforma de formulários do Google. Foi solicitado que cada dupla ou trio respondesse ao questionário de avaliação. Os resultados foram coletados e transformados em gráficos que serão apresentados a seguir.

Um total de 21 respostas foi recebido e arquivado no formulário eletrônico, através do qual podemos observar que o questionário foi preenchido por alunos de cada um dos horários das duas tardes em que a oficina foi oferecida. Na Figura 14 mostramos, através de um gráfico de pizza, a porcentagem das respostas contabilizadas nos diferentes turnos em relação ao total de respostas recebidas.

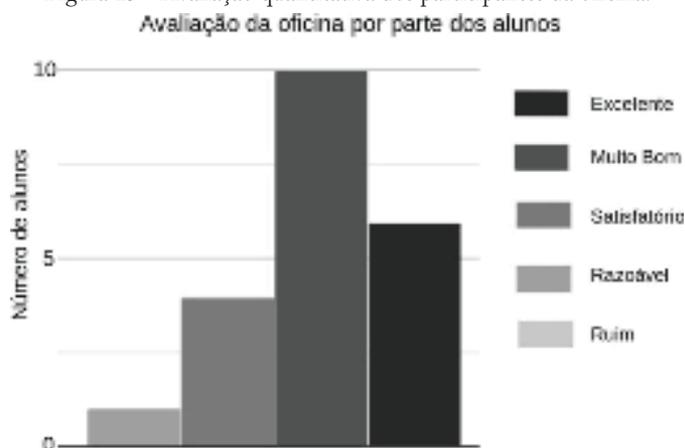
Figura 14 - Alunos dos diferentes turnos que responderam ao questionário.
Distribuição dos alunos que responderam o questionário



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

A aceitação da oficina por parte dos alunos foi muito boa, com pode ser visto no gráfico da Figura 15, que mostra que a maioria dos alunos avaliou a oficina como excelente ou muito boa. Isso é um indicativo importante, mostrando que o aluno de ensino médio demonstra bastante interesse no tema, o que nos motiva a continuar oferecendo essa oficina e torná-la cada vez mais atraente. Fizemos outra pergunta específica sobre o interesse dos alunos na oficina e a através dela podemos ver claramente que a maioria dos alunos se mostrou interessada (Figura 16).

Figura 15 - Avaliação quantitativa dos participantes da oficina.



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Figura 16 - Avaliação quantitativa dos participantes da oficina quanto ao interesse despertado por eles.



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Nessa avaliação, também analisamos a aprendizagem que os alunos tiveram durante a oficina. Na Figura 17 podemos observar uma sensível melhora no nível de habilidades e conhecimentos após a oficina, quando comparada com antes de sua realização. As avaliações com respostas “muito bom” e “excelente” tiveram um ligeiro aumento na votação quando levada em conta a aprendizagem no curso.

Figura 17 - Avaliação pessoal da contribuição da oficina para o aprendizado do aluno. Comparativo de conhecimento antes e depois da oficina.

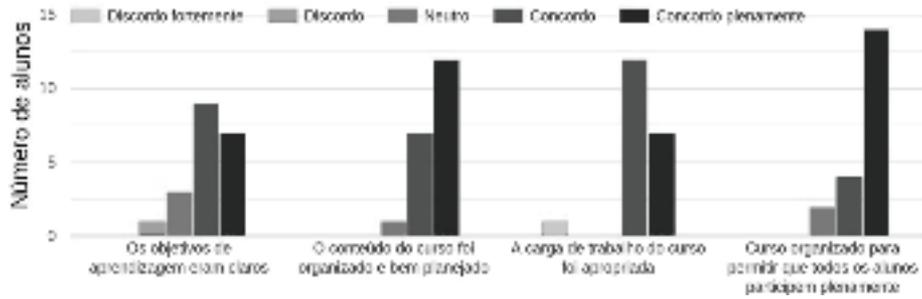


Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Quando questionados sobre o conteúdo e a organização da informação passada na oficina (Figura 18), as respostas foram bastante positivas e com avaliações muito boas. Essa avaliação se deve em grande parte pela estrutura oferecida pelo Centro de Ciências, com o laboratório de informática equipado, os mediadores que nos ajudaram e, principalmente, ao engajamento de toda a equipe que preparou a oficina. Vale lembrar que, durante vários dias, a equipe se reuniu, montando e testando os kits, para que no dia da oficina tudo pudesse funcionar sem grandes problemas. Outro aspecto a ser destacado é o fato de que, durante cada oficina, tivemos a ajuda de quatro ou cinco mediadores previamente capacitados e aptos a resolver os problemas de cada grupo de estudantes durante a oficina. Podemos também destacar as avaliações positivas dadas pelos alunos ao instrutor da oficina, professor Rodrigo Dias (Figuras 19 e 20), e na secção de comentários, mostrando o preparo e a dedicação do professor e do grupo de monitores que auxiliou as atividades durante as atividades.

Figura 18 - Avaliação qualitativa a respeito do conteúdo
que o professor apresentou durante a oficina.

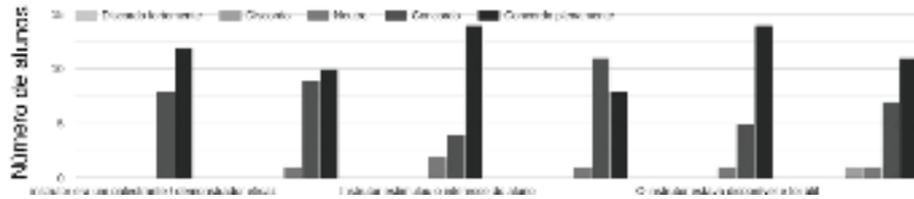
Avaliação do conteúdo apresentado durante a oficina



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Figura 19 - Avaliação dos alunos com relação ao instrutor da oficina.

Avaliação do instrutor do conteúdo



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Figura 20 - Avaliação pessoal visando melhorias no curso.



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Em uma análise geral, o retorno positivo dos alunos reflete principalmente a maneira como a oficina é conduzida, dando uma ênfase na prática, em que os alunos participam ativamente das montagens do Arduino. A interação dos alunos do ensino médio com os alunos da UFJF que ajudaram na monitoria da oficina é outro ponto positivo a ser destacado, pois é uma maneira de despertar o interesse desses jovens por cursos de graduação. Com relação à participação feminina, nota-se que ainda é em menor número, mas gradativamente o interesse de meninas por robótica e áreas afins vem crescendo e vão superando as segregações de gênero impostas pela sociedade. Esperamos repetir a oficina mais vezes para um público misto e também para professores interessados em reproduzir essas ações nas escolas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao professor Eloi Teixeira César, responsável pelo Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora, pelo convite para participar dessas ações. E ao CNPq, pelo financiamento desta atividade.

Referências bibliográficas

ARDUINO. **Arduino**, c2020. Página inicial. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: 1 jun. 2020.

ARDUINO. **Arduino Project Hub**, [20--]. Disponível em: <https://create.arduino.cc/projecthub>. Acesso em: 1 jun. 2020.

ATES, F. A Brief History of Women in Computing. **Hacker Noon**, [s. l.], 9 ago. 2017. Disponível em: <https://hackernoon.com/a-brief-history-of-women-in-computing-e7253ac24306>. Acesso em: 17 ago. 2020.

ATMEL AVR. *In*: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. São Francisco, Califórnia: Fundação Wikimedia, rev. 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Atmel_AVR. Acesso em: 1 abr. 2020.

AUTODESK, INC. **Tinkercad**, c2020. Página inicial. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em 1 jun. 2019.

BALDÉ, C. P. et al. **The Global E-waste Monitor 2017** - Quantities, Flows and Resources. Bonn/Genebra/Viena: United Nations University (UNU)/International Telecommunication Union (ITU)/International Solid Waste Association (ISWA), 2017. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Pages/Toolbox/Global-E-waste-Monitor-2017.aspx>. Acesso em: 17 ago. 2020.

BLACK GIRLS CODE. **Black Girls Code** - imagine. build. create. [2011]. Página inicial. Disponível em: <https://www.blackgirlscode.com>. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da Educação Superior 2017**: Divulgação dos principais resultados. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2018/apresentacao_censo_superior2017F.pdf. Acesso em: 1 jun. 2020.

CAMELO, T. A volta das mulheres na computação. **Intalks** - O blog Take Blip, Belo Horizonte, 15 mar. 2019. Seção Devs. Disponível em: <https://take.net/blog/devs/a-volta-das-mulheres-na-computacao>. Acesso em: 17 ago. 2020.

CIDADES INTELIGENTES. Brasil é o segundo maior produtor de lixo eletrônico da América. **Cidades Inteligentes**, São Paulo, 15 fev. 2018. Seção Notícias. Disponível em: <http://ci.eco.br/brasil-e-o-segundo-maior-produtor-de-lixo-eletronico-da-america>. Acesso em: 1 jun. 2020.

CODE LIKE A GIRL. **Code Like a Girl**, c2020. Página inicial. Disponível em: <https://www.codelikeagirl.com>. Acessado em: 20 abr. 2020.

DIAS, R. A. *et al.* Arduino Não é só Para Meninos: uma iniciativa para atrair meninas para a área de computação. In: CÉSAR, E. T. *et al.* (org.) **Ciência em dia**: jornadas de divulgação científica: ciência para a redução das desigualdades. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

EUGÊNIO JR., A. Por que mulheres negras são pouco valorizadas no mercado de trabalho? **Alma Preta**, São Paulo, 31 jul. 2018. Seção Realidade. Disponível em: <https://almapreta.com/editorias/realidade/por-que-mulheres-negras-sao-pouco-valorizadas-no-mercado-de-trabalho>. Acesso em: 1 maio 2020.

FEREGUETTI, L. Mulheres que mudaram a engenharia e a ciência: Hedy Lamarr. **Engenharia 360**, [s. l.], 13 mar. 2019. Seção Engenharias. Disponível em: <https://engenharia360.com/mulheres-ciencia-hedy-lamarr>. Acesso em: 5 maio 2020.

FRITZING. **Fritzing** - electronics made easy, [20--]. Disponível em: <https://fritzing.org>. Acesso em 1 jun. 2019.

GALASTRI, L. Conheça a programadora que tornou a ida da humanidade à Lua possível. **Galileu**: A ciência ajuda você a mudar o mundo, São Paulo, 20 jul. 2015. Seção Espaço. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2015/07/conheca-programadora-que-tornou-ida-da-humanidade-lua-possivel.html>. Acesso em: 6 maio 2020.

INFOPRETA. **InfoPreta** - Serviços de tecnologia, [2013]. Página inicial. Disponível em: <https://infopreta.com.br>. Acesso em: 10 maio 2020.

L'ORÉAL BRASIL. **Para Mulheres na Ciência**, c2020. Página inicial. Disponível em: <https://www.paramulheresnaciencia.com.br>. Acesso em: 20 maio 2020.

LUISA, I. Katherine Johnson fez muito mais que ajudar o homem a chegar à lua. **Superinteressante** - Enxergue além do óbvio, São Paulo, 27 ago. 2018. Seção História. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/katherine-johnson-fez-muito-mais-que-ajudar-o-homem-a-chegar-a-lua>. Acesso em: 4 abr. 2020.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015.

MORCELLE, V.; FREITAS, G.; LUDWIG, Z. M. C. From School to University: An Overview on STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Gender in Brazil. **QUARKS**: Brazilian Electronic Journal of Physics, Chemistry and Materials Science, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, p. 40-52, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34019/2674-9688.2019.v1.28228>. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/quarks/article/view/28228>. Acesso em: 1 jun. 2020.

MOURA, C. PretaLab: Mulheres negras na tecnologia. **Projeto Colabora** - Sustentabilidade muito além do meio ambiente, Rio de Janeiro, 8 ago. 2019. Disponível em: <https://projetcolabora.com.br/ods5/pretalab-mulheres-negras-na-tecnologia>. Acesso em: 1 maio 2020.

OLABI. **Computação Sem Caô**, [2019]. Página Inicial. Disponível em: <https://www.computacaosemcao.com.br>. Acesso em: 20 maio 2020.

OLABI. **PretaLab**, [2017]. Página Inicial. Disponível em: <https://www.pretalab.com>. Acesso em: 10 maio 2020.

OLIVEIRA, E. Como usar com Arduino – Sensor (Medidor) de Umidade do Solo (Higrômetro). **Blog MasterWalker Shop** - Arduino em Tutoriais e Projetos, Congonhas, [2018?]. Seção Arduino. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-medidor-de-umidade-do-solo-higrometro>. Acesso em: 1 jun. 2020.

PINHEIRO, B. C. S. As mulheres negras e a ciência no Brasil: “E eu, não sou uma cientista?” **Com Ciência** - revista eletrônica de jornalismo científico, Campinas, 8 fev. 2019. Disponível em: <https://www.comciencia.br/as-mulheres-negras-e-ciencia-no-brasil-e-eu-nao-sou-uma-cientista>. Acesso em: 1 maio 2020.

PROGRAMARIA. **PrograMaria**, [2018]. Página Inicial. Disponível em: <https://www.programaria.org>. Acessado em: 15 jun. 2020.

RAMO ESTUDANTIL IEE UFJF. **IEEE Women In Engineering UFJF SBAG**, [20--]. Disponível em: <https://edu.ieee.org/br-ufjf/grupos-de-afinidade/wie>. Acesso em: 15 maio 2020.

REVERB. Hedy Lamarr, a atriz hollywoodiana que usou a música para enganar nazistas. **Reverb** - Inspirados pela música, [s. l.], 22 dez. 2018. Seção Tecnologia. Disponível em: <https://reverb.com.br/artigo/hedy-lamarr-a-atriz-hollywoodiana-que-usou-a-musica-para-enganar-nazistas>. Acesso em: 6 maio 2020.

SILVA, D. L. *et al.* (org. e ed.). **Festival da mulher afro-latino-americana e caribenha**: mulheres negras no mercado de trabalho. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15461. Acesso em: 1 jun. 2020.

WESTON, S. Why aren't more women in computer science? **CIO** - Tech News, Analysis, Blogs, Video, Framingham, 4 jun. 2018. Seção Opinion. Disponível em: <https://www.cio.com/article/3278274/why-aren-t-more-women-in-computer-science.html>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Anexo

Questionário aplicado aos participantes no final de cada oficina

1. Dia e hora do curso

- A. Quinta 1
- B. Quinta 2
- C. Sexta 1
- D. Sexta 2

2. Nível de Esforço

- A. Ruim
- B. Razoável
- C. Satisfatório
- D. Muito bom
- E. Excelente

3. Contribuição para Aprendizagem

- A. Ruim
- B. Razoável
- C. Satisfatório
- D. Muito bom
- E. Excelente

4. Habilidade e capacidade de resposta do instrutor**4.1 Instrutor era um palestrante/demonstrador eficaz?**

- A. Discordo Fortemente
- B. Discordo
- C. Neutro
- D. Concordo
- E. Concordo plenamente

4.2 Instrutor estimulou o interesse do aluno?

- A. Discordo fortemente
- B. Discordo
- C. Neutro
- D. Concordo
- E. Concordo plenamente

4.3 Instrutor estava disponível e foi útil?

- A. Discordo fortemente
- B. Discordo
- C. Neutro
- D. Concordo
- E. Concordo plenamente

5. Por que você escolheu esse curso?

- A. Exigência do grau
- B. Tempo oferecido
- C. Interesse

6. Como você melhoraria esse curso?**7. Quais aspectos deste curso foram mais úteis ou valiosos?**

Entre Medidas e a Intuição: cultura e construção de conhecimentos com tintas naturais

*Marco Antônio Escher¹
Jhon Pabulo Gomes Bermond²
Zélia Maria da Costa Ludwig³*

A criatividade é o catalisador por excelência das aproximações de opostos. Por seu intermédio, sensações, emoções, pensamentos, são levados a reconhecerem-se entre si, a associarem-se, e mesmo tumultos internos adquirem forma. (Nise da Silveira)

Plantas, vegetais comestíveis, frutas, flores, terra, fogareiro, cascas, feijões e o que fazer? Papel, pincel e potinhos. Pintar com cebola? Mas tem todas as cores? E o azul pra fazer o céu da minha casinha? Mas o que fazer? De onde começar? O que vou misturar com água? Quanto devo colocar? Não é mais fácil comprar um potinho de tinta guache na papelaria? Vou ter de colocar a mão na terra?

Essas poderiam ser, e foram, algumas das perguntas e surpresas que rodeavam os pensamentos e frases dos alunos, sentados em volta de um pano cheio de coisas sobre ele.

Era dia doze de março de dois mil e vinte. Aos poucos acabávamos de arrumar o local onde receberíamos os alunos e as alunas. Decerto quase nada precisava ser feito, pois ali já se encontrava tudo o que necessitávamos: cenário

1 Professor do Departamento de Matemática e coordenador do LaCEM / UFJF – Juiz de Fora/MG.

2 Permacultor, designer, pintor e ilustrador orgânico – Niterói/RJ.

3 Professora do Departamento de Física e coordenadora do Centro de Pesquisas em Materiais / UFJF – Juiz de Fora/MG.

composto por exuberante mata preservada, árvores de vários tipos, alturas e cores, flores, arbustos, gramas e outras ervas entrelaçadas, e tudo isso ao som dos pássaros, aos montes.

Nada mais propício para a execução da oficina “Pintura Intuitiva com Tintas Naturais”, com tanta natureza em nossa volta, fazendo parte do Jardim Botânico⁴ da UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora - Minas Gerais). O próprio local escolhido dentro do Jardim Botânico, o Bromeliário/Orquidário, nos presenteava com um espaço com bancos e muito chão pra que os participantes pudessem soltar sua criatividade.

E dessa forma transcorreram as atividades durante os dois dias, naquele local privilegiado, assim como no Laboratório de Ciências no interior do Centro de Ciências da UFJF, onde o verde deu lugar à bancada de mármore, mas onde também a criatividade teve seu lugar.

Este texto tentará reproduzir e transmitir as experiências vividas e as relações entre o conhecimento acadêmico e a intuição ao utilizar os componentes naturais como matéria-prima das produções dos alunos. Procuraremos também trazer informações técnicas sobre o processo de obtenção dos pigmentos e utilização das tintas naturais, tudo a partir de elementos que possam estar em nossa volta. Intuição, experimentações, cultura e Ciência juntas, sendo motivo de nossa conversa.

1 - Oficina Pintura Intuitiva com Tintas Naturais

Os participantes das oficinas foram alunos dos Ensinos Fundamental e Médio de escolas de cidades próximas a Juiz de Fora/MG, que foram escolhidas para participar da 16^a SNCT (Semana Nacional de Ciência e Tecnologia), segundo os critérios constantes no edital promovido pelo CNPq, com atividades desenvolvidas na UFJF por uma equipe de professores do Centro de Ciências através da 8^a Jornada de Divulgação Científica.

