

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ENGENHARIA CIVIL NA ESCOLA BÁSICA:
EXPLORANDO A BIOCONSTRUÇÃO COMO TEMÁTICA INTERDISCIPLINAR
DE ENSINO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Civil do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa Catarina

Gustavo Kath Ackermann

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Socas Wiese

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra

Ackermann, Gustavo Kath

Engenharia Civil na Escola Básica : explorando a Bioconstrução como Temática Interdisciplinar de Ensino / Gustavo Kath Ackermann ; orientador, Ricardo Socas Wiese, 2018. 96p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui Referências. 1. Engenharia Civil. 2. Engenharia na Escola 3. Bioconstrução. 4. Educação Ambiental. 5. Interdisciplinaridade. I. Wiese, Ricardo Socas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ENGENHARIA CIVIL NA ESCOLA BÁSICA: EXPLORANDO A BIOCONSTRUÇÃO
COMO TEMÁTICA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO**

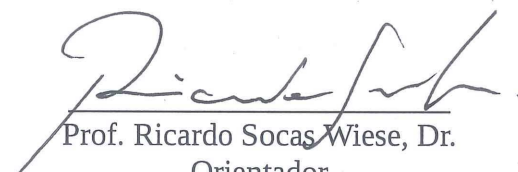
Gustavo Kath Ackermann

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Civil” e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 30 de novembro de 2018.

Prof.^a Luciana Rohde, Dr.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:


Prof. Ricardo Socas Wiese, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Otávio Augusto Alves da Silveira, Dr.
Membro da banca
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Daniel José da Silva, Dr.
Membro da banca
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A construção e execução deste projeto contou com a colaboração de inúmeras pessoas, seja de maneira direta, atuando nos processos do projeto, seja de maneira indireta, através das trocas comigo realizadas e que serviram para o desafio que se seguia como inspiração ou como instrução. Neste sentido, um grande Salve ao meu Orientador, Ricardo Socas Wiese, à quem sou muito grato não só pelas conversas mas também pela amizade desenvolvida.

Um agradecimento especial às Professoras de Ciências, Naiara Francisca Ramos, e de Matemática, Márcia Bernal, e ao Professor de Geografia, Marcio Marchi, por me receberem com seriedade, acreditando na ideia inicial, e ao mesmo tempo com profundo carinho, dispostos a sonharem e construírem juntos o projeto.

No mais, gratidão ao pessoal do NEAmb e aos demais que compartilharam desta experiência!

RESUMO

Este trabalho buscou explorar possíveis interações entre conhecimentos de Engenharia e os processos de ensino e aprendizagem da Escola Básica, ao promover uma atividade de Extensão Universitária, que envolveu as três turmas do 6º Ano do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em um projeto interdisciplinar com os professores de Ciências, Matemática e Geografia. Participaram também de parte do projeto onze graduandos de diversos cursos da UFSC, a maioria deles participantes do Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb). Conceitos e conhecimentos de Engenharia Civil, expressados na Bioconstrução, a construção com elementos naturais e reutilizados, foram utilizados como eixo temático para a contextualização do Ensino. Para isso, foram inseridos no contexto mais amplo de crise ambiental e fundamentaram a elaboração de uma Temática interdisciplinar, que norteou o desenvolvimento do projeto na busca pela minimização dos efeitos da fragmentação do conhecimento no Ensino Básico. Houve um procedimento metodológico para a elaboração e execução do projeto de maneira colaborativa entre os atores. Em sua primeira etapa, nos Estudos Preliminares, a Bioconstrução foi desenvolvida como Temática, explorando suas relações com conteúdos curriculares de todos os Anos que compõem o Ensino Fundamental II. Depois deste estudo, foi feito um contato inicial com Professores e definiu-se o 6º Ano como o público das atividades. Um convite foi feito aos demais Professores e as disciplinas mencionadas acima demonstraram interesse em participar do projeto. Iniciou-se, então, a etapa de Planejamento das Atividades, na qual, através de reuniões, foram elaborados o Plano de Atividades, composto por uma sequência de quatro aulas, e os Temas, Objetivos e Conteúdos do Plano de Aula de cada uma delas. A seguir foram formadas equipes compostas por membros do NEEAmb, que também através de reuniões finalizaram a construção dos Planos de Aula, definindo a Metodologia que seria aplicada. Na etapa seguinte, de Execução, as equipes e os professores ministraram juntos as aulas. Por fim, na etapa de Avaliação, os três professores responderam à duas perguntas que remetiam às atividades realizadas e aos objetivos deste trabalho.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Escola Básica. Bioconstrução. Educação Ambiental. Interdisciplinaridade. Colégio de Aplicação.