4 *Site do Jardim Botânico: www.ufjf.br/jardimbotanico.*

Figura 1 - Local de execução da oficina.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Ao programar a Semana, outros profissionais são incorporados para que novos conhecimentos sejam compartilhados. O tema da Semana do ano de 2019 foi “Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável”⁵. E foi nesse sentido que pudemos trazer para junto do grupo o artista Jhon Bermond, e algumas palavras sobre sua atuação são necessárias para que possamos dimensionar as ações desenvolvidas na oficina.

Jhon é capixaba, mas reside hoje em Niterói/RJ, e emprega em seu trabalho suas vivências, experiências e referências ao pintar com os pigmentos naturais, juntamente de seus estudos sobre a permacultura, dos primeiros contatos em ecovilas na cidade de Magé/RJ que visitou, dos ensinamentos de participantes de projetos de permacultura e bioconstrução, da vivência no projeto Tibá’wue com os índios Xavantes no Mato Grosso, das próprias oficinas que foi realizando ao longo dos últimos anos e de trocas entre as pessoas.

A permacultura, segundo Suçuarana (20--), é um conceito

5 O tema da SNCT buscou mostrar que a Ciência pode ser, de fato, utilizada como ferramenta para o desenvolvimento sustentável do país. Como resultados, a 16ª SNCT totalizou a marca de 101.576 atividades em 1.101 municípios, com a participação de 521 instituições.

criado na década de 70 pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren. Trata-se de um conceito dinâmico, que ao longo do tempo sofreu algumas alterações e tornou-se mais amplo, mas basicamente a Permacultura pode ser entendida como a integração harmoniosa entre as pessoas e a paisagem, de modo que as necessidades (abrigo, alimentação, energia, bens materiais ou não, etc.) sejam supridas de maneira sustentável.

Essa prática de trabalhar elementos naturais na fabricação de pigmentos, segundo Jhon, traz muitas surpresas. Ao compartilhar os ensinamentos, a recompensa retorna ao receber uma mensagem de uma mãe, dizendo que depois de uma oficina a criança começou a comer beterraba, pois não comia. A arte transformal!

Ao compartilhar essas situações, temos uma gama de proveitos. Um deles é para que saibamos o que a natureza tem a oferecer quando falamos de pinturas, e assim criar seus próprios pigmentos, suas próprias experiências. Observar e absorver. Mesmo sabendo que o que compartilhamos aqui é algo para se propagar e se desenvolver, na certeza de que não abordaremos todas as alternativas e experiências.

Outra possibilidade é a de formação continuada dos professores que acompanham seus alunos nas oficinas. Muito se fala da educação indígena e das possíveis relações com, por exemplo, a matemática escolar. Segundo Ferreira (1994, p. 94),

Para o professor do ensino secundário acredito que teríamos (hoje já somos uma dezena de matemáticos assessorando a educação indígena) que escrever especificamente seja um livro paradidático, ou então colaborar com os livros textos de Matemática. No sentido de trazer à escola do não-índio, o conhecimento etno-matemático do índio brasileiro. Alguns livros didáticos dão numerações egípcias, babilônias, romana e mesmo maia, mas nenhum cita a numeração de alguma tribo brasileira.

D'Ambrósio (1990, 1993), Ferreira (1994), Knijnik (1993) e Meira (1993) são exemplos de pesquisadores que se debruçaram para compreender outras culturas e suas relações no campo do ensino da matemática, numa área

de pesquisa da Educação Matemática que hoje intitulamos Etnomatemática (D'AMBROSIO, 1990).

2 - Tintas naturais: um pouco de história

Sabe-se que, há alguns séculos, o termo “tinta natural” não existia, pois toda tinta provinha da manipulação de elementos naturais, e aquilo era simplesmente “tinta”. A distinção entre tinta natural e artificial só viria a ser feita por volta de 1856, quando se obteve uma tinta feita somente por compostos químicos manipulados em laboratório.

As primeiras tintas que temos notícias são das pinturas pré-históricas feitas em cavernas (30.000 a 8.000 A.E.C.). Foram feitas utilizando-se de terras coloridas, pó de rochas, carvão vegetal, sangue e colas vegetais e animais. Como as terras e rochas são pigmentos altamente duráveis e as pinturas estavam protegidas da ação do tempo, muitas delas foram conservadas até hoje.

Caminhando um pouco mais na História, sabe-se que havia ainda poucos corantes, e que muitos deles eram difíceis de serem conseguidos. Alguns corantes eram providos de restos minerais, outros ainda de partes de animais, e para conseguir quantidades irrisórias eram necessários muitos exemplares.

Na Índia, o açafrão-da-terra (*Curcuma longa*) era largamente utilizado para produzir a cor amarela dos mantos dos monges budistas. No século XII E.C. a pedra lápis-lazúli era utilizada como fonte da cor azul ultramar, mas seu uso foi constatado desde 3.000 A.E.C. em afrescos da Suméria. Como a pedra é semipreciosa, este era um pigmento muito caro e difícil de ser encontrado.

No fim do século XV, exploradores europeus ganharam a América e a Índia, de onde trouxeram novos pigmentos, como o amarelo indiano. Os incas, maias e astecas extraíam o carmim de um pequeno inseto (cochonilha), que é utilizado até hoje como corante alimentício. Pouco depois, houve o descobrimento do Brasil e a exploração das nossas riquezas. O pau-brasil, fonte de cor vermelha, passou a ser utilizado na Europa como uma grande novidade, embora aqui fosse muito conhecido pelos indígenas. Nessa mesma linha, outra tinta utilizada por várias tribos indígenas brasileiras provém do urucum.

No século XVII, a pintura a óleo ganha popularidade, e as tintas são produzidas manualmente. Encontram-se registros de que nos ateliês de grandes artistas, sempre havia um auxiliar encarregado de moer e preparar as tintas.

Em 1856, o químico inglês Sir William Perkin descobre o primeiro corante sintético em laboratório. A partir dessa descoberta, muitas pesquisas foram desenvolvidas, e cada vez mais os corantes artificiais passaram a ocupar o lugar dos naturais. Em 1868 a alizarina ganha seu equivalente químico, e em 1880 é a vez do azul índigo.

Na metade do século XX, surge a tinta acrílica. Nos laboratórios, novas cores continuam a ser descobertas e criadas, como as tintas fosforescentes. Na década de 1980, havia 3 milhões de cores disponíveis. Na década de 1990, Estados Unidos, França e Inglaterra proíbem o uso de corantes químicos nas indústrias de alimentos e cosméticos.

3 - Pigmentos em nossas vidas

Ao varrer a calçada, percebe-se que está toda suja de roxo, da amoreira carregada, e deve-se ter cuidado com as roupas, pois se cair uma amora do pé, manchará o local de contato. Na hora do almoço, preparamos uma salada. Note que a mão está manchada de repolho roxo e beterraba. A cúrcuma cai no pano de prato, ficando todo amarelo. O dia está lindo, mas vejo as roupas no varal balançarem com o vento, todas manchadas de terra. Depois da refeição, bebe-se um suco de uva, mas ao deixar cair gotas na toalha, notam-se manchas no tecido. Como se vê, estamos rodeados de cores e de pigmentos naturais.

Figuras 2 e 3 - Frutas, cascas, sementes e outros elementos usados na oficina.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

A natureza oferece matéria-prima abundante para colorir, sem danificá-la. Essa matéria-prima é constituída por pigmentos naturais, que ao invés de serem produzidos a partir de produtos químicos, são extraídos de elementos da natureza. Eles podem ser conseguidos e produzidos a partir de cascas, raízes, folhas, frutas, pétalas, plantas, legumes, verduras, terra, entre outros, dependendo da época do ano.

Os usos e aplicações dos pigmentos são os mais diversos. É possível tingir tecidos, papéis, madeiras, alimentos, paredes, vasos de cerâmica, etc.

Para cada pigmento, há uma forma de extraí-lo. Assim também, uma forma de fixá-lo e conservá-lo melhor nas aplicações. Os aglutinantes, fixadores e conservadores, componentes importantes no processo, também podem ser naturais.

4 - Apresentação da oficina

Durante a 8ª Jornada de Divulgação Científica, desenvolvida pelo Centro de Ciências da UFJF, foram ofertadas quatro oficinas “Pintura Intuitiva com Tintas Naturais”, sendo duas delas nas dependências do Centro de Ciências e outras duas no Jardim Botânico.

Todas as oficinas foram estruturadas com a seguinte dinâmica: (1) coleta de materiais e preparação do local; (2) recepção da turma de alunos; (3) organização do grupo em uma grande roda; (4) pequena introdução sobre a oficina; (5) apresentação dos pigmentos e suas origens; (6) solicitação que os alunos manuseassem os vegetais e minerais ali presentes; (7) produção de alguns dos pigmentos pelos alunos; (8) distribuição dos materiais (pincéis, papel, aquarela); (9) pintura livre pelos alunos; (10) mostra dos trabalhos e troca de impressões de cada um; e (11) limpeza do local, sempre permeada de perguntas sobre a experiência de cada um com aqueles tipos de materiais ali expostos.

Em média, a oficina teve a duração de uma hora e meia, tomando-se por base do item 2 ao 11.

Nota-se que os alunos, após a transposição dos momentos de curiosidade e brincadeira sempre presentes na faixa etária, se colocam atentos, prestando muita atenção e dirigindo perguntas a quem conduz a oficina.

Figura 4 - Fase 5, apresentação dos materiais.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Algumas observações se fazem importantes aqui:

- a) Há desconhecimento por parte de alguns alunos de elementos básicos da natureza, frutas e outros vegetais costumeiramente presentes nos lares.
- b) Há uma inibição inicial para produzir uma pintura própria, desconfiando do potencial de cada um.

5 - Formas de obtenção das tintas

Não há uma medida certa para cada obtenção. Tudo é muito intuitivo, como prestar atenção na quantidade dos elementos na mistura. Por exemplo, na beterraba cozinhando ao fogo, quanto mais água se adiciona, mais rala ficará a mistura. “É preciso sentir o quanto acrescentar de cada componente, fazer testes, e, por fim, se divertir nas aplicações, que é a parte mais divertida”, dizia o artista Jhon ao ser indagado pelos alunos. E isso é que foi o bacana dessa oficina, pois ela foi capaz de despertar sensações e curiosidades nos estudantes.

A tinta é uma mistura de dois elementos: pigmento e aglutinante. O pigmento é o que confere a cor à tinta, e o aglutinante é o que une as partículas, fazendo a tinta aderir à superfície. Existem diferentes aglutinantes, como óleo, cola, goma e ovo, por exemplo. E para cada um, como consequência, diferentes tipos de tinta.

As tintas naturais podem ser obtidas por diversos processos, como cocção, maceração, infusão, fricção ou simplesmente misturando algo com água. A seguir, iremos descrever cada um desses processos e relacionar algumas matérias-primas para conhecimento.

Cocção: Cozinhar a matéria-prima até que a água adquira sua cor. Podem ser cozidos folhas, flores, frutos, sementes e raízes: açai da juçara, cacau em pó (pó da semente), café em pó (pó da semente), cebola comum (casca), cebola roxa (casca), cosmos (flor), cunhã/clitória (flor), erva-mate (folha), feijão preto (semente), jabuticaba (fruto), hibisco, linhaça dourada/marrom (semente), pariri/crajiru (folha), pinhão (semente), repolho roxo, romã (casca do fruto), rosas, uva preta (casca). O líquido colorido pode ser aplicado diretamente no papel, mas um pouquinho de cola lhe dará maior resistência ao tempo. É um processo ideal para as crianças, por não conter álcool.

Maceração: Consiste em deixar a matéria-prima de molho na água fria por cerca de 12 horas. Esse tempo é estipulado para inverno ou meia estação, no verão deve ser deixada por menos tempo, senão começa a fermentar, e isso pode interferir no resultado final. São usados com esse processo: amora (fruto), café, erva-mate, feijão preto, jamelão/jambolão (fruto), urucum (semente) e outros. Aconselha-se usar puro ou com aglutinante. É ideal para as crianças, por não conter álcool.

Infusão: Os elementos são picados e deixados em infusão no álcool até atingirem o seu ponto máximo de cor, cujo tempo varia (minutos, dias, semanas). Quanto mais tempo em infusão, melhor o resultado. Podem ser colocadas em infusão pétalas de diversas flores, folhas, raízes e lascas de madeira, tais como: açafreão (raiz/pó), angico (casca), aroeira (casca), babosa (folha), barbati-mão (casca), cajueiro (casca), catuaba (casca), cravo (semente), hibisco desidratado (flor), ipê-roxo (casca), jatobá (casca), mangaba (casca), pau-brasil (casca), pau-ferro (casca), pau-pereira (casca) e urucum (semente). Algumas infusões, como as pétalas de rosas, dão líquidos quase incolores, e sua cor só aparece depois de algum tempo de aplicada ao papel. Isso é interessante, porque leva o

estudante a questionar sobre os processos oriundos da interação da tinta com o papel ao passar do tempo. Algumas folhas verdes podem dar cores alaranjadas, causando surpresa e questionamento entre os estudantes. O corante obtido pode ser aplicado puro ou com cola. Neste caso, torna-se visguento, e para limpar o pincel deve-se usar álcool, e nunca água.

Fricção: A fricção, como o próprio nome diz, consiste em friccionar elementos diretamente sobre o papel. São friccionadas as plantas que contêm uma quantidade razoável de água em sua composição natural, principalmente pétalas coloridas. Flores ou folhagens podem ter uma cor por fora e outra por dentro.

Liquidificação: Nada mais é do que bater em liquidificador com água. Folhas verdes (espinafre, rúcula, salsinha), beterraba, repolho roxo, pétalas de flores etc. Nesses casos, pode se usar puro ou com aglutinante.

Mistura com água – alguns materiais surtem cores vivas apenas misturando com água, na quantidade desejada. São eles: argila/terras coloridas, carvão vegetal e espirulina em pó (alga).

Figura 5 - Alunos fazendo a cocção de cascas de cebola em água.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Depois de obtido o pigmento ou o corante, mistura-se o aglutinante. É importante destacar que pigmentos e corantes são substâncias que, quando aplicadas a um material, lhe conferem cor. Mas a principal diferença entre eles é que os pigmentos são insolúveis, possuem solidez à luz e alta opacidade, já os corantes são solúveis no meio em que foram aplicados e possuem baixa propriedade de solidez à luz.

6 - Aglutinantes

São substâncias que, adicionadas aos pigmentos, unem as partículas, formando liga. Podem ser naturais, como: gema e clara de ovo, suco de alho, baba da babosa, goma de polvilho, óleo de linhaça, soro de leite, baba de cacto e alguns outros.

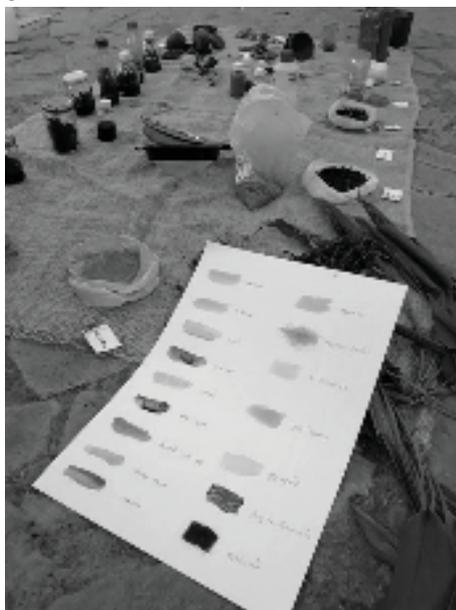
Em componentes como a gema e a clara de ovo e soro de leite, é conveniente acrescentar umas gotas de algum desinfetante que seja também fungicida, para evitar a formação de bolor, ou o próprio sal grosso. Também é aconselhável a utilização de água fervida sempre que necessário o seu acréscimo como diluente.

7 - Fixadores e conservantes

Os pigmentos de procedência vegetal necessitam do acréscimo de fixadores. Há fixadores naturais e químicos, como: ácido tartárico, alho, alúmen de potássio (pedra-ume), bicarbonato de sódio, limão, jenipapo, cola branca, cola caseira, goma arábica, sal grosso, ovo ou vinagre. Muitas vezes, os fixadores são chamados de mordentes (FERREIRA, 2005), exatamente por fixarem a cor ao substrato.

Mudanças de tonalidade e até de cor podem ocorrer se forem acrescentados fixadores diferentes à mesma cor. O suco do limão, o vinagre e o sal grosso, além de conservarem e auxiliarem na fixação das tintas, avivam as cores, deixando-as mais aparentes depois de aplicadas no papel.

Figura 6 - Paleta de cores obtidas durante a oficina.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

No caso de impressão monocromática desta página, descrevemos algumas das cores obtidas aqui:

- Amarela (abacate, açafrão, girassol);
- Laranja (cedro, urucum);
- Rosa (amora, angico, beterraba, repolho roxo);
- Vermelha (beterraba, jabuticaba, pau-brasil);
- Marrom (cebola, café);
- Carmim (amora, beterraba, cebola roxa, feijão, jabuticaba);
- Roxa (açai, hibisco, uva);
- Azul (amora, feijão preto, repolho roxo);
- Verde (erva-mate, espinafre);
- Branca (cal, ovo);
- Preta (carvão);

- E vários tipos de terra produzem cores variadas, como preta, cinza, marrom, laranja, vermelha e amarela.

Para mais informações, veja na apostila de Bermond (2020).

8 - Durabilidade e conservação

Ao trabalhar com tintas naturais, surgem dúvidas quanto a sua durabilidade e conservação. Conforme o tipo de tinta que estamos trabalhando, teremos comportamentos diferentes do resultado no papel. São tintas vegetais ou minerais? Infusões no álcool ou cocções?

Com raras exceções, as tintas vegetais são sensíveis à luz e sempre vão perder um pouco da sua cor. São instáveis, por isso às vezes conseguimos belíssimas cores de flores e frutos que depois ficam amarronzadas. Portanto, as pinturas feitas com tintas vegetais são frágeis e não devem ficar expostas ao sol. Se não forem tomados os cuidados corretos, podem criar fungos na própria pintura.

Já as tintas de terra não desbotam nunca, mesmo sob um sol forte. Também não apresentam problemas de conservação, nunca criam fungos, nem na pintura, nem na tinta. As tintas vegetais de infusão no álcool também podem ser guardadas por tempo indeterminado, já as cocções e liquidificações devem ser descartadas após o uso ou guardadas em geladeira por mais alguns dias. Podem ainda ser congeladas para outra ocasião.

9 - Cuidados: a toxicidade de alguns elementos

Embora a natureza tenha plantas tóxicas (copo-de-leite, espirradeira, comigo-ninguém-pode), a tinta natural apresenta menos riscos que a artificial. Na pintura a óleo, por exemplo, as tintas não devem ser tocadas com as mãos, e os solventes são extremamente danosos à saúde, causando sérias intoxicações e podendo mesmo levar à morte quem os usa de maneira indevida.

Recomenda-se, assim, cuidado na seleção dos vegetais, optando-se por aqueles que não oferecem riscos quando de sua manipulação. Deve-se também ter muito cuidado com as tintas em infusão no álcool que, por se tornarem inflamáveis, devem ser mantidas longe do calor, das chamas e das crianças.

Figura 7 - Alunos experimentam frutas desconhecidas por eles.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Figura 8 - Produções de alunos.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Figura 9 - Final de uma das oficinas, alunos e suas produções.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

10 - Finalizando

O objetivo deste artigo foi apresentar a prática em uma oficina, retratar as experiências vividas, e as relações entre o conhecimento acadêmico e a intuição ao utilizar os componentes naturais como matéria-prima das produções dos participantes.

Escolhemos por dar destaque à descrição das atividades e da técnica ali aplicadas. Mas em meio a tanta percepção e prática, notamos alguns elementos matemáticos entremeados nas frases de todos que estavam participando: “Quanto?” “Dobro?” “Temperatura de...?” “Mistura quanto com quanto?” “É pra pesar?” “Esperar quanto?” Mas as respostas sempre seguiram a intuição, a experiência e a observação, prevalecendo às medidas padronizadas. Como disse nosso artista-professor: “não há medida para cada mistura, tudo é muito intuitivo”.

Com certeza, intuição e ciência se encontram na prática artística de forma harmoniosa para a construção do conhecimento. Temperaturas ideais, proporções e outras medidas estão ali sendo constantemente desafiadas. E o mais interessante, dando espaço para o conhecimento popular, em que o

corante verde poderia ser mais claro ou mais escuro, o azul que veio do repolho poderia ser mais forte, mas qual o problema? “Aquele marrom poderia ser mais marrom”, diria a criança. “Tente novamente”, diria o professor.

No dia-a-dia, dona Lili não usa medidas para faz um “bolinho de chuva” delicioso. Mistura tudo, vai acrescentando os ingredientes e sentindo a textura. Pedro usa todos os utensílios de medida da cozinha, mas às vezes o forno não ajuda, embora o resultado também seja bom, original, diria. Maria sabe tudo de cabeça e no auge de seus 85 anos, repete qualquer receita “décor”. E assim a cozinha vai andando. E é dessa forma que o conhecimento vai sendo passado entre as gerações, mantendo as tradições e resgatando a ancestralidade de cada um.

Na escola, essas situações são constantemente desafiadas. Nos bancos escolares, conhecimentos populares e científicos são colocados diariamente à prova. Não se trata de advogar em defesa de um ou outro. Sim, a escola é o local onde isso deve ser tratado, mas com muita seriedade e respeito. O simples ato de enaltecimento do conhecimento popular pode trazer consequências que a própria história se encarrega de contar. Quem não se lembra de relatos de que já foi incentivada, em conhecimentos passados de mãe a filha, de que colocar teia de aranha no umbigo do recém-nascido poderia ser bom? Por outro lado, o conhecimento científico tem seu lugar, e, em quase todas as circunstâncias, foi gerado pela necessidade das pessoas de uma determinada sociedade, com suas possibilidades, seus desejos e conhecimentos à época. Transfusões de sangue já foram feitas durante o século XIX sem o compromisso da compatibilidade de tipo. Hoje, a compatibilidade e o fator Rh, descoberto em 1940, estabelecem critérios seguros para a transfusão.

Como pesos, medidas e proporções foram aqui relatados, trazemos a mesma discussão para o conhecimento matemático. Segundo D’Ambrosio (1993), essa preocupação deve estar presente na escola: “Etnomatemática é o que possibilita nossa libertação das verdades matemáticas universais e que respeita o aprendizado não acadêmico do cidadão”. O autor defende em seu trabalho o compromisso e o respeito que a escola deve ter com o conhecimento dos povos. Ainda, segundo Meira (1993, p. 22),

A prática escolar pode envolver atividades matemáticas que não são ligadas ao “mundo-real” (fora da escola) de forma óbvia, mas

que podem ser desenvolvidas no sentido da construção de significados robustos e ligados ao cotidiano das crianças (dentro da escola).

Finalizando, ficam também algumas preocupações importantes sobre os materiais utilizados na oficina. Ao coletar materiais da natureza, devemos ter o cuidado para não modificar o ambiente nem causar impacto. Recolher apenas uma pequena parte de cada planta de um mesmo local, evitando que a planta se esgote e permitindo que outros também possam colhê-la. Trata-se de um momento onde o respeito à natureza e a valorização de práticas sustentáveis tão importantes para a humanidade podem ser discutidos.

Na cidade, tentar reaproveitar ao máximo os alimentos que não serão consumidos, como alimentos impróprios de sacolões e feiras, por exemplo, e cascas de verduras e legumes em sua casa. Coletar e congelar também é uma possibilidade, inclusive com frutas, e respeitar a época de cada elemento é importantíssimo.

E um último recado: “Vamos colorir a vida!”

Referências bibliográficas

BERMOND, J. **Apostila Intuitiva de Pigmentos Naturais**. 1. ed. [S. l.]: Arte da Terra, [2020]. Disponível em: <https://www.jhonbermond.com.br>. Acesso em: 01 ago. 2020.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática**. São Paulo: Editora Ática, 1990.

_____. Etnomatemática: um programa. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, DF, n. 1, p. 5-11, 1993. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/article/view/1936>. Acesso em: 10 jun. 2020.

ECOVILA EL NAGUAL. **Ecovila El Nagual**, c2015. Página inicial. Disponível em: <https://artnagual.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2020.

FERREIRA, E. L. **Tingimento Vegetal: teoria e prática sobre tingimento com corantes naturais**. 1. ed. São Paulo: Comissão Pró-Índio de São Paulo, 2005. Disponível em: <https://cpisp.org.br/publicacao/tingimento-vegetal>. Acesso em: 1 ago. 2020.

FERREIRA, E. S. A importância do conhecimento etnomatemático indígena na escola dos não-índios. **Em aberto**, Brasília, DF, ano 14, n. 62, p. 89-95, 1994.

Disponível em: http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/490523. Acesso em: 10 jun. 2020.

KNIJNIK, G. O saber popular e o saber acadêmico na luta pela terra. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, DF, n. 1, p. 28-42, 1993. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/article/view/1939>. Acesso em: 10 jun. 2020.

LOWCONSTRUTORES DESCALZOS. LowConstrutores DescalZos. [Adaptado do artigo de] Mônica Filipa M. Guerra da Rocha. Circulando pelos caminhos da sustentabilidade - uma história de nomadismo socioambiental. **Ecoeficientes** - Portal sobre construção sustentável, São Paulo, [2013?]. Disponível em: <http://www.ecoeficientes.com.br/lowconstrutores-descalzos>. Acesso em: 10 jun. 2020.

MEIRA, L. O mundo real e o dia a dia no ensino de matemática. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, DF, n. 1, p. 19-27, 1993. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/article/view/1938>. Acesso em: 10 jun. 2020.

SILVEIRA, N. **Imagens do inconsciente**. Rio de Janeiro: Alhambra, 1981.

SUÇUARANA, M. S. Permacultura. **InfoEscola** - Navegando e Aprendendo, [s. l.], [20--]. Seção Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/permacultura>. Acesso em: 10 jun. 2020.

Domo Geodésico: matemática, química, física e sustentabilidade juntas

*Valdemir Ludwig
Zélia M. C Ludwig
Marco Antônio Escher
Victor Hugo de Oliveira
Yuri Germano*

Resumo

Este texto descreve a experiência na proposição de uma oficina com a construção de um domo geodésico no Centro de Ciências da UFJF usando cabos de vassoura (com frequência 2 e diâmetro final de 3 m) e de domos menores usando palitos de bambu. A oficina propõe facilitar a capacitação na construção de cúpulas geodésicas usando material de baixo custo, como cabos de vassoura e bambu, com o intuito de difundir conceitos de sustentabilidade e baixo impacto ambiental. No ensino, ela pode ser usada na Matemática para ensinar conceitos de geometria, polígonos e poliedros, na Física conceitos de força, na Química as estruturas de ligações dos átomos, caso do fulereno, e na Arquitetura usando um design diferenciado na construção de habitações, estufas, planetários, áreas de evento e lazer. Foi dividida em duas partes: teórica, em que se aprende a calcular o tamanho das barras e os ângulos das conexões através de ferramentas gratuitas; e a escolha de diferentes materiais (cabos de vassoura, madeira, bambu, tubos de PVC ou aço). O texto percorre também aspectos teóricos sobre o domo geodésico, assim como a apresentação de materiais e sites sobre o tema. Essa proposta faz com que eles sejam capazes de planejar a sequência de montagem de estruturas maiores, além de ser uma atividade que pode ser realizada na sala de aula, por meio de uma prática

colaborativa capaz de reunir alunos, professores, pais e comunidade na busca de conhecimento teórico combinado com aprendizagem prática e participativa.

1 - Introdução

O tema da **16ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável**, de 2019, buscou enfatizar o desenvolvimento sustentável do Brasil por meio da bioeconomia e sua relação com a Agenda 2030, estabelecida pela Organização das Nações Unidas (ONU). No relatório *Nosso Futuro Comum* (COMISSÃO..., 1991), elaborado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, da ONU, e traduzido para o português pela editora fundação Getúlio Vargas em 1991, ficou consolidado um novo conceito: “desenvolvimento sustentável”, isto é, o desenvolvimento capaz de atender às necessidades das atuais gerações sem comprometer os direitos das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades. Ao final, o relatório aponta sete pontos para se atingir o desenvolvimento sustentável.

1. Um sistema político que assegure a efetiva participação dos cidadãos no processo decisório;
2. Um sistema econômico capaz de gerar excedentes e *know-how* técnico em bases confiáveis e constantes;
3. Um sistema social que possa resolver as tensões causadas por um desenvolvimento não equilibrado;
4. Um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento;
5. Um sistema tecnológico que busque constantemente novas soluções;
6. Um sistema internacional que estimule padrões sustentáveis de comércio e financiamento;
7. Um sistema administrativo flexível capaz de se autocorrigir.

Nos pontos destacados acima, podemos enfatizar que a maioria deles tem uma relação direta com a educação, além de interagir com aspectos fundamentais da sobrevivência humana, a exemplo do desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis e circulares que garantam, de forma integrada,

as seguranças hídrica, energética e alimentar. É sabido que em países cujos alunos possuem baixo rendimento escolar, os aspectos relacionados acima (seguranças hídricas, energéticas e alimentar) também são insatisfatórios. Um exemplo próximo é a atual situação brasileira, em que cerca de 7,3% dos estudantes atingem níveis satisfatórios de aprendizagem em matemática, segundo dados de 2017 do IDEB¹ (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica). Defronte de tais dados, conclui-se que é necessário buscar novos meios de resolver essa problemática, inovando de maneira criativa o modo de se ensinar ciências e matemática.

Pensando assim, ao se trabalhar com a matemática e o meio ambiente em estruturas sustentáveis, abre-se espaço a um novo olhar, o do conhecimento empírico. Conhecimento este baseado na aplicabilidade dos conceitos adquiridos e na relação com o meio, contribuindo para um ensino diversificado e com resultados satisfatórios.

Propomos refletir, por exemplo, que o formato circular da cúpula geodésica² possa permitir uma mudança e um aprimoramento nas práticas e no espaço de ensino-aprendizagem, nos convidando a confrontar os padrões comumente empregados dentro das salas de aula, onde os alunos ficam sentados, enfileirados, olhando para as costas dos colegas, na estrutura matricial da maioria das salas de aula. Uma mudança espacial, relacional e afetiva, recriando o ambiente da sala, transformando-o em um lugar de movimento, de troca de saberes, de horizontalização do olhar e de reconhecimento das diferenças (REDE..., 2015).

Sendo assim, propomos neste texto uma reflexão aos métodos tradicionais de ensino, apresentando em teoria e prática uma sugestão ao professor que possa integrar várias áreas do conhecimento. Para isso, mostraremos a arquitetura do domo geodésico com estrutura perfeita, bioinspirada e minimalista, que vai ao encontro das propostas de desenvolvimento sustentável. A estrutura do domo e suas formas geométricas, como o triângulo, a esfera e o círculo, estimulam no aluno a troca e a partilha, a representação e a interpretação geométrica, presentes nos aspectos globais e/ou corriqueiros. Dessa forma, buscando proporcionar o entendimento desse conhecimento e a correlação com

1 Resultados do índice de desenvolvimento da educação básica (BRASIL, 2017).

2 “Cúpula geodésica” e “domo geodésico” são denominações de estruturas de construções e serão tratados com mais profundidade ao longo do artigo.

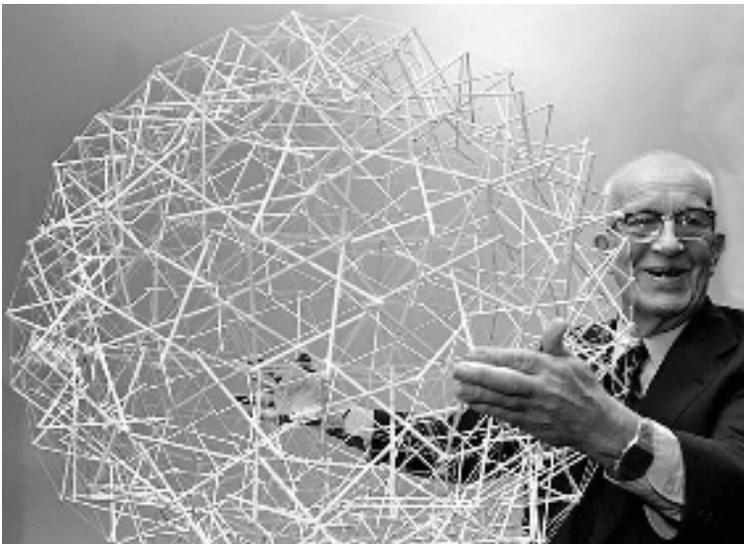
os conteúdos de sala de aula, utilizando-se dessas informações para facilitar as relações com as outras áreas da matemática, da física, da química e de diferentes áreas do conhecimento. Apresentamos uma sequência didática para a construção de formas geométricas dentro e fora da sala de aula usando materiais simples e de fácil acesso.

Boa leitura!

2 - Estrutura do Domo Geodésico

Quando se fala em estruturas geodésicas, o primeiro nome que vem à mente é o do inventor e arquiteto autodidata americano Richard Buckminster Fuller, nascido em Milton, Massachusetts, EUA, em 1895 (Figura 1). Fuller ficou mais conhecido pela invenção do domo geodésico, estrutura arquitetônica mais leve e forte e com melhor relação de custo-benefício jamais projetada. As cúpulas geodésicas propostas por Fuller são a concretização das suas pesquisas no sentido de encontrar o máximo de eficiência na tecnologia das estruturas. “A partir dos anos 30 do século XX ele passa a propor uma série de experimentos e artefatos inovadores e a partir dos anos 50 inicia a construção e divulgação das construções geodésicas” (DINIZ, 2006, p. 25).

Figura 1 - Richard Buckminster Fuller e uma estrutura geodésica, 18 de abril de 1979.



Fonte: *Poet Architecture*, Flickr, 2016.

Fuller começou a estudar na Universidade de Harvard, mas foi expulso desta universidade. Fez serviço militar na marinha norte-americana durante a Primeira Guerra Mundial. Em 1927, com a idade de 32 anos, na bancarrota e desempregado, vivendo em condições precárias em Chicago, viu a sua jovem filha, Alexandra, morrer de pneumonia durante o inverno. Sentindo-se culpado, começou a beber e pensou em suicidar-se. Segundo as suas palavras, quando ia consumir o ato, decidiu fazer “uma experiência: descobrir o quanto poderia um único indivíduo contribuir para mudar o mundo e beneficiar toda a humanidade.” No meio século que se seguiu, Fuller presenteou o mundo com um largo espectro de ideias, projetos e invenções, que visavam essencialmente a eficiência e o baixo custo de habitações e transportes. (BUCKMINSTER FULLER, 2020)

É responsável pela disseminação do domo e de outras estruturas geométricas buscando o maximizar a economia dos recursos naturais.

As estruturas geodésicas, como são hoje conhecidas, ganharam novo impulso a partir do advento da revolução industrial e da construção metálica aliada a uma forma de construir que busca a economia de recursos, a leveza estética e a produção em série, além de buscar, de maneira própria, as lições geométricas e ordenadoras da natureza. A chegada do século XXI traz a discussão e a conscientização das comunidades em torno das questões ambientais, tais como a preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade dos diversos meios de produção e dos ambientes construídos.

“Domo” é uma palavra de origem grega (“*domos*”) e latina (“*domus*”) que significa “construção” ou “casa”. Por sua vez, o termo “geodésica” remete-nos para a forma da Terra (geo: Terra; désica: dividida). Os domos geodésicos são uma forma arquitetônica de grande estabilidade e resistência mecânica. Provavelmente, os primeiros domos foram erguidos nos primórdios da civilização humana, e continuaram a ser construídos ininterruptamente, até os dias de hoje. A estabilidade estrutural proporcionada pelo domo hemisférico talvez justifique, pelo menos em parte, o bom estado de conservação a que chegaram até nós alguns edifícios antigos que têm nos respectivos domos o seu elemento compositivo mais marcante, como é o caso do Panteão de Roma, cujo início de sua construção data do ano 27 a.C. e da Basílica de Santa Sofia, erguida

em Istambul no ano 360 d.C. Nesses casos, os domos foram construídos em templos e igrejas (Figuras 2 e 3).

Figuras 2 e 3 - Panteão de Roma (esq.) e Basílica de Santa Sofia (dir.).



Fonte: Google Earth (esq.) e Needpix.com (dir.).

Outros exemplos de grandes construções que usam domo e cúpulas em suas estruturas são as do mausoléu Taj Mahal (Índia) e a do Santuário de Nossa Senhora Aparecida (São Paulo/Brasil), cuja cúpula tem um diâmetro de 32 m (Figuras 4 e 5).

Figuras 4 e 5 - Taj Mahal, Índia (esq.) e Santuário de Nossa Senhora Aparecida, São Paulo, Brasil (dir.).