ABSTRACT

This work aimed to explore possible interactions between Engineering knowledge and the teaching and learning processes of the Basic School, by promoting a University Extension Program that involved three classes of Colégio de Aplicação's 6th Grade, which is located at the Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), in an interdisciplinary project with the professors of Sciences, Mathematics and Geography. Eleven graduates of several UFSC courses participated in the project, most of them members of Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb). Concepts and knowledge of Civil Engineering, expressed in Bioconstruction, the construction with natural elements and reused, were used as thematic axis for the contextualization of Teaching. For this, they were inserted in the broader context of environmental crisis and supported the elaboration of an interdisciplinary theme, which guided the development of the project in the search for minimizing the effects of the fragmentation of knowledge in Basic Education. There was a methodological procedure for the elaboration and execution of the project in a collaborative way among the actors. In its first stage, in the Preliminary Studies, the Bioconstruction was developed as Thematic, exploring its relations with curricular contents of all the Grades that make up Elementary School II. After this study, an initial contact with Teachers was made and the 6th Grade was defined as the public of the activities. An invitation was made to the other Professors and the disciplines mentioned above showed interest in participating in the project. The Activities Planning stage was started, in which, through meetings, the Activities Plan was elaborated, consisting of a sequence of four classes, and the Themes, Objectives and Contents of the Lesson Plan of each of them. Next were formed teams composed by NEAmb members, who also through meetings finalized the construction of the Classroom Plans, defining the Methodology that would be applied. In the next stage of Execution, teams and teachers taught together. Finally, in the Evaluation stage, the three teachers answered the two questions that refer to the activities carried out and to the objectives of this work.

Keywords: Civil Engineering. Basic School. Bioconstruction. Environmental Education. Interdisciplinarity. Colégio de Aplicação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Cadeia de causa e efeito provocada pelo ciclo de vida de edificações	27
Figura 02 – Domo Estrela (Star Dome), vista em perspectiva e superior	45
Figura 03 – Estrutura Recíproca como Telhado	53
Figura 04 – Estrutura Recíproca feita através de Módulos Recíprocos	53
Figura 05 – Geometria do Domo Estrela no plano	55
Figura 06 – Comprimento das varas do Domo Estrela	56
Figura 07 – Entrada na Sala de Aula.....	64
Figura 08 – Momento em roda.....	65
Figura 09 – Investigação em grupo.....	66
Figuras 10, 11, 12 e 13 – Apresentações à turma.....	67
Figura 14 – Demonstração de ripagem.....	68
Figura 15 – Visita ao Bambuzal.....	68
Figura 16 – Dinâmica do Carro e do Motorista.....	70
Figura 17 – Corrente de Braços.....	71
Figura 18 – Posição da Costa-Colada.....	72
Figura 19 – Posição da Mesa de 8 Pernas.....	72
Figura 20 – Módulos Recíprocos feitos com os alunos.....	74
Figura 21 – Montagem da Ponte de Da Vinci.....	74
Figura 22 – Passagem pela ponte.....	75
Figura 23 – Montando a geometria do Domo Estrela.....	76
Figura 24 – Divisão em grupos.....	78
Figura 25 – Ensinando a amarra.....	78
Figura 26 – Duplas fazendo as ripas.....	78
Figura 27 – Montando a geometria do Domo Estrela.....	79
Figura 28 – Passo-a-passo impresso.....	79
Figura 29 – Montagem da primeira Estrela.....	82
Figura 30 – Montagem da segunda Estrela e do Anel.....	83
Figura 31 – Arqueamento do Domo.....	83
Figura 32 – Encerramento.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Plano de Atividades.....	49
Quadro 02 – Conteúdos por Área: Aula 01.....	58
Quadro 03 – Conteúdos por Área: Aula 02.....	60
Quadro 04 – Conteúdos por Área: Aula 03.....	61
Quadro 05 – Conteúdos por Área: Aulas 01, 02 e 03.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ISWA – Internacional Solid Waste Association

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos

NEAmb – Núcleo de Educação Ambiental da UFSC

EA – Educação Ambiental

EF II – Ensino Fundamental II

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	19
1.1.1	Objetivo Geral	19
1.1.2	Objetivos Específicos.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA.....	20
2.1.1	A fragmentação do conhecimento escolar.....	20
2.1.2	A Interdisciplinaridade.....	21
2.1.3	Educação Ambiental	23
2.2	ESTUDO DA BIOCONSTRUÇÃO COMO TEMÁTICA DE ENSINO.....	26
2.2.1	Construção Civil, Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável	27
2.2.2	Bioconstrução e Técnicas Bioconstrutivas	29
2.2.3	Bioconstrução, Engenharia Civil e Escola	33
3	METODOLOGIA	36
3.1	ESTUDOS INICIAIS: CONVERGÊNCIAS ENTRE OS CONHECIMENTOS EM BIOCONSTRUÇÃO E OS CONTEÚDOS CURRICULARES.....	36
3.1.1	Análise do Currículo Escolar do Ensino Fundamental II (EF II)	37
3.1.2	Investigação da Bioconstrução como Temática de Ensino	37
3.2	CONTATO INICIAL COM OS PROFESSORES.....	37
3.2.1	Definição do Ano	37
3.2.2	Convite aos Professores.....	37
3.2.3	E-mail expositivo aos Professores interessados	38
3.3	PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES	38
3.3.1	Elaboração do Plano de Atividades e dos Planos de Aula	38
3.3.1.1	Reuniões Coletivas	38
3.3.1.2	Reuniões Individuais	39

3.3.2	Planejamento Final com Equipe NEAmb	39
3.3.2.1	Formação das Equipes.....	39
3.3.2.2	Reuniões preparatórias	39
3.4	EXECUÇÃO DO PLANO DE ATIVIDADE.....	40
3.5	AVALIAÇÃO	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1	CONVERGÊNCIAS ENTRE A BIOCONSTRUÇÃO E O CURRÍCULO ESCOLAR 41	
4.2	CONTATO INICIAL COM PROFESSORES.....	42
4.2.1	Definição do Ano	42
4.2.2	Convite aos Professores.....	43
4.2.3	E-mail expositivo aos Professores interessados	44
4.3	PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES	46
4.3.1	Reuniões Coletivas com Professores	46
4.3.2	Reuniões Individuais com os Professores.....	49
4.3.3	Finalização dos Planos de Aula junto ao NEAmb	56
4.3.4	Planos de Aula	58
4.4	EXECUÇÃO DAS AULAS.....	64
4.5	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	84
a)	Professora Naiara Francisca Ramos – Professora de Ciências.....	84
b)	Professora Marcia Maria Bernal – Professora de Matemática.....	85
c)	Professor Marcio Marchi – Professor de Geografia	86
5	CONCLUSÕES	88
	REFERÊNCIAS	90
	APÊNDICE A – Trechos do E-Mail Expositivo com sugestões de associações entre Bioconstrução e Conteúdos Curriculares.....	93

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia, entendida como conhecimento teórico que se traduz à aplicações práticas, depende sobretudo do domínio de conhecimentos mais elementares, como o das áreas da matemática, da biologia, da física e da química. Por outro lado, ela própria, no ponto de vista do Ensino Básico, enriquece tais áreas ao explorar suas potencialidades de uso no mundo. É justamente através da combinação e aplicação dessas diversas áreas que a Engenharia se localiza. Entretanto, apesar de tal potencial, ainda vemos pouca atuação deste conhecimento nas instituições que cuidam do nosso ensino básico. Diferentemente das áreas do Ensino Superior que possuem licenciatura e se relacionam com o conhecimento escolar, a área das Engenharias estão ainda muito distante do universo escolar.