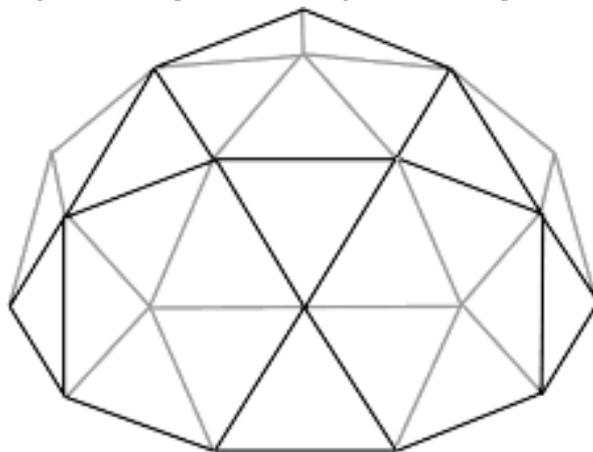
Fonte: Pixabay (esq.) e Wikimedia Commons (dir.).

A sistematização matemática e o formato dos domos foram desenvolvidos por Richard Buckminster Fuller, permitindo assim a popularização

da ideia, pela qual recebeu uma patente nos EUA em 1954 (TARNAI, 1996). Podemos definir a estrutura geodésica como sendo uma trama composta por polígonos planos em que a interseção das linhas retas desses polígonos, ou vértices, coincide com uma superfície esférica ou oval. São estruturas com autossustentação e extraordinária resistência e leveza devido à sua forma esférica. O formato esférico do domo faz com que essa estrutura se autossustente. Um sistema de transmissão de tensão se constitui na medida em que as diversas formas geométricas que formam sua casca se comunicam, apoiando-se umas nas outras e constituindo um verdadeiro organismo, no qual todas as partes se comunicam e se sustentam (MORENO; KUNZ; NETO, 2013). E por possuir tantas características, seu conceito pode ser usado almpamente no ensino de Física (Mecânica) e em Matemática (Geometria), por exemplo.

As estruturas geodésicas mostradas na Figura 6 são derivadas da geometria poliédrica, geradas pela subdivisão de um poliedro ou parte dela. Os vértices deste poliedro tocam a superfície de uma esfera imaginária, que o circunscribe. O que define a estrutura do domo geodésico é aquela trama composta por polígonos planos diversos, em que a interseção das linhas retas destes polígonos, ou seus vértices, coincidem com uma superfície esférica.

Figura 6 - Exemplo de um domo geodésico de frequência 2.



Fonte: Gerado pelos autores no *site Desert Domes*, disponível em: <http://www.desertdomes.com/dome2calc.html>.

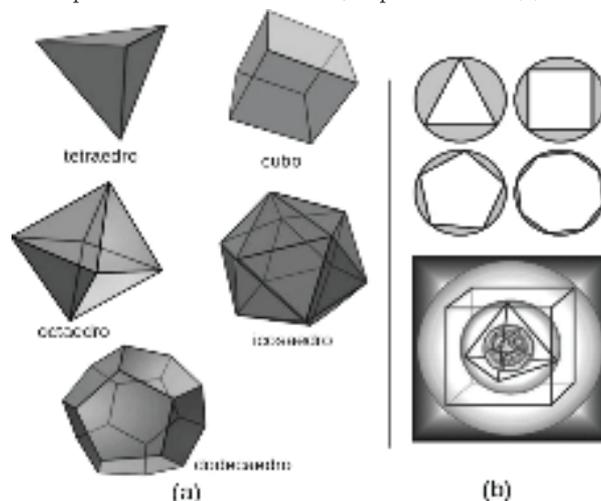
Para se iniciar a compreensão de como se criam cúpulas geodésicas, é necessário, no mínimo, o entendimento básico sobre geometria, principalmente sobre polígonos e poliedros, pois é a partir deles que se formam as cúpulas geodésicas.

Polígono pode ser definido como sendo uma figura com lados e fechada. A palavra “polígono” vem da palavra em grego “*polygonos*” (“*poly*” + “*gonos*”), que significa “ter muitos ângulos”, embora comumente nos referimos a eles quanto ao número de lados.

Já os poliedros, são sólidos em três dimensões com faces poligonais planas, bordas retas (arestas) e cantos ou vértices acentuados. A palavra poliedro vem da junção das palavras do grego clássico “*poly*” (“muitas”) e “*hedra*” (“faces”).

Os cinco poliedros regulares – sólidos cujas faces correspondem aos polígonos regulares iguais – são os únicos sólidos convexos de faces iguais e que são circunscritos em esferas, podendo ser utilizados como sólidos geradores de domos geodésicos de diferentes tipos, a partir da divisão poligonal das respectivas faces. Como os nomes indicam, o tetraedro tem 4 faces, o hexaedro (ou cubo) tem 6, o octaedro tem 8, o dodecaedro tem 12 e o icosaedro tem 20 (Figura 7).

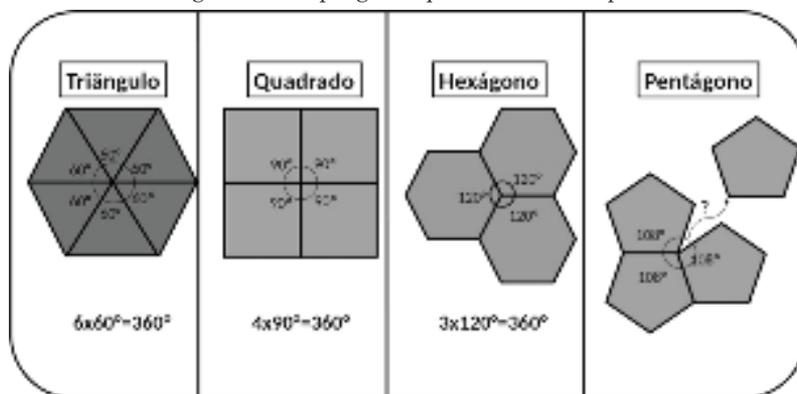
Figura 7 - Sólidos platônicos (a) e polígonos e poliedros circunscritos por circunferências e esferas, respectivamente (b).



Fonte: Acervo dos autores.

O domo geodésico (ou superfície geodésica) é formado quando se cobre uma superfície com polígonos. Se tentarmos preencher integralmente a superfície plana usando apenas um tipo de polígono regular, concluiremos que existem apenas três soluções, em que se emprega o hexágono, o quadrado e o triângulo, uma vez que os respectivos ângulos internos são os únicos submúltiplos de 360° (Figura 8).

Figura 8 - Preenchimento de superfícies planas usando: triângulo, quadrado e hexágono. São os polígonos que cobrem uma superfície.

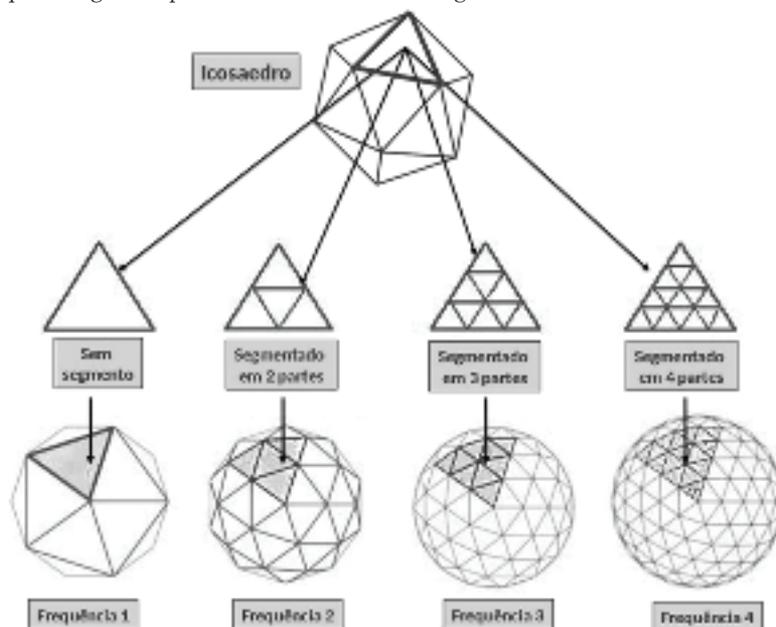


Fonte: Acervo dos autores.

Os ângulos nos vértices dessas superfícies são submúltiplos de um ângulo de 360° . Qualquer outra forma de polígono não é capaz de cobrir integralmente uma superfície, como ilustrado no caso do pentágono.

Uma superfície geodésica pode ser composta apenas por polígonos regulares planos, como triângulos ou quadrados, em que as linhas têm a mesma dimensão, ou também por polígonos irregulares de diferentes conformações. O domo geodésico mais conhecido é um poliedro de faces triangulares, em que os vértices se encontram à mesma distância de um ponto fixo que corresponde ao centro da esfera que circunscreve o poliedro. Na Figura 9, usamos o icosaedro para ilustrar a divisão dos triângulos desse poliedro em triângulos menores.

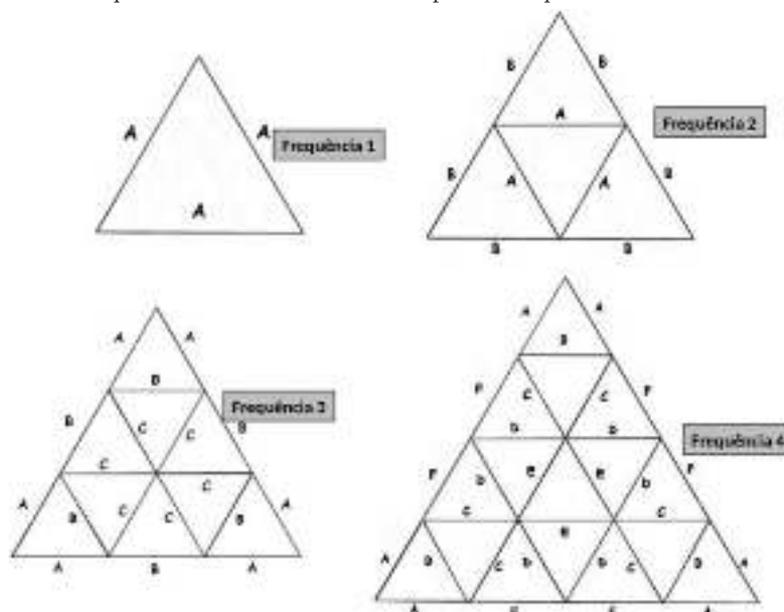
Figura 9 - Formação de um domo a partir da divisão de triângulos. Neste caso, são mostradas 4 frequências geradas pela divisão de uma face triangular do icosaedro em novos triângulos.



Fonte: Acervo dos autores.

O triângulo inicial é dividido em novos triângulos menores, ou seja, cada triângulo é segmentado (com linhas horizontais) em novas partes. Na frequência 1, temos um único triângulo sem linha horizontal. Já na frequência 2, temos uma linha horizontal que divide o triângulo em duas novas partes. E, assim, na frequência 3, são duas linhas horizontais que dividem o triângulo em três partes. É possível fazer uma análise das possibilidades de divisões a partir da figura de um icosaedro, sempre levando em conta as linhas horizontais que dividem o polígono em novas partes, denominadas de frequências. As divisões dos triângulos formados estão ilustradas na Figura 10, em que as arestas de cada triângulo são representados por letras. Na frequência inicial, temos as arestas todas iguais, ou seja, o poliédro é formado por triângulos equiláteros. Na frequência 2, temos arestas de dois comprimentos diferentes, A e B. Portanto, para formar um domo de frequência 2, independentemente do tamanho, precisamos de arestas com dois comprimentos diferentes. Isso também vale para domos com frequências maiores.

Figura 10 - Ilustração das divisões de uma face triangular de um icosaedro, em que o tamanho de cada aresta é representado por uma nova letra.



Fonte: Acervo dos autores.

Uma superfície esférica pode também ser decomposta em múltiplos triângulos que apresentarão forças não paralelas, em que as cargas locais são distribuídas através de sua área, utilizando toda a estrutura. Esses domos podem ser proporcionalmente mais finos e leves que a casca de um ovo de galinha, incorporando o princípio de redução de custos ao abrigar o maior volume de espaço interior através da menor superfície externa de material empregado, o que é em si um poderoso conceito quando se fala de economia de custos e energia. Quando o diâmetro dessa esfera é multiplicado por dois, sua área interna quadruplica e o volume é oito vezes maior. Assim, um domo pode funcionar como um eficiente abrigo usando superfície de cobertura menor.

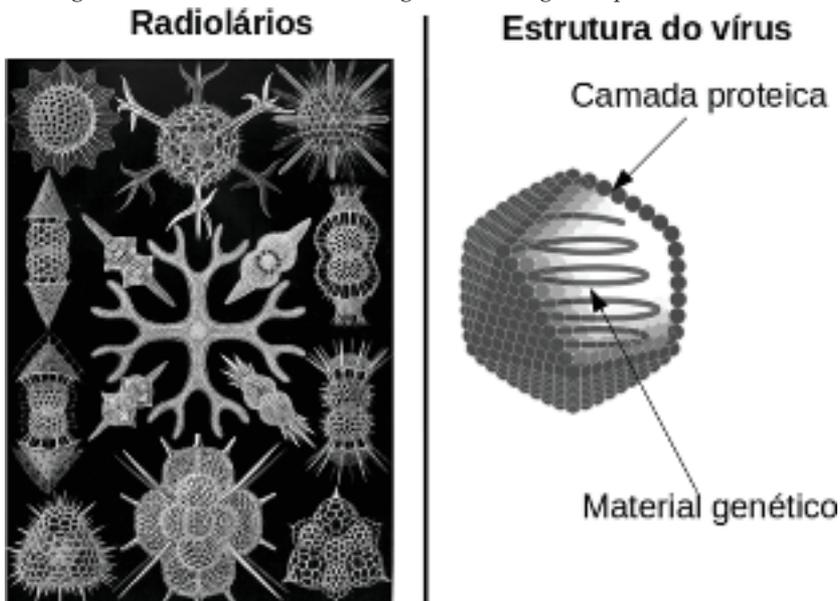
3 - Domo Geodésico e a relação com a bioeconomia e a sustentabilidade

Nos últimos anos, o aumento da densidade demográfica nos grandes centros urbanos tem desencadeado um consumo exagerado de recursos

naturais. Um dos caminhos que tem se mostrado bastante promissor para solucionar esse e outros problemas vem de um olhar mais cuidadoso sobre a natureza, visto que depois de bilhões de anos de evolução, as formas naturais representam exatamente o que funciona, é mais apropriado, econômico e durável (SOARES *et al.*, 2016). Dessa forma, é possível entender que, antes mesmo de o homem existir, a natureza já tinha dado origem, há tempos, a “alta tecnologia” capaz de feitos incríveis, tais como: otimização de espaços compactos, impermeabilização, mobilidade econômica, alta resistência, controle de temperatura, construção de habitats, estruturas etc.

Apesar da forma demasiadamente geométrica, Gorman (2005) explica que Buckminster buscou inspiração para as estruturas geodésicas nas estruturas dos protozoários unicelulares chamados radiolários ou radiolária (Figura 11). Esses seres escondem esqueletos minerais intrincados, geralmente com uma cápsula central que divide a célula em duas porções: uma interior, chamada de endoplasma, e outra exterior, o exoplasma. A cápsula interna central dos radiolários é esférica e perfurada, sendo constituída por quitina e ligada a um esqueleto que pode assumir formas de poliedros regulares.

Figura 11 - Radiolários e estruturas geométricas regulares presentes em vírus



Fonte: Pixabay (esq.) e Wikimedia Foundation (dir.).

As estruturas virais são constituídas de subunidades protéicas idênticas repetidas, sendo o icosaedro a forma mais simples de se montar tais subunidades. Um poliedro regular é usado porque ele pode ser construído a partir de uma única unidade protéica básica e replicada várias vezes. Com isso, economiza-se espaço no genoma viral. Dentre os icosaédricos, podemos citar o poliovírus (vírus da poliomielite) e o adenovírus (vírus que causa diversas infecções respiratórias e conjuntivite em seres humanos e outros animais vertebrados). O mundo mineral também nos apresenta inúmeros exemplos matemáticos de sólidos geométricos. Um dos mais famosos é a chamada “Calçada dos Gigantes”, um vasto aglomerado de colunas de rocha basáltica vulcânica, em formas hexagonais e pentagonais que se erguem junto à costa setentrional do Planalto de Antrim, na Irlanda do Norte. Outros exemplos são as muitas formas cristalinas naturais em formato de tetraedro (calcopirita), de hexaedro (galena) e de octaedro (magnetita), alguns desses minerais encontrados nas minas de Minas Gerais e exemplificados na Figura 12.

Figura 12 - Formas geométricas regulares encontradas em rochas e minerais.



Calçada dos gigantes



calcopirita



galena



magnetita

Fonte: Wikimedia Commons (inf. dir.) e Pixabay (demais imagens).

Ainda no século passado, o arquiteto e engenheiro Buckminster Fuller já compartilhava dessas ideias, baseando toda uma trajetória de pesquisas e projetos guiados por esse princípio utilizado pelos seres vivos para as suas criações na natureza, o de fazer o uso máximo com recursos mínimos (*“more with less”*). O “nosso planeta”, a “Espaçonave Terra”, não tem uma fonte inesgotável de recursos naturais como o petróleo, a madeira, a água, o ar limpo, dentre outros recursos. Na medida em que vai se povoando mais e mais, é muito importante pensar em soluções que garantam que as pessoas possam viver melhor com os mesmos recursos. Uma proposta é reduzir a quantidade de materiais desperdiçados, para que outras pessoas possam aproveitar. E todos nós podemos melhorar a qualidade dos materiais e encontrar diferentes maneiras de usar cada grama de material, unidade de energia e minuto de tempo (FULLER, 1969). Fuller defendia que a estrutura de um domo esférico pode se transformar em uma eficiente atmosfera interior para a ocupação humana, uma vez que o ar e a energia circulam sem obstrução, o que promove ventilação e aquecimento natural. Abrigos geodésicos têm sido construídos em diferentes cantos do planeta e têm se mostrado eficientes em diferentes climas e temperaturas. Ainda segundo Maron (2018), um domo é energeticamente eficiente por diversas razões:

1. O decréscimo da área superficial demanda menos materiais de construção.
2. A exposição ao frio no inverno e ao calor no verão decresce, porque, sendo esférico, há menor área superficial por unidade de volume por estrutura.
3. O interior côncavo cria um fluxo de ar natural que permite que o ar quente ou frio flua uniformemente através do domo.
4. Turbulências externas de vento são minimizadas, porque esse vento, que contribui para aquecer ou esfriar, perde força em torno do domo, por efeito aerodinâmico.
5. Os domos funcionam como um grande ponto refletor, refletindo e concentrando a temperatura interior, evitando a perda de calor radiante nos climas mais frios.

4 - Domo geodésico e o ambiente escolar

As formas geométricas estão presentes em nosso dia-a-dia e em todos os lugares. Como elas nos rodeiam, podemos encontrá-las nas coisas mais simples ou mais extraordinárias. A geometria está presente de diversas formas e em variadas situações na nossa vida, seja na natureza, nos objetos que usamos, nas artes, nas brincadeiras infantis, nos jogos, nas construções etc. Ela faz parte da vida do ser humano desde a Antiguidade, sendo um dos ramos mais antigos da matemática que estuda o espaço e as formas que podem ocupá-lo. Por esse motivo, o ensino de geometria é importante na formação do aluno.

É comum encontramos estudantes que reclamam das dificuldades que encontram na disciplina de matemática, ou de professores que relatam dificuldades em ensinar matemática. Relatos de professores apontam a dificuldade em ensinar os conteúdos por falta de materiais necessários para trabalhar. Devido à falta de estrutura e materiais em muitas escolas públicas, muitos professores sentem-se desmotivados em preparar aulas práticas, pedagógicas e diferenciadas no ensino de geometria plana e especialmente no ensino de geometria espacial. O ensino e a aprendizagem da geometria, por um longo tempo, ficaram em segundo plano nos currículos de matemática das escolas brasileiras, estando ausentes ou quase ausentes, como constata Clemente *et al.* (2015) em um trabalho publicado no VII Encontro Mineiro de Educação Matemática.

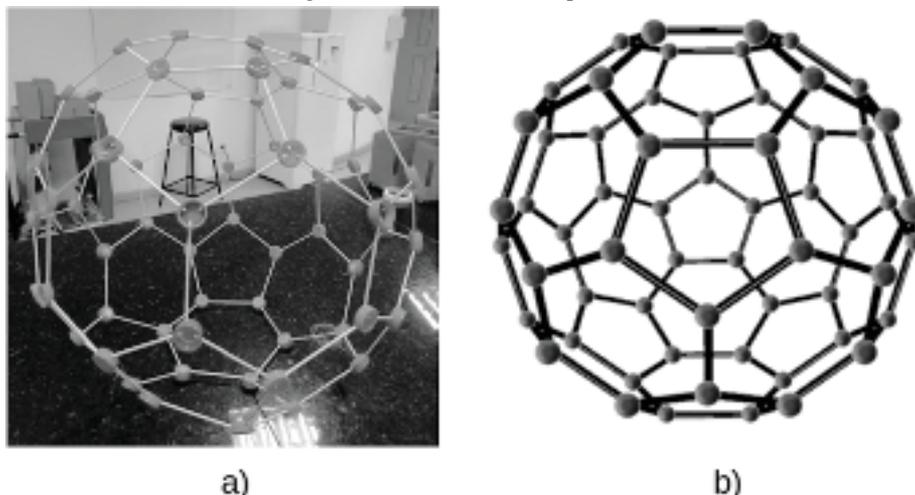
De acordo com Lorenzato (1995), existem duas razões principais para isso: muitos professores não tinham os conhecimentos necessários para ensinar geometria, aliada à exagerada valorização que se atribuía aos livros didáticos, que, muitas vezes, traziam esses conteúdos como um conjunto de fórmulas e definições que era apresentado em seus capítulos finais, aumentando a possibilidade de eles não serem abordados, devido à falta de tempo.

Sobre os diferentes tipos de problemas encontrados no ensino das escolas brasileiras, Fainguelernt e Nunes (2012, p. 5) apontam o fato de: os alunos estarem desmotivados para estudar matemática, os professores desmotivados e com dificuldade de selecionar problemas que despertem nos alunos vontade de resolvê-los, e continuando a repetir antigos modelos e ensinando, ainda hoje, uma matemática de forma automatizada, descontextualizada e não integrada a outras áreas do conhecimento.

Nesse contexto, deve-se pensar que a educação básica em matemática é um poderoso instrumento disseminador de competência para o pensamento quantitativo nas sociedades modernas. E que esse fator é uma importante estratégia, tanto para a formação da cidadania, quanto para a geração do capital humano qualificado e competitivo. Na perspectiva de contribuir com o ensino de matemática, esta oficina de construção de um domo geodésico apresenta uma sequência didática baseada em materiais de fácil acesso e que podem ser usados em sala de aula. Nesse sentido, o domo surge como uma ferramenta didática importante para o ensino de geometria espacial, servindo de suporte para professores e futuros professores na condução de suas aulas de geometria espacial, com foco em poliedros platônicos. Para tanto, se fez uso de poliedros platônicos do tipo esqueleto (facilitam a visualização das arestas e vértices) e casca (facilitam a visualização das faces), ou seja, materiais manipuláveis, confeccionados em sala de aula a partir de palitos de bambu, canudos plásticos, tampinhas de refrigerante, linha de nylon para os sólidos do tipo esqueleto, e cartolinas ou papel cartão para os sólidos do tipo casca.

As aulas de química, especialmente as sobre estruturas e substâncias orgânicas, podem se tornar mais motivadoras com o uso de materiais simples, como tampas de refrigerante e palitos na construção de estruturas químicas. Um exemplo proposto por nós é o de construção de um fulereno, que é uma estrutura de 60 átomos de carbono descoberta em 1985 por Harold Walter Kroto e Richard Errett Smalley. O nome fulereno, ou *bucky*-bola, é em homenagem ao arquiteto Richard Buckminster Fuller, já citado anteriormente neste texto. Essa estrutura no formato esférico, semelhante a uma bola de futebol, é composta de 32 polígonos com 20 hexagonais e 12 pentagonais. Montamos a estrutura do fulereno com 60 tampas de refrigerante e palitos de bambu, que facilmente podem ser encontrados no supermercado. As tampas são furadas e os palitos usados para fazer as conexões para formar a estrutura final.

Figura 13 - Fullereno construído com palitos e 60 tampas de refrigerante (a) e modelo geométrico tridimensional para o fullereno (b).



Fonte: Acervo dos autores (a) e Wikimedia Commons (b).

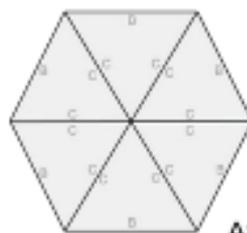
Na física, temos outro exemplo de uso e aplicação de um domo geodésico na construção de um planetário. Este planetário foi construído pelos alunos Yuri Gouvêa Germano, Karen Eduarda, Matheus Henrique Moreira, Lavínia Rosa e Juan Luiz em 2017, quando frequentaram o ensino médio na Escola Estadual Fernando Lobo, em Juiz de Fora, Minas Gerais. Os materiais usados neste domo foram tubos de PVC (policloreto de vinila) e presilhas de *nylon* encontrados facilmente em lojas de material de construção. Para a construção do domo que serviu como cúpula para projeção do planetário, foi usado inicialmente o programa disponível no site *Desert Domes*. O domo construído foi com frequência 4, com 9 metros de diâmetro e 4,5 metros de altura. Lonas com um lado preto e outro branco, além de cortinas *blackout*, foram usadas para cobrir e bloquear o máximo a passagem da luz para o interior do domo. Isso é necessário para garantir boa projeção no interior do planetário. Na Figura 14, mostramos a montagem e as medidas usadas para construir o domo, que serviu como planetário durante a Feira de Ciências daquele ano.

Figura 14 - Construção do domo que serviu como cúpula de projeção para planetário, montado na Feira de Ciências do ano 2017 no Instituto de Ciência Exatas da UFJF (esq.), e esquema com as medidas dos lados de cada triângulo nos pentágonos e hexágonos que formam o domo (dir.).

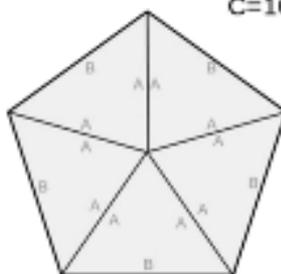
Montagem do domo na Feira de Ciências.



Medidas dos lados que unem cada vértice do domo construído.



A=87.6 cm
B=101 cm
C=102.2 cm



Fonte: Acervo dos autores.

5 - Proposta da oficina

Como atividade inicial, propusemos a montagem do domo de papel, que pode ser montado durante o estudo de geometria nas aulas de matemática. Antes da montagem, sugere-se que se faça um estudo das dimensões do domo para que se possam determinar as dimensões dos palitos.

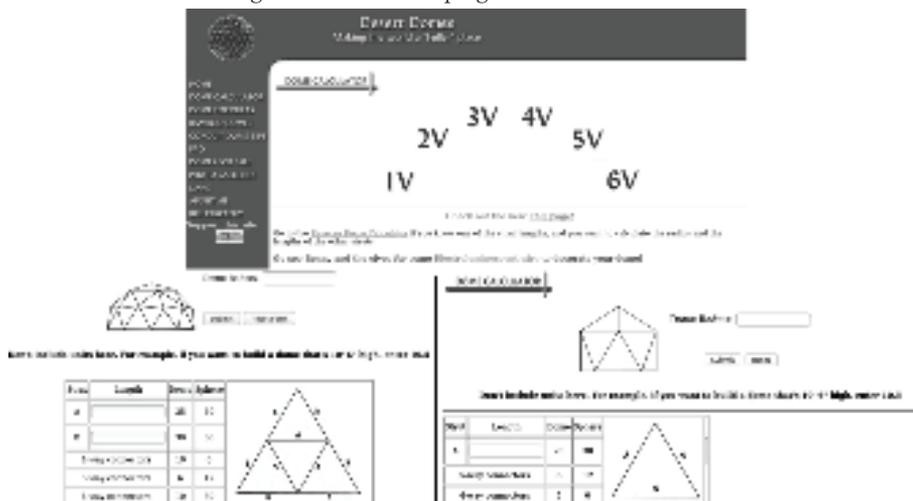
Recomendamos o uso de um *software* gratuito e de fácil acesso, nesse caso usamos o *software Dome Calculator*³. Apesar de ser um *software* que está originalmente escrito em inglês, possui uma boa interface e com recursos que permitem o uso tanto por professores, como por alunos. Com as informações de entrada, como o tamanho do raio do domo, o *software* é capaz de calcular o

3 *Software* gratuito, disponível para uso *online* diretamente no site *Desert Domes*, disponível em: www.desertdomes.com/domecalc.html. Acesso em: jun. 2020.

número e o tipo de conectores necessários e qual a quantidade e o tamanho das arestas para montar o domo, dentro da frequência escolhida para o seu projeto. Um *screenshot* da tela, tirado em maio de 2019, é mostrado na Figura 15.

Outra opção é o *software Poly*⁴, que possui o recurso do desenho e da visualização dos poliedros e domos geodésicos em 3 dimensões. Recomenda-se seu uso por ser muito intuitivo e de fácil manuseio.

Figura 15 - Usando o programa *Dome Calculator*.



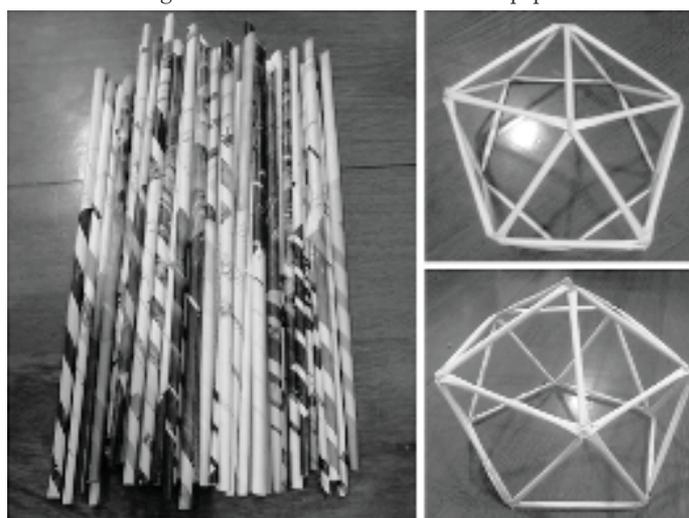
Fonte: Captura de tela do programa *Dome Calculator* no *site Desert Domes*, disponível em: www.desertdomes.com/domecalc.html.

Vamos detalhar aqui o uso do *Dome Calculator*. No endereço da *Desert Domes*, a página inicial apresenta as diferentes opções para escolha das frequências dos domos que podem ser calculadas, indo desde a mais baixa, que é a frequência 1, até a mais alta, a frequência 6. As frequências mais baixas (1 e 2) podem ser vistas na Figura 15, e serão usadas como exemplos para ilustração do nosso material. Nesse caso, podemos entrar com a medida do raio do domo, que o programa fornecerá o tamanho das arestas, ou pode se seguir o caminho inverso, fornecendo o tamanho das arestas, para que o *software* calcule o tamanho do raio.

4 O *software Poly* pode ser encontrado no *site Pedagogy Software Inc.*, disponível em: www.peda.com. Ele possui uma versão demonstrativa grátis suficiente para manipulação dos domos, mas também tem uma versão registrada e paga, que custa, no momento de publicação deste artigo, US\$28,00. Acesso em: jun. 2020.

Vamos descrever primeiro a atividade de construção do domo de papel, que usa a frequência mais baixa. Para esse caso, foram necessários 25 canudos de papel conectados com o auxílio de um grampeador metálico, que permitiu formar a estrutura do domo. Os canudos foram produzidos enrolando folhas de papel no tamanho A4 usadas ou folhas de revistas velhas. As pontas dos canudos são cortadas, para que ao final todos tivessem o mesmo tamanho (20 cm de comprimento). A montagem foi feita grampeando as junções dos canudos. O resultado final foi um minidomo com um raio de aproximadamente 15 cm, mostrado na Figura 16.

Figura 16 - Minidomo de canudos de papel.

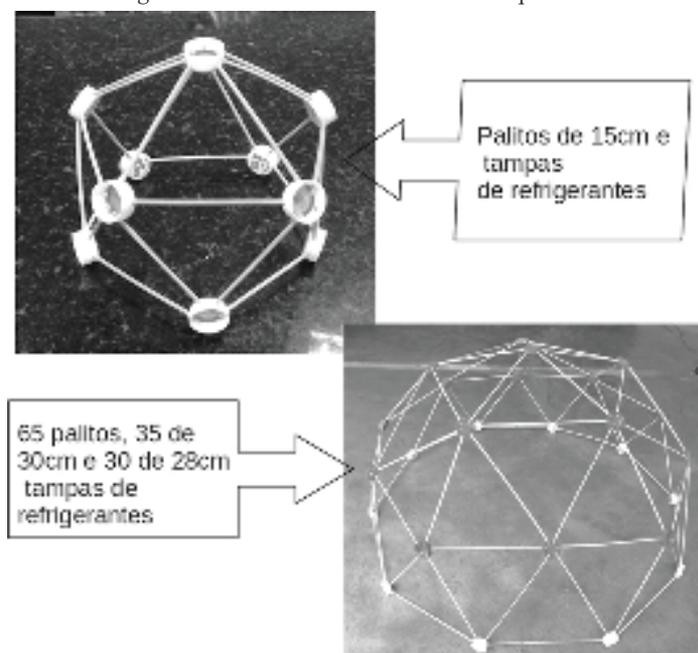


Fonte: Acervo dos autores.

Para o segundo projeto, usamos as frequências 1 e 2 para a construção dos domos feitos a partir de palitos de bambu usados para fazer espetinhos, facilmente encontrados nos mercados da cidade. Para os conectores, foram usadas tampinhas de refrigerante, que foram coletadas pelos estudantes em restaurantes da região. As tampas de plástico são bastante resistentes e precisam ser furadas para que possam ser usados nas conexões, formando a estrutura do domo. No caso do domo de frequência 1, foram usados palitos de 15 cm de comprimento, e para o domo de frequência 2, foram usados 65 palitos, sendo 35 com 30 cm de comprimento e 30 com 28 cm de comprimento, resultando

num domo final com 60 cm de raio (Figura 17). Uma observação importante de se fazer é que, antes de usar os espetos, é necessário cortar as pontas, para evitar qualquer tipo de acidente durante a manipulação desse material.

Figura 17 - Domos usando diferentes frequências.



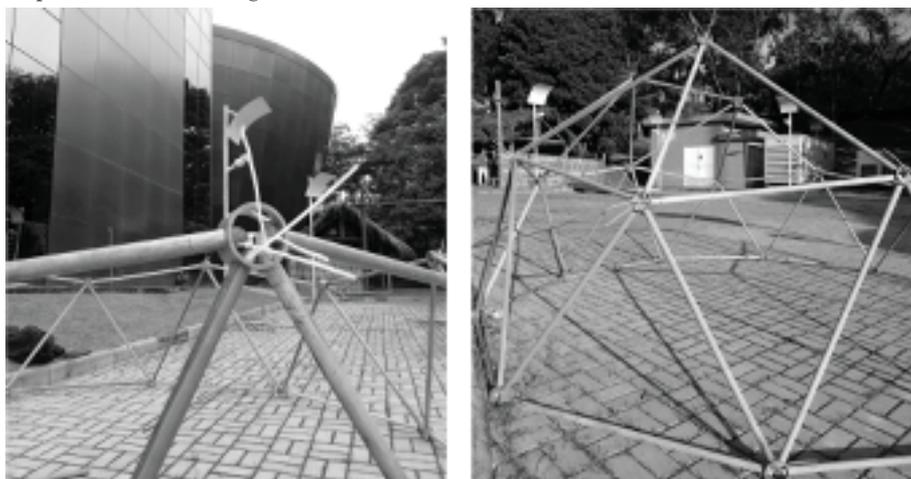
Fonte: Acervo dos autores.

Foram usadas tampas de diferentes cores para indicar as diferentes conexões: as brancas foram usadas para indicar as conexões entre 4 palitos, as verdes para as conexões entre 5 palitos e as vermelhas formaram as conexões entre 6 palitos. As estruturas obtidas com esses materiais são bastante resistentes, podendo ser montadas e desmontadas inúmeras vezes, o que facilita bastante o seu uso em salas de aula e em diferentes escolas.