Este trabalho buscou promover a interação entre conhecimentos da Engenharia Civil e conteúdos curriculares do Ensino Básico. Muitos dos conceitos de Engenharia Civil estudados apenas no Ensino Superior poderiam ser utilizados para contextualizar e trazer significado para a teoria do ensino escolar. O campo do conhecimento da Engenharia Civil é amplo e muitos caminhos poderiam ser trilhados para experimentar essa interação. Algumas áreas desse campo, contudo, se mostram mais propícias a serem exploradas pedagogicamente. Este trabalho estudou a construção com técnicas e elementos naturais ou reutilizados, aferida como Bioconstrução, como eixo temático para a promoção do ensino de engenharia nas escolas básicas.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2008), a Bioconstrução consiste na construção de ambientes sustentáveis por meio do uso de materiais de baixo impacto ambiental. Tal termo está inserido no contexto da busca por uma sociedade sustentável, o que faz com que ele represente, para além de apenas conhecimentos tecnológicos, também princípios ecológicos e de sustentabilidade que guiam a busca de soluções. Deste fato, emerge o caráter pedagógico que este trabalho busca explorar. A construção com técnicas e elementos naturais se apresenta como alternativa frente ao contexto de crise ambiental do nosso mundo globalizado. Sua inserção neste cenário faz emergir uma série de reflexões e questionamentos sobre diversos campos sociais, como na política, em questões socioambientais, nas relações de trabalho e na economia.

Este modelo construtivo contrapõe as tendências da Construção Civil convencional, na qual os materiais utilizados, geralmente, são provenientes de processos de fabricação complexos que demandam grande quantidade de energia e produzem resíduos tóxicos que nem

sempre são tratados de forma adequada, além de liberarem grande quantidade de gases que agravam o efeito estufa. A Bioconstrução propõe, por sua vez, a utilização de alternativas de baixo impacto ambiental e menor custo, utilizando sempre quando possível matéria prima natural, como a terra, a palha, o bambu, a madeira e as pedras, ou ainda reutilizando materiais descartados pela indústria.

Na busca de explorar a introdução de conhecimentos de Engenharia Civil ao Ensino Básico, foi realizado uma atividade de Extensão Universitária junto ao Ensino Fundamental II do Colégio de Aplicação, unidade educacional federal que atende o Ensino Fundamental e Médio em prédio próprio dentro do Campus Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina. Para isso, foi necessário inserir os conhecimentos de engenharia a uma Temática mais ampla, para a construção de um contexto que se relacionasse de alguma maneira à realidade dos alunos e com o currículo escolar. Essa Temática fundamentou-se tanto na problematização da Construção Civil convencional, uma área na qual os alunos tem contato diariamente, como no estudo das alternativas que respondem a esse sistema. Assim, carrega consigo uma interação com conhecimentos não só da área da construção civil como também da área estrutural, de saneamento, geotécnica, entre outras.

Ao se propor como atividade de Extensão Universitária, que busca articular conhecimento científico advindo do Ensino Superior com as necessidades da comunidade, o desenvolvimento do projeto se relacionou diretamente com alguns aspectos da realidade do ensino escolar. A estruturação do conhecimento escolar está baseado na sua fragmentação em disciplinas com inúmeros conteúdos que devem ser abordados. A fragmentação do ensino e seus efeitos ainda são bastante estudados na literatura acadêmica, este trabalho buscou contribuir para a superação deste cenário, explorando conhecimentos de engenharia, expressados nesta temática mais ampla, por uma perspectiva interdisciplinar.

Os objetivos e a metodologia aplicada à este trabalho se direcionaram, então, às intenções da Extensão Universitária. A Metodologia foi concebida a partir da interação entre a UFSC e o Colégio Aplicação, para uma transformação mútua entre essas duas realidades. Assim, buscou envolver no projeto, de maneira ativa, Professores do Ensino Fundamental II do Colégio Aplicação e Graduandos de diversos cursos da UFSC, sendo a maioria deles membros do Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb), núcleo no qual este projeto foi concebido.

A seguir serão melhor apresentados o Colégio de Aplicação e o Núcleo de Educação Ambiental da UFSC e depois os objetivos geral e específicos deste trabalho.