O domo maior da oficina foi construído usando cabos de vassoura e nessa mesma frequência. Foram 65 cabos, que foram coletados junto com as funcionárias e com a empresa responsável pela limpeza na Universidade. Os cabos foram limpos, lixados e cortados com comprimentos de 0,93 e 1 metro na oficina mecânica do Departamento de Física, com a ajuda do torneiro mecânico Paulo Vítor Cota. O maior desafio foi projetar os conectores que seriam

usados para unir os cabos, de modo que tivesse sustentabilidade na estrutura do domo. Para projetar esses conectores, contamos com a ajuda dos técnicos Fabio Dias dos Santos e Júlio Cesar de Carvalho Stoco, da oficina do Centro de Ciências da UFJF, que forneceram os materiais e dedicaram um tempo à solução do problema. Foram usados tubos de PVC com 75 mm de diâmetro, que foram fatiados em anéis com espessura de 5 cm e onde foram feitos furos laterais com aproximadamente 25 mm de diâmetro, correspondente ao diâmetro dos cabos de vassoura. Foi necessário um total de 26 conectores com furos em ângulos adequados: sendo 6 com 5 furos, 10 com 5 furos e 10 com 6 furos. Para fixar os cabos, foram usadas presilhas de *nylon* capazes de prendê-los através de furos feitos em suas extremidades. A Figura 18 mostra o detalhe dos conectores usados nesse projeto e o domo construído nas dependências do Centro de Ciências da UFJF.

Figura 18 - Detalhe do conector usado para unir os cabos de vassoura (esq.) e vista panorâmica do domo geodésico usado, construído no Centro de Ciências da UFJF (dir.).



Fonte: Acervo dos autores.

6 - Considerações finais

Reunir áreas do conhecimento como a Matemática, a Física, a Química e as discussões sobre Sustentabilidade foi a ideia central ao se propor a oficina dentro do projeto da SNCT. Procuramos também trazer aspectos históricos e teóricos sobre o domo geodésico, para que o tema pudesse ser mais estudado

dentro da sala de aula. Mais do que isso, discutimos formas e maneiras novas de abordar conteúdos abstratos e difíceis para os alunos, como a geometria na matemática ou as estruturas e ligações na química. Para isso, usamos materiais de fácil acesso, a fim de enriquecer a discussão destes e motivar alunos e professores para, ao final, obter uma melhora nos índices de aprendizagem no ensino público brasileiro.

Do ponto de vista da escola, ao propor atividades semelhantes às desenvolvidas na oficina, espera-se que essa proposta faça com que os alunos sejam capazes de planejar a sequência de montagem de estruturas maiores, por meio de uma atividade colaborativa capaz de reunir alunos, professores, pais e comunidade na busca de conhecimento teórico combinado com aprendizagem prática e participativa.

Mais do que a descrição de uma oficina, estendemos a todos um convite.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Eloi Teixeira César, por abrir as portas do Centro de Ciências da UFJF, nos convidando para desenvolver esse projeto, bem como escrever este capítulo de livro. À equipe de funcionários de Centro de Ciências de UFJF, em especial aos técnicos Fabio Dias dos Santos e Júlio Cesar de Carvalho Stoco, pelo suporte no corte dos conectores usados no domo. Ao CNPq, pelo suporte financeiro. Gostaríamos de agradecer em especial à equipe de limpeza do ICE, sobretudo às funcionárias Rosângela Maria da Silva e Sônia Maria de Souza, que, durante meses, coletaram a maioria dos cabos de vassoura usados nesse projeto, e aos estudantes e suas famílias, que coletaram as tampinhas.

Referências bibliográficas

BRASIL, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resumo Técnico:** Resultados do índice de desenvolvimento da educação básica. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017. 64 p. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/porta_ideb/planilhas_para_download/2017/ResumoTecnico_Ideb_2005-2017.pdf. Acesso em: 1 maio 2020.

BUCKMINSTER FULLER. *In*: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. São Francisco, Califórnia: Fundação Wikimedia, 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Buckminster_Fuller. Acesso em: 7 jul. 2020.

CLEMENTE, J. C. *et al.* Ensino e Aprendizagem da Geometria: um estudo a partir dos periódicos em Educação Matemática. *In*: ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2015, São João del-Rei. **Textos completos das Comunicações Científicas**. São João del-Rei: Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Minas Gerais/Universidade Federal de São João del-Rei, 2015. Disponível em: <https://www.ufjf.br/emem/programacao/comunicacoes-cientificas/cc-textos-completos>. Acesso em: 1 maio 2020.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1991.

DINIZ, J. A. V. **Estruturas geodésicas**: estudos retrospectivos e proposta para um espaço de educação ambiental. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2738>. Acesso: 1 jun. 2020.

FAINGUELERNT, E. K.; NUNES, K. R. A. **Matemática**: Práticas Pedagógicas para o Ensino Médio. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

FULLER, R. B. **Operating Manual for Spaceship Earth**. 1. ed. Nova York: Southern Illinois University Press, 1969.

GORMAN, M. J. **Buckminster Fuller**: Designing for mobility. 1. ed. Milão: Skira, 2005.

LORENZATO, S. Por que não ensinar geometria? **Educação Matemática em Revista**, Brasília, DF, n. 4, p. 3-13, 1995. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/article/view/1311>. Acesso em: 1 jun. 2020.

MARON, J. **Cúpulas Geodésicas**: guia para iniciantes. Santana do Riacho: Ameríndia - Design em Sustentabilidade, 2018. Disponível em: <https://www.pag.so/rfi/ebook-cupulas-geodesicas-guia-para-iniciantes>. Acesso em: 1 jun. 2020.

MORENO, S.; KUNZ, C.; NETO, J. L. B. Domo Geodésico. **Universo Visionário de Fuller**, Campinas, 29 ago. 2013. Disponível em: <http://universofuller.blogspot.com/2013/08/domo-geodesico.html>. Acesso em: 30 out. 2016.

REDE ARTE EDUCADORES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. A Roda: uma proposta de reorganização do espaço de ensino e aprendizagem. **Tecerarte**//, Vitória, 14 jan. 2015. Disponível em: <https://tecerarte.wordpress.com/2015/01/14/a-roda-uma-proposta-de-reorganizacao-do-espaco-de-ensino-e-aprendizagem>. Acesso em: 15 ago. 2018.

SOARES, T. L. F. *et al.* A Relação entre a Biomimética e a Geodésica de Buckminster Fuller no Planejamento de Construções Sustentáveis. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 7., 2016, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: Editora Viva, 2016. Disponível em: https://fau.ufal.br/evento/pluris2016/congresso_anais_evento. Acesso em: 1 jun. 2020.

TARNAI, T. Geodesic Domes: Natural And Man-Made. **International Journal of Space Structures**, [s. l.], v. 11, n. 1-2, p. 13-25, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F026635119601-203>.

THE BUCKMINSTER FULLER INSTITUTE. The Buckminster Fuller Institute, [19--]. Página inicial. Disponível em: <https://www.bfi.org>. Acesso em: 1 jun. 2020.



Tem Menina no Laboratório: fazendo sabão em barra para enfrentar a COVID-19

*Zélia Ludwig
Bárbara Almeida
Juliana Buarque
Valdemir Ludwig
Eloi Teixeira César
Marco Antônio Escher*

Resumo

Esta oficina foi elaborada para incentivar a presença de meninas no laboratório, e, este ano, em atenção à chamada proposta para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, o objetivo foi ensinar as meninas a produzirem sabão em barra usando óleo de cozinha reciclado. A proposta promoveu conhecimentos de Química envolvidos no processo de saponificação, e em questões de sustentabilidade, quanto ao aproveitamento do óleo usado, evitando que o mesmo fosse descartado de forma inadequada no meio ambiente. Inicialmente, ela foi apresentada aos bolsistas do Centro de Ciências como forma de capacitá-los, permitindo que os mesmos pudessem auxiliar os professores durante as oficinas. Mas aconteceu um fato inusitado, que foi a chegada da pandemia causada pela infecção pelo novo coronavírus – chamada COVID-19. Então, o professor Eloi Teixeira César, diretor do Centro de Ciências da UFJF, decidiu unir forças a outras ações desenvolvidas na UFJF, e a oficina acabou sendo dada para monitores do Centro de Ciências e alguns representantes de ONGs, que aprenderam a produzir sabão, que foi distribuído para comunidades de Juiz de Fora que se encontram em situações de vulnerabilidade socioeconômica. A oficina também foi uma ação solidária de enfrentamento à COVID-19, pois ela não se restringiu apenas ao fazer e doar, mas também permitiu que

membros da comunidade acadêmica e da sociedade recebessem treinamentos que superaram as expectativas. Além do sabão, o grupo organizou doações de cestas básicas e de livros para as crianças, pois no processo de doação de sabão foi possível conhecer de perto a situação das pessoas da comunidade.

1 - Proposta da oficina: o ensino de química através da experimentação

Antes de falarmos como foi a oficina propriamente dita, vamos falar sobre alguns aspectos importantes envolvidos no processo de síntese do sabão, como ele pode ser eficaz na limpeza e no enfrentamento à COVID-19, e como as ações realizadas na universidade podem transpor os muros e chegar até as comunidades.

Desenvolver a experimentação no ensino das ciências naturais é uma forma de ajudar o aluno a diminuir a dificuldade em relacionar a teoria com o seu cotidiano. As aulas de laboratório são importantes para promover uma motivação maior entre os alunos, pois trata-se de uma abordagem diferenciada em relação às aulas tradicionais expositivas, que usam apenas quadro e giz.

Possibilitar aos alunos a participação ativa num experimento através da formulação de hipóteses, preparo e realização de experiências, recolhimento de dados e análise de resultados, favorece a motivação dos estudantes, desperta a curiosidade, o desejo de experimentar, o questionamento das informações e o confronto de resultados. O conjunto dessas ações é capaz de promover mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais nos alunos (LEWIN; LOMASCÓLO, 1998).

Dessa forma, ao encarar o trabalho de laboratório como um projeto de investigação, surgem novas perspectivas, chamadas Sequências de Ensino Investigativas, ou SEIs (CARVALHO, 2011; 2013), que trazem algumas referências essenciais para que a preparação das aulas seja mais interessante e motivadora, tanto para os estudantes, quanto para os professores. Além disso, Sequências também apresentam a sistematização de importantes resultados de pesquisas em ensino de Física e Ciências. As SEIs são importantes, pois permitem desenvolver no professor um papel de elaborador de questões investigativas, com o intuito de promover um ambiente favorável à construção de conceitos científicos capazes de possibilitar a participação dos alunos através da relação entre o conhecimento científico e o senso comum.

Essa oficina procurou trabalhar exatamente esses conceitos quando propõe a discutir conceitos de Química na produção de sabão a partir da utilização do óleo de cozinha usado. É de conhecimento comum que os óleos vegetais são necessários para a sociedade, e suas diferentes formas de uso advêm de conhecimentos relacionados à ciência e à tecnologia. Ao mesmo tempo, não podemos esquecer que o descarte inadequado do óleo vegetal impacta de forma significativa o meio ambiente. Por serem menos densos e imiscíveis com a água, os óleos emergem para a superfície quando são lançados em mananciais. Na superfície, há a formação de uma película oleosa, capaz de dificultar a entrada de luz e a oxigenação da água. As águas que recebem esse produto perdem sua qualidade bioquímica, o que acaba prejudicando o consumo de peixes e o levando ao desuso de mananciais fluviais importantes para a sociedade.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), o consumo doméstico de óleo no Brasil praticamente dobrou na última década, como apresentado na Tabela 1 (ASSOCIAÇÃO..., 2020).

Tabela 1 - Evolução do consumo doméstico de óleo no Brasil.

	Consumo/ano (mil toneladas)									
Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Óleo	4.102	4.454	5.404	5.528	5.723	6.109	6.580	7.094	7.457	7.909

Tendo em vista que uma grande parte desse óleo é descartada de forma inapropriada, a execução de um projeto de educação ambiental voltado para a obtenção de sabão a partir de óleo de cozinha reciclado tem se mostrado uma boa alternativa para reduzir os danos ambientais causados pelo descarte inadequado desse material. A poluição do meio ambiente provocada pelo óleo encarece o tratamento do esgoto em até 45% (WILDNER; HILLIG, 2012). Além disso, agrava o efeito estufa, pois, ao desembocar no mar, o contato deste com a água poluída com óleo gera uma reação química que libera gás metano, um componente muito mais agressivo que o gás carbônico para o efeito estufa.

Esse projeto de oficina combina o ensino de Ciências com a Educação Ambiental através de um processo simples e barato, que envolve as relações entre o dizer e o fazer, o ensinar e o aprender, de forma que os educadores e os educandos possam disseminar o conhecimento adquirido para toda a sociedade, transformando e cuidando do meio no qual estão inseridos.

É sabido que o ensino de Química e de outras áreas da Ciência se torna muito interessante quando dado através de experimentos. Mas nem sempre as escolas dispõem de uma infraestrutura adequada para que tais procedimentos ocorram. Por isso, essa proposta mostra que é possível trabalhar conceitos de Química usando materiais alternativos que estão presentes no cotidiano dos estudantes. Esse tipo de proposta faz com que o aluno seja capaz de olhar e resolver problemas que vão além de suas necessidades em sala de aula, pois é obrigado a interferir de forma crítica em questões ambientais e sociais, como o descarte do óleo usado ou a necessidade de se produzir sabão que pode ser doado para pessoas que precisam. Esse contato com algo que pertence ao seu convívio estimula o interesse e, também, o saber social. De acordo com Grzybowski (1986):

A educação é, antes de mais nada, desenvolvimento de potencialidades e a apropriação de “saber social” (conjunto de conhecimentos e habilidades, atitudes e valores que são produzidos pelas classes, em uma situação histórica dada de relações para dar conta de seus interesses e necessidades). Trata-se de buscar, na educação, conhecimentos e habilidades que permitam uma melhor compreensão da realidade e envolva a capacidade de fazer valer os próprios interesses econômicos, políticos e culturais. (GRZYBOWSKI, 1986)

1.1 - Um pouquinho de história

Quando foi inventado o sabão? Seu aparecimento se deu em data incerta, já que as informações sobre o fato são diversas e se apresentam na forma de relatos, lendas e registros. Além disso, para ficar ainda mais incerto, as informações abrangem um período que apresenta dados que vão desde a pré-história até os dias atuais.

Existem relatos de que, durante a pré-história e após o descobrimento do fogo, tenha surgido um material parecido com o sabão. Enquanto os homens assavam carnes, a gordura que se formava com o aquecimento das delas se tornava líquida e pingava em cima das cinzas da fogueira, que era rica em carbonato de cálcio. Depois que chovia, essa mistura de cinzas e gordura formava um coalho branco (BARBOSA; SILVA, 1995).

Outra história sobre o surgimento do sabão aponta para a Babilônia antiga, cerca de 2800 a.C. Há registro que relata que foram encontrados cilindros de barro contendo uma mistura de gordura animal fervida com cinzas de madeira. Os estudos realizados sobre essa descoberta apontam que a mistura era usada como pasta para tratar ferimentos, doenças de pele ou para fazer penteados. Não havia indícios de que ela fosse usada para a higiene e a limpeza (WADAS *et al.*, 2004).

E ainda tem mais história sobre o surgimento do sabão: esta é sobre uma lenda romana que explica como foi percebida sua presença e seu potencial de limpeza. A lenda diz que, após uma chuva que arrastou uma mistura de gordura e cinzas que estavam no Monte Sapo, um local de sacrifício e cremação de animais, essa mistura foi parar nas margens do Rio Tibre, e as lavadeiras que frequentavam esse local diziam que o barro deixava as roupas mais fáceis de serem lavadas (PERUZZO; CANTO, 2003).

Outra versão a respeito da descoberta do sabão vem dos registros de Plínio, um sábio romano, que diz que, cerca de 600 anos antes de Cristo, os antigos fenícios ferveram gordura de cabra com água e cinzas de madeira, produzindo, dessa forma, uma mistura pastosa com a qual limpavam o corpo. Plínio relata em seu livro, *História Natural*, a fabricação do sabão duro e do sabão mole, produzido no século I (SHREVE; BRINK JR., 1980).

Apesar de todos esses relatos, foi somente a partir do século XIII que o sabão começou a ser produzido em quantidades condizentes com a classificação de indústria. No século IX, tem-se registro da primeira fábrica de sabão em Marselha, na França, e depois surgiram algumas indústrias na Itália. Nessa época, o sabão era um artigo de luxo, pois além de se ter poucas indústrias, a produção do álcali usado era bastante cara (*ibid.*).

Até então, pensava-se que o sabão fosse uma mistura mecânica de gordura e cinzas. Porém, nos primórdios do século XIX, e graças aos exaustivos trabalhos do químico francês Chevreul, foi possível desvendar a estrutura das gorduras e mostrar que a formação de sabão era uma reação química, e não apenas uma mistura! E também que os principais insumos da reação eram gorduras animais, óleos vegetais e álcalis (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

Um avanço importante na produção do sabão ocorreu com a invenção do químico belga Ernest Solvay. Ele usou o sal de mesa comum, ou cloreto de sódio, para obter o carbonato de sódio. O processo, que foi chamado de Solvay, reduziu o custo da soda, facilitando assim a reação de saponificação das gorduras, aumentando tanto a qualidade, quanto a quantidade de soda disponível para a fabricação de sabão (SHREVE; BRINK JR., *op. cit.*).

Durante cerca de 200 anos, não houve alteração significativa no processo de produção de sabão. Somente em 1937 é que Harley Procter, um industrial norte-americano, e seu primo, o químico James Gamble, donos de uma fábrica de velas e sabão, realizaram modificações na produção de sabão e produziram o sabonete (*ibid.*).

Atualmente, os sabonetes são vendidos em qualquer supermercado, farmácia, ou mercearia, e consumido de forma considerável em nosso cotidiano. Por esse motivo, saber como essas substâncias são produzidas, como agem e como são degradadas pela natureza, tornam-se fatores importantes para que nossa interação com o meio seja mais madura e consciente.

2 - Principais componentes do sabão e suas características

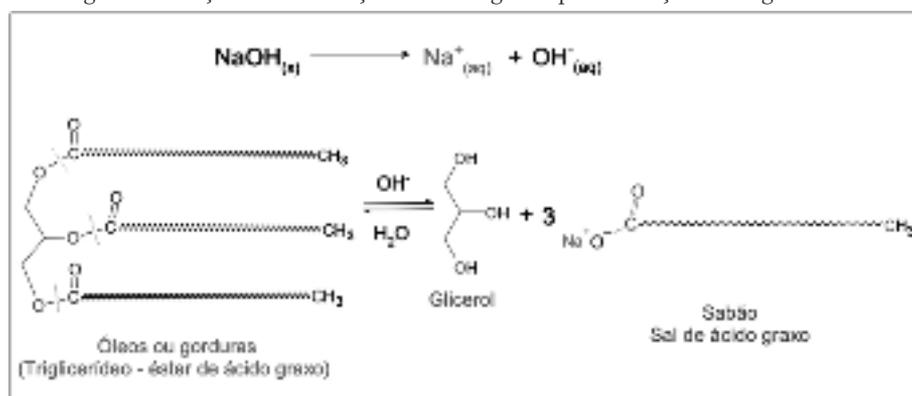
Para a produção de sabão, são usados 3 componentes básicos: óleos ou gorduras, hidróxido de sódio e água.

2.1 - Óleos e gorduras usados na fabricação do sabão

Do ponto de vista químico, tanto óleos, quanto gorduras são substâncias formadas a partir da esterificação de ácidos carboxílicos com cadeias longas, conhecidos por ácidos graxos. Portanto, eles são ésteres de ácidos graxos, classificados como lipídeos. Como eles apresentam em sua estrutura três ésteres de ácidos graxos, fazem parte de um grupo de lipídeos chamado de triglicerídeos.

Os triglicerídeos podem ser obtidos através de ácidos graxos distintos, como mostrado na reação de esterificação na Figura 1, ou podem ser formados a partir de um mesmo ácido graxo, como o triglicerídeo do ácido oleico, o qual contém três cadeias carbônicas iguais.

Figura 1 - Reação de esterificação de ácidos graxos para obtenção dos triglicerídeos.

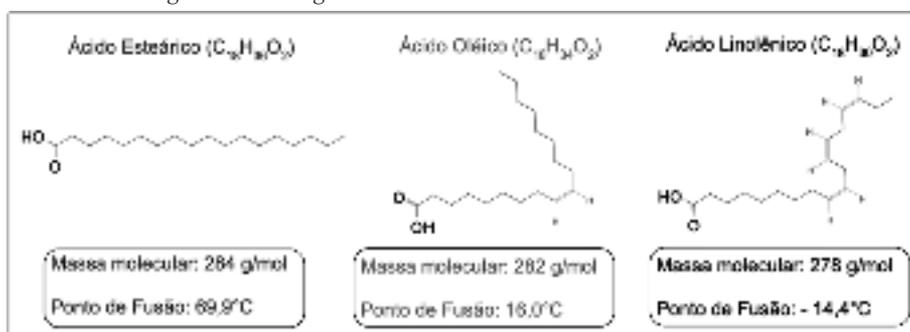


Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Os ácidos graxos reagem com um álcool denominado de glicerol ou propanotriol, promovendo a transformação dos ácidos carboxílicos em ésteres. Esses ácidos graxos formadores dos óleos se diferem dos formadores das gorduras, ou graxas, por possuírem mais insaturações (duplas ligações) em sua cadeia. A presença das duplas ligações na estrutura dos óleos faz com que eles tenham menores pontos de fusão e ebulição que as gorduras, sendo, geralmente, líquidos à temperatura ambiente ($\pm 20^\circ\text{C}$). Já as gorduras, nessa temperatura, são, geralmente, sólidas.

As cadeias carbônicas saturadas das gorduras permitem que elas se aproximem mais umas das outras, aumentando a interação intermolecular entre elas e, conseqüentemente, aumentando seu ponto de fusão. Em contrapartida, as cadeias insaturadas dos óleos existem na natureza apenas com a isomeria *cis* (nesse tipo de isômero, os substituintes de maior massa molecular encontram-se do mesmo lado da molécula), a qual provoca uma distorção nas moléculas, dificultando o seu empacotamento e, como resultado, diminuindo a sua temperatura de fusão, como apresentado na Figura 2.

Figura 2: Ácidos graxos de cadeia carbônica saturada e insaturada.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

O ponto de fusão dos triglicerídeos não depende apenas do número de duplas ligações presentes, mas também do tamanho da cadeia carbônica. Quanto maior for a cadeia carbônica, maior será o seu ponto de fusão.

Também existem diferenças entre os óleos de origem animal e os de origem vegetal. Óleos de origem animal, em geral, são mais densos que os vegetais, devido ao menor número de insaturações da cadeia carbônica.

Existem diferentes tipos de óleo com composições específicas e que produzem sabões com propriedades distintas. Quando se usa óleo de soja tem-se um sabão macio que apresenta uma espuma abundante e duradoura, e o processo de saponificação é razoavelmente fácil. A Figura 3 mostra dois tipos diferentes de óleo: de canola e de soja.

Figura 3 - Diferentes tipos de óleo: canola e soja.

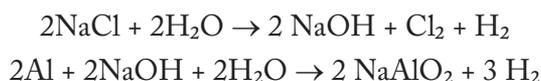


Fonte: Acervo dos autores, 2019.

2.2 - A soda cáustica

O processo de produção do sabão é chamado de saponificação e, para que ele ocorra, é preciso usar, além dos óleos ou gorduras, uma substância alcalina. Pode-se utilizar tanto o hidróxido de sódio (NaOH), também conhecido como soda cáustica, como o hidróxido de potássio (KOH). Para essa oficina, optou-se pelo hidróxido de sódio (soda cáustica com pureza entre 95% e 98%). A soda cáustica apresenta-se como escamas ou grãos sólidos brancos, com ponto de fusão próximo de 318°C. Como é capaz de reagir lentamente com o vidro, é vendida em recipientes de plástico com tampa que contém segredo, para dificultar sua abertura.

A soda cáustica é obtida por meio da eletrólise de uma solução concentrada de cloreto de sódio em água livre de impurezas e com eletrodos inertes, onde é produzido, ao mesmo tempo, o gás cloro no eletrodo positivo e o gás hidrogênio no eletrodo negativo.



É capaz de reagir exotermicamente (liberando energia violentamente em forma de calor) com o alumínio e a com a água, formando o gás hidrogênio. Por isso, ao fazer o sabão, não se deve utilizar recipientes de alumínio, pois a soda cáustica usada na receita pode corroê-los.

Na indústria, a soda é um reagente importante para a produção de inúmeros produtos químicos, sabão e detergente, e também na indústria têxtil e de alimentos. Apresenta inúmeras aplicações, como no branqueamento de papel e celulose, entre outras.

A soda cáustica é empregada em uso doméstico para limpezas pesadas, desobstrução de encanamentos e outras funções. Mas deve-se tomar muito cuidado com a sua utilização, pois como ela é corrosiva, pode destruir os tecidos vivos e causar queimaduras graves.

2.3 - A água

Outro produto usado na produção do sabão é a água. A água é utilizada para dissolver a soda cáustica, que é insolúvel no óleo. Quando misturamos a solução de água e soda no óleo, preparamos uma emulsão, ou seja,

pequenas gotículas de água e soda se dispersam pelo óleo, facilitando o início da reação, que é lento. Depois que o sabão começa a ser produzido, ele mesmo começa a agir ajudando na solubilização da soda. Por isso, alguns livros tratam a reação de saponificação como uma reação de autocatálise, ou seja, o próprio sabão produzido na reação acelera o processo de produção de mais sabão (CAOBIANCO, 2015).

A quantidade de água deve ser suficiente apenas para solubilizar a soda (Figura 4). Caso esteja em grande quantidade, vai deixar o sabão muito mole e atrasar o processo de secagem. Além disso, a qualidade da água é importante na obtenção do sabão. Não se deve usar água que contenha muito cálcio, pois o mesmo pode interferir na produção de espuma e na solubilidade do sabão. O ideal seria usar água destilada, mas como a intenção é reproduzir essas oficinas nas escolas, onde muitas vezes não é possível obter a água destilada, recomenda-se usar a água fervida, a fim de evitar contaminação por bactérias ou fungos, que podem se reproduzir e contaminar o produto final.

Figura 4 - Solução contendo água e soda cáustica sendo preparada durante as oficinas do Centro de Ciências.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

2.4 - Outros aditivos

Como o óleo usado na produção do sabão em barra, na maioria das vezes, é oriundo de processos de fritura em bares e lanchonetes, em alguns casos é necessário usar hipoclorito de sódio para clarear essas amostras. Esse reagente deve ser usado em pequenas quantidades, em temperaturas adequadas e sendo agitado durante sua adição, para que cumpra seu papel.

O álcool é outro aditivo que tem a função de acelerar o processo de saponificação e melhorar a aparência final do sabão.

Nos sabões produzidos durante as oficinas, não foram usados corantes nem essências. Mas foi falado sobre elas, pois o objetivo das oficinas era capacitar o público para que eles pudessem agregar valor aos seus produtos. No caso dos corantes, deve-se usar aqueles que são solúveis em óleo ou em água. Já as essências, podem ser usadas aquelas dos óleos essenciais.

3 - Calculando suas receitas

Agora que já se conhece as propriedades de cada componente usado para produzir o sabão, é possível criar suas próprias receitas. É possível fazer isso determinando quais serão os óleos e as gorduras usados na composição em função das propriedades que se quer obter.

Para cada óleo existe um índice de saponificação (IS) que indica a relação entre a quantidade de álcali – em geral, hidróxido de sódio (NaOH, soda cáustica) ou hidróxido de potássio (KOH) – usado (em miligramas) para saponificar 1 g da amostra de gordura (em gramas). O cálculo desse índice depende da estrutura química e da composição dos óleos usados como regentes.

A Tabela 2 mostra valores aproximados para o índice de saponificação de alguns óleos e gorduras.

Tabela 2 - Índice de saponificação de diferentes óleos e gorduras, utilizando como álcali a soda cáustica e o hidróxido de potássio (AKIRA, c2012; MERCADANTE; ASSUMPÇÃO, 2010; CASTILHOS, 2011).

Óleos e Gorduras	Índice de Saponificação ($\text{mg}_{\text{álcali}}/\text{g}_{\text{óleo}}$)	
	NaOH	KOH
Banha de porco	138	193
Óleo de milho	136	190
Óleo de soja	136	190
Óleo de girassol	136	191
Óleo de oliva	135	189
Óleo de mamona	129	180
Óleo de palmiste	169	237
Óleo de coco	184	258

O índice de saponificação representa a quantidade relativa de ácidos graxos de alto e baixo peso molecular presentes em determinado tipo de óleo. Aqueles com baixo peso molecular requerem uma maior quantidade de álcali para promover a saponificação. Portanto, o índice de saponificação é inversamente proporcional ao peso molecular dos ácidos graxos presentes nos triglicerídeos.

A Tabela 3 apresenta a composição de ácidos graxos presentes nos principais óleos e gorduras utilizados no Brasil. Percebe-se que o ácido graxo presente, majoritariamente, no óleo de mamona é o ricinoleico, o qual possui a maior massa molecular ($\text{MM}_{\text{ác. ricinoleico}} = 298 \text{ g/mol}$) e, como esperado, ele é o óleo que apresenta o menor índice de saponificação ($\text{I.S.}_{\text{mamona}} = 129 \text{ mg}_{\text{NaOH}}/\text{g}_{\text{óleo}}$). Já o óleo de coco apresenta o maior índice de saponificação ($\text{I.S.}_{\text{coco}} = 184 \text{ mg}_{\text{NaOH}}/\text{g}_{\text{óleo}}$), e é composto, majoritariamente, pelo ácido láurico, cuja massa molecular é a menor ($\text{MM}_{\text{ác. láurico}} = 200 \text{ g/mol}$).

Tabela 3 - Composição (% de massa) de ácidos graxos presentes nos principais óleos e gorduras utilizados no Brasil (RINALDI, 2007).

Óleos e Gorduras	Láurico $C_{12}H_{24}O_2$	Mirístico $C_{14}H_{28}O_2$	Palmitico $C_{16}H_{32}O_2$	Estearico $C_{18}H_{36}O_2$	Oleico $C_{18}H_{34}O_2$	Linoleico $C_{18}H_{32}O_2$	Linolênico $C_{18}H_{30}O_2$	Ricinoleico $C_{18}H_{34}O_3$
Milho	-	-	7	3	43	39	-	-
Soja	-	-	2,3 - 11	2,4 - 6	24-31	49 - 52	2 - 11	-
Girassol	-	-	3,6 - 6,5	1,3 - 3	14-43	44 - 68	-	-
Oliva	-	1,3	7 - 16	1,4 - 3,3	64-84	4 - 15	-	-
Mamona	-	-	1,6	1,2	5,9	6,6	-	84,6
Coco	44-51	13 - 18	7,5 - 11	1 - 3	5 - 8,2	1 - 2,6	-	-
Banha de porco	-	3 - 6	25 - 37	14 - 29	26 - 50	1 - 2,5	-	-

Conhecendo o índice de saponificação de cada óleo, é possível calcular a quantidade de hidróxido necessária para saponificar todo o conteúdo lipídico de uma certa quantidade de óleo.

Suponha que queremos saponificar 200 g de óleo de soja. Pela Tabela 2, vemos que o valor do I.S. para esse óleo é 136, ou seja, precisamos de 136 mg de soda cáustica para saponificar 1 g de óleo de soja. Através de uma regra de três simples, basta multiplicarmos 200 por 136:

$$\begin{aligned}
 &136 \text{ mg de soda cáustica} - 1 \text{ g de óleo de soja} \\
 &X - 200 \text{ g de óleo de soja} \\
 &X = 27200 \text{ mg de soda cáustica} = 27,2 \text{ g de soda}
 \end{aligned}$$

Portanto, precisamos de 27,2 g de soda cáustica para saponificar 200 g de óleo de soja. Esses cálculos foram feitos para soda cáustica com pureza de 99%. Para fins de correção, é preciso acrescentar 1% sobre o valor obtido:

$$\begin{aligned}
 &27,2 \text{ g de soda cáustica} - 99\% \\
 &X - 100\% \\
 &X = 27,47 \text{ g de soda cáustica}
 \end{aligned}$$

Logo, será necessário pesarmos 27,47 g de hidróxido de sódio seco para se obter a completa saponificação do sabão. O índice de saponificação tabelado refere-se aos óleos puros. Entretanto, para a execução desse projeto, na fabricação do sabão foram utilizados óleos usados doados pela comunidade e, como consequência, o óleo utilizado é, provavelmente, uma mistura de

diversos tipos óleos (soja, milho, girassol, entre outros) (Figura 5). Além disso, o índice de saponificação do óleo reciclado difere um pouco do óleo puro.

Vineyard e Freitas (2014) fizeram um estudo sobre o processo de saponificação utilizando diferentes óleos vegetais, no qual obtiveram diferentes valores para o índice de saponificação do óleo de soja puro (I.S. = $183,75 \text{ mg}_{\text{KOH}}/\text{g}_{\text{óleo}}$) e do óleo de soja reciclado (I.S. = $185,9 \text{ mg}_{\text{KOH}}/\text{g}_{\text{óleo}}$). Essas diferenças resultaram em uma quantidade diferente de soda caustica necessária e, por esse motivo, sempre se deve corrigir o pH da receita após completar o processo de saponificação, pois pode ter sido adicionada uma certa quantidade de álcali em excesso.

Figura 5 - Diferentes tipos de óleo usados na produção de sabão, recebidos de doações feitas pela comunidade de Juiz de Fora.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

O segundo passo para a produção de sabão é determinar a quantidade de água que será necessária para dissolver as 22,47 g de soda cáustica. Nas oficinas, foram preparados sabões com duas concentrações: uma solução a 60% m/m (60% em massa de soda cáustica e 40% em massa de água) e outra solução a 40% m/m.

Para calcular a quantidade de água para uma solução a 60% m/m, basta fazer uma regra de três simples:

$$\begin{aligned}60 \text{ g de soda cáustica} &- 40 \text{ g de água} \\27,2 \text{ g de soda cáustica} &- X \text{ g de água} \\X &= 18,2 \text{ g de água.}\end{aligned}$$

É importante frisar que a soda deve ser adicionada na água, e nunca ao contrário, pois, como dito anteriormente, se trata de uma reação exotérmica muito intensa. Também não se deve usar soda cáustica em excesso no preparo da receita.

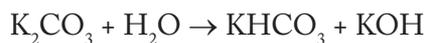
Existem alguns programas na internet que fazem esses cálculos. No caso do exemplo acima, não foi aplicado o fator de sobre gordura (excesso de gordura adicionado à receita para compensar a quantidade de soda cáustica) para eventuais correções. Mas é possível usar essas opções. Nos programas de cálculo do sabão a relação entre a soda e a água é chamada *Lye Concentration*, LC, que pode variar dependendo de cada receita.

Há inúmeros programas gratuitos disponíveis na internet. Para essa oficina, foi usado o *Soap Calculator* (BOTANIE..., 2020), que permite calcular diretamente as receitas para diferentes combinações de óleos, essências e outros aditivos.

4 - Processo de saponificação

O sabão é considerado um tipo de detergente, pois essa nomenclatura se aplica a qualquer substância capaz de promover limpeza de uma superfície.

Falamos em seções anteriores sobre outras hipóteses para o surgimento do sabão, mas agora vamos nos ater ao uso das cinzas como fonte de material alcalino na formação dos hidróxidos correspondentes. As cinzas dão origem a grande quantidade de carbonato de potássio, também conhecido popularmente como potassa. Quando dissolvido em água, a potassa dá origem a uma solução alcalina que é popularmente conhecida como lixívia, que é um dos ingredientes na reação de saponificação de óleos e gorduras:



Esse processo ainda é usado por muitas pessoas na fabricação caseira de sabão. A reação de saponificação é, na verdade, uma hidrólise alcalina, em que um óleo ou gordura, que quimicamente é um triéster de ácido graxo, reage

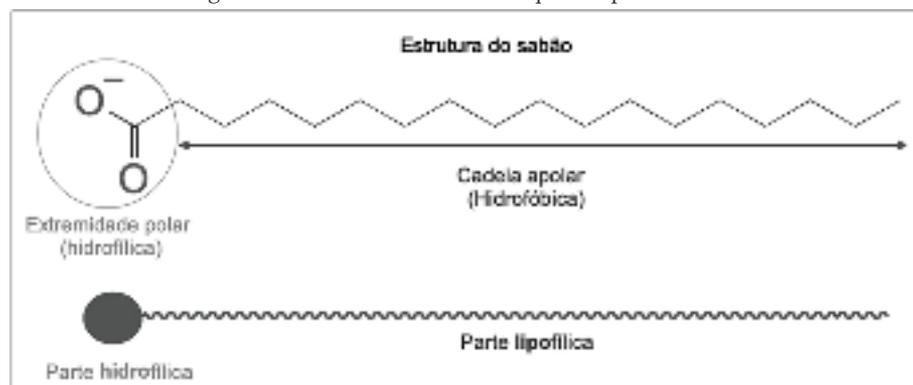
em meio aquoso com uma base forte. Os produtos formados são: um sal orgânico (sabão) e um álcool (glicerina, da qual pode-se obter a nitroglicerina, um poderoso explosivo). A Figura 1, no início deste texto, apresenta, de modo simplificado, a reação de saponificação.

Na indústria moderna, as duas fontes mais usadas para a produção do sabão são a gordura animal e o óleo de coco. No processo final de produção de sabão e sabonetes, adicionam-se corantes, desinfetantes e perfumes. O sabão usado para limpeza pesada normalmente contém abrasivos, como a areia. Alguns sabões são feitos com outros cátions, além do sódio. Os sabões de potássio são mais macios e produzem espuma de melhor qualidade. Normalmente são usados em sabões líquidos ou cremosos. E, finalmente, temos os sabões feitos com trietanolamina, que são usados em xampus e outros cosméticos.