O COLÉGIO APLICAÇÃO

O Colégio de Aplicação foi criado em 1961, sob a denominação de Ginásio de Aplicação e com o objetivo de servir de campo de estágio destinado à prática docente dos alunos matriculados nos cursos de Didática (Geral e Específica) da Faculdade Catarinense de Filosofia (FCF). Nesse período, o funcionamento das Faculdades de Filosofia Federais foi regulamentado pelo decreto-lei nº 9.053 de 12/03/46 que determinava que as mesmas tivessem um ginásio de aplicação destinado à prática docente dos alunos matriculados naqueles cursos.

Na década de 1970 foi substituído o nome Ginásio de Aplicação para Colégio de Aplicação, e o Ensino Médio foi gradativamente implementado. Em 1980, foi acrescentado aos cursos já existentes o Ensino Fundamental. Os alunos que frequentavam o Colégio até então eram filhos de professores e servidores técnico-administrativos UFSC. A partir da Resolução nº 013/CEPE/92, ficou estabelecido o número de três turmas por série, com 25 alunos cada uma. O ingresso de alunos no Colégio passa a ocorrer então via sorteio aberto à comunidade.

Enquanto escola experimental, o Colégio tem proporcionado o desenvolvimento de experiências pedagógicas e estágios supervisionados para os cursos de Licenciatura e Educação, segundo as exigências da Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB). Ainda, o Colégio está inserido no Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina e segue sua política educacional que visa atender à trilogia de Ensino, Pesquisa e Extensão.

Atualmente o Colégio de Aplicação é uma unidade educacional que atende mais de 900 alunos, distribuídos entre o Ensino Fundamental e Médio. Possui prédio próprio, dentro do Campus Universitário da UFSC localizado no Bairro da Trindade, município de Florianópolis.

O NEAmb – Núcleo de Educação Ambiental da UFSC

O Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb) é vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e reconhecido pelo Centro Tecnológico (CTC) da UFSC, onde fica sua sede. Sua criação foi uma iniciativa de estudantes do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, que acreditavam na importância de trabalhar com Educação Ambiental e sentiam o chamado de atuar junto às escolas e comunidades, aplicando e desenvolvendo os conhecimentos universitários através da extensão universitária. Diante da falta de espaços para a EA e para a extensão no departamento e no CTC, justificou-se a necessidade de sua criação para dar suporte a esse tipo de trabalho, e, após a articulação necessária e com o apoio de diversos professores, o Núcleo foi fundado em 2007, com o Prof. Guilherme Farias Cunha assumindo sua coordenação.

A atuação do Núcleo, marcada pelo protagonismo e auto-gestão dos estudantes, se dá através de projetos interdisciplinares de extensão universitária, com a orientação de professores de diversas áreas do conhecimento. Embora nascido dentro do departamento da Engenharia Sanitária Ambiental, a história do Núcleo é marcada pela adesão de graduandos e pós-graduandos de diversos cursos da UFSC, a saber, Engenharia Civil, Agronomia, Design, Psicologia, Geografia, Oceanografia, História, Medicina, Engenharia de Automação, entre outros. Assim, além de fortalecer a extensão universitária, o NEAmb também responde a necessidade de interação entre os cursos da UFSC, trazendo uma proposta interdisciplinar para tratar das questões socioambientais emergentes.

O principal objetivo do Núcleo, portanto, é inserir e trabalhar as questões socioambientais na UFSC e nas comunidades através da extensão universitária, promovendo a educação ambiental, o desenvolvimento de pesquisas e a aplicação de tecnologias sociais, sempre contando com o suporte técnico e do conhecimento gerado na Universidade. Outras ações do grupo são mutirões, palestras, aulas, dinâmicas, oficinas, capacitações, trotes eco-solidários e intervenções artísticas diversas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Explorar interações possíveis entre os conhecimentos do Ensino Superior de Engenharia e o Ensino Fundamental II, promovendo uma experiência interdisciplinar que aborda conteúdos curriculares utilizando conhecimentos de Engenharia Civil, expressados na Bioconstrução, como eixo temático para a contextualização do Ensino.

1.1.2 Objetivos Específicos

1) Pesquisar conhecimentos de Engenharia Civil, expressados na construção com elementos naturais, que possam ser empregados ao Ensino Básico de maneira que contemplem os conteúdos curriculares e promovam a introdução a conhecimentos de Engenharia.

2) Desenvolver um Plano de Atividades elaborado e executado por Professores do Ensino Fundamental II do Colégio Aplicação e por Graduandos de diversos cursos da UFSC, através de uma abordagem metodológica que crie um espaço de criação em conjunto entre esses atores.

3) Construir as atividades por uma perspectiva interdisciplinar, envolvendo conteúdos de diversas áreas do conhecimento, com o fim de minimizar os efeitos da fragmentação do ensino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA

A fundamentação pedagógica deste trabalho levou em consideração um dos problemas latentes do Ensino Básico que é a fragmentação do conhecimento escolar em conteúdos e disciplinas, de maneira compartimentalizada, isolando-os entre si. Assim, discorreu-se sobre esta fragmentação com o fim de fundamentar a superação deste cenário na prática, valorizando o conceito da Interdisciplinaridade como auxílio neste processo. A Educação Ambiental, por sua vez, adquire o papel mais amplo de guiar as ações do projeto segundo seus objetivos e princípios, pois representa um instrumento legal, desenvolvido ao longo dos anos e que atua em prol de uma educação para um mundo sustentável, a qual depende sobretudo de um entendimento crítico acerca dos processos do mundo atual.

2.1.1 A fragmentação do conhecimento escolar

Hoje, a estrutura escolar do ensino público brasileiro é formatada na separação por graus de ensino, chamados série ou ano. Cada ano que passa, o estudante se atenta a diferentes disciplinas onde cada uma delas ainda se divide em inúmeros conteúdos. Toda essa fragmentação do ensino é organizada pelo currículo escolar, que determina para cada ano quais disciplinas o compõe e quais conteúdos devem ser abordados. Percebe-se uma tendência de abordagem das partes do saber, que deveriam estar interligadas, de maneira isolada e distantes entre si, com pouca promoção de relações entre os conteúdos. De acordo com Morin e Le Moigne (2000, apud FRANCO, 2012:8), as disciplinas como estão estruturadas só servem para isolar os objetos do seu meio e isolar partes de um todo. A educação deve romper com essas fragmentações para mostrar as correlações entre os saberes, a complexidade da vida e dos problemas que hoje existem. Caso contrário, será sempre ineficiente e insuficiente para os cidadãos do futuro.

Questiona-se, então, se um sistema fragmentado e desarticulado como este não poderia falhar na promoção de uma educação efetiva para os alunos. Para Santomé, “uma apresentação tão abstrata e fragmentada da cultura não favorece dimensões importantes que todo projeto pedagógico deve levar em conta, como o de corresponder aos distintos interesses e necessidades dos alunos.” (1998, p. 104)

As consequências de tal estruturação são visíveis na qualidade do ensino. Há um excesso de informações que devem ser apresentadas em um período estipulado de tempo para que o currículo escolar seja contemplado. O saber, então, tende a se deslocar para mera armazenagem de informação, não estimulando ao desenvolvimento da inteligência e ao estabelecimento de relações entre os conceitos, ou seja, não promove a reflexão sobre o que está sendo estudado.

Cada conteúdo curricular, em meio a inúmeros outros porém sem conexões claras com eles, se transforma no que Paulo Freire chamou de “conhecimento bancário”. A mera narração de conteúdos que, justamente por serem apenas narrados, tendem a petrificar-se ou fazer-se algo quase morto, sejam em valores ou dimensões concretas da realidade. (FREIRE, 1996: p. 57). A apropriação do conhecimento pelo estudante se dá pelo acúmulo de informações, e nem sempre estimula uma compreensão e reflexão mais profunda acerca do conteúdo e seu contexto no mundo. Na concepção de Giordan e Vecchi (1998, p. 11, apud PEDRANCINI et al, p. 08), a escola não pode mais limitar-se à transmissão de um programa de conhecimentos enciclopédicos, temporariamente retidos pelos alunos, mas deve, em primeiro lugar, organizar e gerenciar o fluxo contínuo de conhecimentos para que esses possam ser mobilizados na resolução de problemas e entendimento de situações que fazer parte da realidade atual.