Os sais de ácidos graxos formados na reação de saponificação é a substância que chamamos de sabão. Ele apresenta uma característica importante: são moléculas anfifílicas, ou seja, apresentam a característica de possuírem uma região hidrofílica (solúvel em meio aquoso), e uma região hidrofóbica (insolúvel em água, porém solúvel em lipídios e solventes orgânicos).

A parte que tem uma cadeia longa e pouco polar, ou lipofílica. Enquanto que, do outro lado da molécula, está o grupo carboxílico que é muito polar e, portanto, hidrofílico (BARBOSA, 2004). Dessa forma, esses sais orgânicos são capazes de se dissolver tanto em gordura, quanto em água, como apresentado na Figura 6. É por essa razão que os sabões conseguem limpar a gordura e a sujeira.

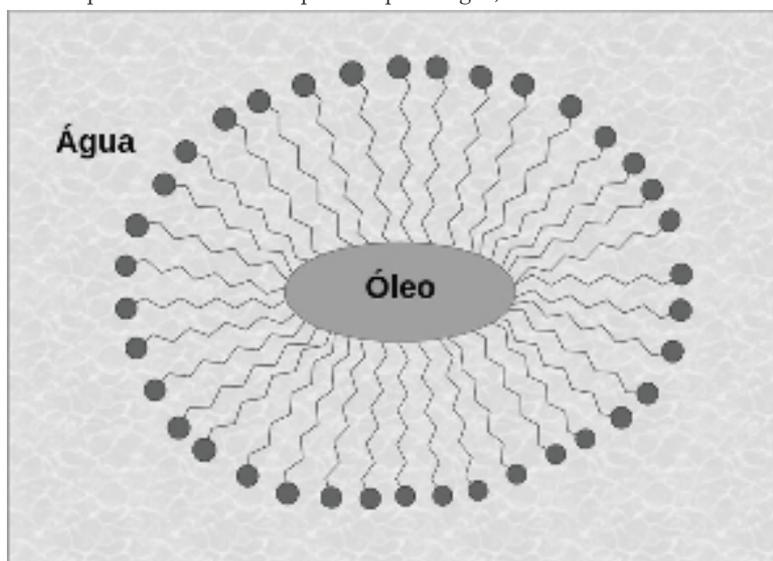
Figura 6 - Estrutura das moléculas que compõem o sabão.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

A gordura fica então “aprisionada”, como mostra a imagem da Figura 7. Enquanto isso, as extremidades polares das moléculas do sabão, que são hidrofílicas, ficam voltadas para fora, interagindo com a água. Desse modo, quando se abre a torneira para o enxágue, a sujeira gordurosa é arrastada com a água. Essa é uma das razões pelas quais o sabão é considerado um importante aliado na luta contra a COVID-19.

Figura 7 - Figura ilustrativa da estrutura e organização das moléculas do sabão em e torno da gordura ou óleo. A parte hidrofóbica prende o óleo, enquanto a parte hidrofílica está apontada para a água, formando uma micela.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Os sabões são também chamados de agentes tensoativos ou surfactantes (do inglês *surface active agents = surfactants*), pois eles diminuem a tensão superficial da água, ajudando-a a penetrar melhor nos materiais e a realizar a sua limpeza.

A tensão superficial da água pode ser vista através daquela “película” que se forma em sua superfície em razão das ligações de hidrogênio entre suas moléculas. Alguns insetos, por exemplo, conseguem caminhar sobre a água graças a essa tensão superficial. Objetos leves, como um clipe, também ficam flutuando na superfície da água. Mas se a água estiver com sabão, essa tensão superficial é desfeita e o clipe afunda.

O sabão tem a capacidade de “quebrar” a tensão superficial da água, e para compreender como isso ocorre, é necessário conhecer o conceito de tensão superficial. Ela é uma propriedade dos líquidos e se relaciona diretamente com as forças de atração e repulsão intermoleculares. Quanto maiores as forças de atração existentes entre as moléculas do líquido, maior será a tensão superficial, e isso confere ao líquido uma maior viscosidade e uma menor tendência ao espalhamento.

Tal como já foi dito, as moléculas do sabão possuem característica polar e apolar, e quando entram em contato com líquidos, polares ou apolares, dissolvem-se, interagindo com as moléculas desse líquido. Ocorre, então, uma redução do número de interações entre as moléculas do líquido dissolvente e, como consequência, a tensão superficial é reduzida. Por esse motivo, sabões e detergentes são chamados de substâncias tensoativas. A Figura 8 ilustra esse processo.

Figura 8 - Figura que ilustra a diminuição da tensão superficial da água quando nela é colocada uma pequena quantidade de sabão. Neste experimento, a agulha só afunda quando algumas gotas de detergente são misturadas à água onde ela está suspensa.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Outra informação interessante sobre o sabão é que ele é um produto biodegradável, ou seja, ele pode ser decomposto com facilidade e num curto espaço de tempo por microrganismos (geralmente bactérias aeróbicas), aos quais serve de alimento. Porém, a possibilidade de degradação das moléculas formadoras do sabão de forma natural muitas vezes é confundida com o fato do produto ser poluente ou não. Ser biodegradável não indica que um produto não causa danos ao meio ambiente.

O sabão pode tornar-se um poluidor, pois, após a utilização, ele vai para o esgoto e pode acabar desaguando diretamente nos rios, lagos ou oceanos, se não houver prévio tratamento do esgoto. Caso tenha sabão em grande quantidade, pode ocasionar a eutrofização das águas, isto é, torná-las férteis ao aumento de culturas bacterianas. Vários microrganismos podem se alimentar da mistura de sabão e matéria orgânica. Se ocorrer abundância desses compostos, eles se proliferarão com maior facilidade, consumindo o oxigênio dissolvido na água e causando mortandade de peixes e plantas aquáticas.

5 - A oficina de treinamento para a produção de sabão

Para a realização desse projeto, foram realizadas pesquisas em artigos, livros, *sites* e dissertações de diferentes bancos de dados. Não só para se chegar às melhores receitas de sabão, mas também para conhecer os efeitos do sabão no processo de limpeza e higienização. Todas as formulações usaram óleo de cozinha que foi doado pela população de Juiz de Fora.

Para a produção do sabão, usou-se três ingredientes básicos: óleo de cozinha usado, hidróxido de sódio (soda cáustica 98%) e água. Para corrigir o pH do sabão e para melhorar a aparência do produto final, usou-se uma solução 1:1 de limão e álcool. O limão foi usado para corrigir o pH, e o álcool para fazer outra correção relacionada com a aparência. Além disso, observamos que a adição do álcool acelera o processo de saponificação.

Como o óleo de cozinha usado apresenta partes sólidas (restos de frituras), ele foi previamente filtrado com uma peneira fina, para remoção de pequenas partículas sólidas que estavam em suspensão. Em alguns casos, foram usados óleos filtrados a vácuo e tratados com água sanitária para clarear, que nos foram cedidos pelos colegas do Departamento de Química, que também trabalhou em outra ação de produção de sabão e álcool em gel para a doação e enfrentamento à COVID-19.

Em seguida, foram feitos os cálculos descritos nas seções anteriores para se determinar a quantidade de óleo, água e hidróxido de sódio (NaOH a 98%) usada em cada receita. O NaOH foi então pesado e dissolvido em água (processo que deve ser feito sempre nessa sequência). Quando essa etapa se completa, a solução fica muito quente, por isso se deve esperar a solução esfriar um pouco, mas não esfriar por completo. E, a seguir, dissolve-se essa solução

em óleo, também previamente pesado e separado em recipientes plásticos. Essa mistura contendo óleo com solução de soda deve ser agitada manualmente até se atingir a consistência desejada.

A oficina de treinamento para a produção do sabão aconteceu no Centro de Ciências e reuniu estudantes e pessoas da comunidade em geral. Inicialmente, foi realizado um treinamento sobre a produção do sabão e as diversas possibilidades de receitas que podem ser obtidas, além das vantagens para o meio ambiente ao se utilizar um processo com aproveitamento de óleo usado.

Na segunda parte da oficina, os participantes foram convidados a “pôr a mão na massa” (Figura 9). Nesse momento de vivência e experimentação, fizeram muitas perguntas sobre as diferentes concentrações, o papel de cada componente na receita e o tempo certo para se obter uma reação completa (Figura 10). Para as pessoas da comunidade, isso foi uma grande novidade, pois puderam participar e vivenciar de perto as experiências que são realizadas dentro de uma universidade. Esse foi um momento de acolhimento e aproximação da comunidade acadêmica com a sociedade. Muitos vão levar para a vida a certeza de que a universidade é um espaço democrático e de aprendizado para todos.

Figura 9 - Hora de pôr a mão na massa e produzir seu próprio sabão.

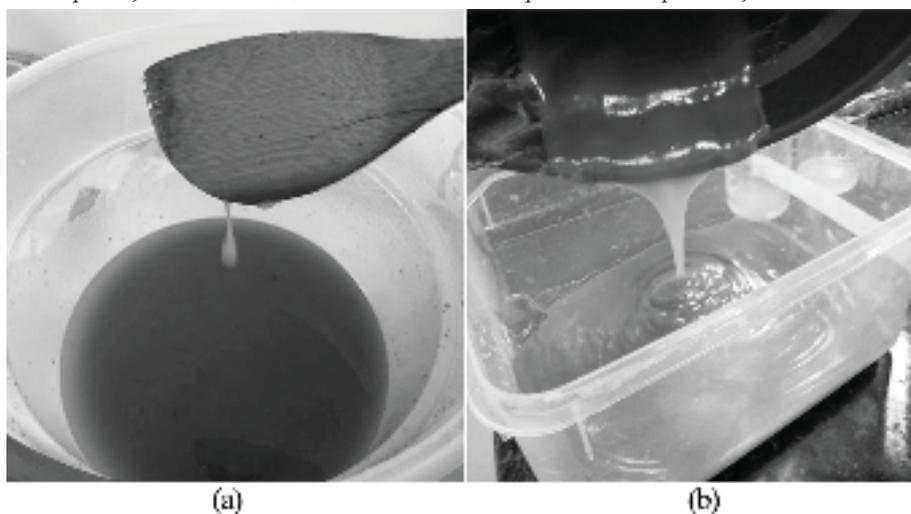


Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Enquanto a comunidade externa à Universidade aproveitou para levar a aprendizagem para resolver problemas práticos do dia-a-dia, os estudantes que estavam presentes também ficaram muito encantados, pois puderam assimilar de forma simples conceitos de química básica há tempos esquecidos ou que não foram trabalhados de forma lúdica e prazerosa.

Outro ponto importante foi a troca de saberes entres os estudantes e as pessoas da comunidade. Muitos se lembraram dos familiares que faziam sabão usando decoada (uma mistura de água e cinzas) e sebo de animal para produzirem suas receitas. Naquele tempo, o sabão produzido era trabalhado até formar uma bola muito grande, o chamado sabão-de-bola, muito usado até hoje nas fazendas e sítios pelo país afora.

Figura 10 - (a) massa para o preparo de sabão logo após a mistura dos ingredientes usados na produção de sabão e (b) o exato momento em que ocorre a saponificação na mistura.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Quando a reação de saponificação ocorre, a massa fica mais consistente e deve ser colocada em formas ou moldes de silicone, para que a reação termine de ocorrer e a massa apresente-se sólida e seca. Depois de endurecido, essas barras foram cortadas de forma artesanal, como pode ser visto na Figura 11.

Antes de ser embalado, o sabão precisa ter um pH adequado para o uso. A medida do pH de cada amostra foi feita utilizando-se uma solução aquosa 1% p/p, conforme recomendação da resolução da Anvisa (BRASIL,

2010). Utilizou-se, nas medidas de pH, um peagâmetro, ou papel indicador de pH, modelo universal *pH-indicator* 0-14, da Merck. Todas as medidas foram realizadas em temperatura ambiente.

Após a produção do sabão, foram realizados alguns testes. A observação da produção de espuma foi feita colocando-se em tubos de ensaio 10 mL de solução aquosa 1% p/p de cada um dos sabões obtidos. A seguir, os tubos foram tampados com uma rolha e agitados manualmente por 10 segundos cada um, e, em seguida, observou-se a altura da espuma formada.

Figura 11 - (a) massa de sabão recém preparada vertida em uma forma própria para secagem e (b) as barras resultantes desse processo.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Devido à pandemia causada pela COVID-19, as atividades do Centro de Ciências da UFJF foram suspensas e, por isso, o Centro de Ciências decidiu aproveitar o conhecimento e o treinamento que foi oferecido aos estudantes para que se produzisse sabão em larga escala, e que pudesse ser doado às comunidades em situação de vulnerabilidade em Juiz de Fora (Figura 12). Essa produção foi feita em diferentes turnos, respeitando o distanciamento social e com o uso de Equipamentos de Proteção Individual adequados.

Figura 12 - Sabão em barra produzido no Centro de Ciências para ser doado às comunidades em situação de vulnerabilidade.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

O sabão, depois de cortado e pronto, é embalado e identificado com um rótulo informando a data de produção e os ingredientes usados (Figuras 13 e 14). Nessa oficina, os participantes também aprenderam que, além de serem usados para enfrentar a pandemia, os sabões podem gerar alguma renda com sua venda. Para isso, o material deve ser produzido com muita higiene, cuidado e embalado de tal forma que agregue valor ao produto (Figura 15).

Figura 13 - Sabão sendo embalado durante as oficinas.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Figura 14 - Sabão pronto pra ser distribuído.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Figura 15 - Embalagens diferenciadas para o sabão artesanal.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Durante o início do isolamento social, foram reciclados mais de 100 litros de óleo por semana, gerando uma produção semanal de 200 barras

sabão, que foram distribuídas para as pessoas da comunidade e instituições de Juiz de Fora.

Espera-se que essa oficina tenha despertado, na comunidade acadêmica e na população, a preocupação com o meio ambiente através de um projeto sustentável, que capacitou estudantes, professores e funcionários na produção de sabão. Projeto este que serve como mais uma ferramenta para mostrar que a ciência pode, sim, ser usada e ensinada de diversas formas. E espera-se também que todo esse esforço tenha ajudado as pessoas a enfrentar a pandemia da COVID19 através da utilização do sabão para higienização.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao professor Eloi Teixeira César, pela oportunidade dada. Ao CNPq, pelo financiamento desse projeto. Aos colegas do Departamento de Química da UFJF, pela ajuda e discussões. À população de Juiz de Fora, pela doação de óleo, cestas básicas e livros para atenderem às comunidades em situação de vulnerabilidade socioeconômica. E aos bolsistas do Centro de Ciências, pela ajuda na produção do sabão.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **est_2020_06_br.xlsx**: Brasil - Complexo Soja: Balanço de Oferta/Demanda (1.000 t) - Ano Civil (Janeiro-Dezembro). São Paulo, 2020. 1 arquivo de planilha eletrônica. Excel para Windows. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas>. Acesso em: 24 ago. 2020.

AKIRA, R. Índice de saponificação dos óleos. *In*: AKIRA, R. **Saboaria Artesanal**. [S. l.]: [s. n.], c2012. Disponível em: <http://www.japudo.com.br/saboaria/introducao>. Acesso em: 24 ago. 2020.

BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. Xampus. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 3-6, 1995. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=48>. Acesso em: 24 ago. 2020.

BARBOSA, L. C. A. **Introdução à Química Orgânica**. 1. ed. São Paulo/Viçosa: Pearson Prentice Hall/Editora UFV, 2004.

BORSATO, D.; MOREIRA, I.; GALÃO, O. F. **Detergentes Naturais e Sintéticos: Um Guia Técnico**. 2. ed. rev. Londrina. Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2004.

BOTANIE NATURAL SOAP, INC. Recipe Calculator. *In*: BOTANIE NATURAL SOAP, INC. **SoapCalc**. [S. l.]: Botanie Natural Soap, Inc., 2020. Disponível em: <http://www.soapcalc.net/calc/SoapCalcWP.asp>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 59, de 17 de dezembro de 2010**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 17 dez. 2010. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/28612>. Acesso em: 24 ago. 2020.

CAOBIANCO, G. **Produção de sabão a partir do óleo vegetal utilizado em frituras, óleo de babaçu e sebo bovino e análise qualitativa dos produtos obtidos**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Química) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/index.php?palavra=%&campo=%22todos%22&operador=%22and%22&curso=IQ&pg=2&inicio=10>. Acesso em: 24 ago. 2020.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas – (SEI). *In*: LONGHINI, M. D. (org.). **O uno e o Diverso na Educação**. 1. ed. Uberlândia: EDUFU, 2011. cap. 18, p. 253-266.

_____. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.

CASTILHOS, L. F. F. **Fabricação de Sabonete Artesanal**. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná/Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2011. Dossiê Técnico. Disponível em <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico?dossie=NTY5NQ==>. Acesso em: 24 ago. 2020.

GRZYBOWSKI, C. Esboço de uma alternativa para pensar a educação no meio rural. **Contexto & Educação**, Ijuí, ano 1, n. 4, p. 47-59, 1986.

LEWIN, A. M. F.; LOMASCÓLO, T. M. M. La Metodología Científica en la Construcción de Conocimientos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 147-154, 1998.

MERCADANTE, R.; ASSUMPÇÃO L. **Massa base para sabonetes**: Fabricando sabonetes sólidos. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2010. Apostila. Disponível em: <http://cantinhodaunidade.com.br/wp-content/uploads/2014/03/apostila7.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Sabões e Detergentes. *In*: PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

RINALDI, R. *et al.* **Síntese de Biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de Química Geral**. **Química Nova, São Paulo**, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1827. Acesso em: 24 ago. 2020.

SHREVE, R. N.; BRINK JR., J. A. **Indústrias de Processos Químicos**. Tradução: Horacio Macedo. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1980.

VINEYARD, P. M; FREITAS, P. A. M. **Estudo e caracterização do processo de fabricação de sabão utilizando diferentes óleos vegetais**. 2014. Trabalho apresentado na 38ª Reunião da Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <https://maua.br/files/032015/estudo-e-caracterizacao-do-processo-de-fabricacao-de-sabao-utilizando-diferentes-oleos-vegetais.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

WADAS, C. M. *et al.* **Análise dos custos do sabão caseiro x industrializado**. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/sabao_de_clicerina/index.htm. Acesso em: 24 ago. 2020.

WILDNER, L. B. A.; HILLIG, C. Reciclagem de óleo comestível e fabricação de sabão como instrumentos de educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 5, n. 5, p. 813-824, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/223611704243>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4243>. Acesso em: 24 ago. 2020.