Uma vez que os conteúdos são postos dessa maneira, o próprio estudante passa a não entender para que fim precisa armazenar tanta informação. A disciplinaridade, então, atua como fator que pode agravar o desinteresse do aluno, não mais o fazendo enxergar a escola como uma ferramenta que lhe possibilitará agir no mundo mais conscientemente. Com conhecimentos passados de forma separada e descontextualizada, cria-se a sensação de que não existe aplicação para o que é estudado na escola. Por outro lado, a escola deveria atuar justamente pelo contrário: para Libâneo (2004, página 1), cabe a ela “ajudar os alunos a se constituírem como sujeitos pensantes e críticos, capazes de pensar e lidar com conceitos, argumentar, resolver problemas, diante de dilemas e problemas da vida prática”.

2.1.2 A Interdisciplinaridade

Dentre as inúmeras possibilidades de tentar minimizar essa fragmentação do conhecimento no ambiente escolar, será abordado neste trabalho o conceito da Interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade vem sendo discutida há muitos anos sob diferentes óticas e possui uma grande variedade de definições. De maneira geral, pode ser entendida como aquilo que emerge na inter-relação entre diferentes áreas do conhecimento, aparecendo, então, como um potencial que confere sentido e explora tais áreas. Para Luck,

“A interdisciplinaridade, no campo da Ciência, corresponde à necessidade de superar a visão fragmentadora de produção do conhecimento, como também de articular e produzir coerência entre os múltiplos fragmentos que estão postos no acervo de conhecimentos da humanidade. Trata-se de um esforço no sentido de promover a elaboração de síntese que desenvolva a contínua recomposição da unidade entre as múltiplas representações da realidade.” (1994, p. 54)

FAZENDA (2008, 18-19), por sua vez, esclarece que:

“A palavra interdisciplinaridade evoca a “disciplina” como um Sistema constituído ou por constituir, e a interdisciplinaridade sugere um conjunto de relações entre disciplinas abertas sempre a novas relações que se vai descobrindo. Interdisciplinar é toda interação existente dentre duas ou mais disciplinas no âmbito do conhecimento, dos métodos e da aprendizagem das mesmas. Interdisciplinaridade é o conjunto das interações existentes e possíveis entre as disciplinas nos âmbitos indicados.”

No campo da Educação, FRANCO (2012, p 5 ou p 283) sintetizou a visão de diversos autores sobre a interdisciplinaridade. Para eles, ela se apresenta como uma forma de articulação no processo de ensino e de aprendizagem, vista como: uma atitude (FAZENDA, 2002); um novo jeito de repensar a educação (MORIN, 2005); um pressuposto de organização curricular (JAPIASSU, 1976); um fundamento para as opções metodológicas do ensinar (GADOTTI, 2004); e ainda, como um elemento orientador na formação de profissionais da educação (PIMENTA, 2002).

O autor complementa que:

“De maneira geral, ainda que não exista uma definição concreta para o tema – já que o mesmo permanece em constante construção – é perceptível nos estudos de muitos teóricos um consenso quanto a finalidade da interdisciplinaridade na educação, onde muitos concordam tratar-se de uma busca pela desfragmentação dos processos de produção e socialização do conhecimento.”

Sob a ótica do tema deste trabalho –a superação da disciplinaridade escolar- a interdisciplinaridade aparece como uma possibilidade de quebrar a rigidez dos compartimentos em que se encontram isoladas as disciplinas dos currículos escolares. Ela atua como uma ponte para o melhor entendimento das disciplinas entre si, tão como abre caminhos para um conhecimento mais profundo e complexo, contrapondo a superficialidade do “conhecimento bancário”. Ou seja, os conhecimentos das variadas disciplinas podem ser interligados com o

fim de compreender determinado fenômeno ou de resolver um problema sob um novo ponto de vista.

A interdisciplinaridade não propõe o fim das disciplinas, mas sim a construção de um conhecimento mais abrangente, que ultrapasse as fronteiras entre as disciplinas sem desconsiderá-las. É a partir da compreensão das múltiplas causas que intervêm sobre a realidade que ocorre a integração das disciplinas, trabalhando assim as linguagens necessárias para a construção de conhecimentos que contemplem a complexidade da realidade.

Portanto, o objetivo da interdisciplinaridade é de estabelecer entre os conhecimentos ligações de complementaridade e convergência, explorando as múltiplas relações conceituais que cada área estabelece com as outras. Afinal, o currículo escolar deve desenvolver uma visão integradora da realidade, através de estratégias de aprendizagem que capacitem o aluno para a vida em sociedade.

2.1.3 Educação Ambiental

A Educação Ambiental (EA) se fortaleceu e desenvolveu como conceito na medida em que o mundo foi tomando consciência acerca dos impactos ambientais numa sociedade globalizada. Na Carta de Belgrado (UNESCO, 1976) e na declaração de Tbilisi (UNESCO, 1978), a EA aparece como uma resposta aos impactos do “progresso” moderno, porém, como aponta Suavé (1999, apud VASCONCELOS, 2015, p 48), em sua primeira abordagem, a EA se ocupou mais de resolver e prevenir os problemas causados pela atividade humana nos sistemas naturais, com um caráter de educação científica e tecnológica, de capacitação para a solução ou minimização de tais problemas. Já nos anos oitenta, gradualmente a EA foi ganhando caráter socialmente crítico, associando-a a dimensão local e comunitária de transformação, tomando em conta seu contexto social e cultural específico, o diálogo de saberes, a perspectiva birregional, entre outras inovações. Todavia, a Conferência das Nações Unidas do Rio de Janeiro em 1992, a Rio-92, com a ascensão do conceito de Desenvolvimento Sustentável, trouxe de volta a EA ao cerne do paradigma moderno, marcado pela forte influência ideológica de desenvolvimento pelo viés econômico (VASCONCELOS, 2015, p. 48).

Por outro lado, também durante a Rio-92, no encontro paralelo organizado por Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais, a EA foi um dos temas discutidos pela sociedade civil internacional ali reunida, resultando na redação do “Tratado de Educação

Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”, que estabeleceu dezesseis princípios fundamentais da educação para as sociedades sustentáveis, enfatizando a necessidade de um pensamento crítico, de um fazer coletivo e solidário, da interdisciplinaridade, da multiplicidade e diversidade. Em um de seus trechos o tratado pontua:

“a educação ambiental para uma sustentabilidade equitativa é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida. Tal educação afirma valores e ações que contribuem para a transformação humana e social e para a preservação ecológica. Ela estimula a formação de sociedades socialmente justas e ecologicamente equilibradas, que conservem entre si a relação de interdependência e diversidade. Isto requer responsabilidades individual e coletiva no nível local, nacional e planetário” (FÓRUM GLOBAL DAS ONGS, 1992).

O documento, então, traz um caráter crítico e emancipatório à Educação Ambiental, entendendo-a como um instrumento de transformação social. Ele é o primeiro a romper com a ideologia desenvolvimentista rumando para a noção de sociedades sustentáveis, marcadas por princípios ecológicos, igualitários e democráticos, propostas participativas de gestão ambiental e principalmente por um forte embasamento na ética da responsabilidade. (VASCONCELOS, 2015, p 54)

Em Tessalonika, no ano de 1997, o documento resultante da Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: *Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade* reforça os temas colocados na Eco-92, e chama a atenção para a necessidade de se articularem ações de educação ambiental baseadas nos conceitos de ética e sustentabilidade, identidade cultural e diversidade, mobilização e participação, além de práticas interdisciplinares. O que os pesquisadores observam é que as recomendações são vagas e sem maiores efeitos práticos, sendo que muitas delas apenas servem para alimentar a lógica de mercado e as políticas liberais. (JACOBI, 2005, p. 10)

No Brasil a Educação Ambiental vem se concretizando principalmente a partir da década de 80. Na Constituição federal de 1988, no Capítulo VI sobre o meio ambiente, é instituído como competência do poder público a necessidade de “promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino” (art. 255, parág. 1. Inciso VI). Em 1999 é outorgada a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999), a qual expõe no Art. 2º, a educação ambiental como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.

O documento define Educação Ambiental como:

“os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas

para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999).

E apresenta, a partir do Art. 4º, como princípios básicos:

- I. O enfoque holístico, democrático e participativo;
- II. A concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;
- III. O pluralismo de idéias e concepções pedagógicas;
- IV. A permanente avaliação crítica do processo educativo;
- V. A abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais; - a vinculação entre a ética, educação, trabalho e as práticas sociais;
- VI. O reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural humanista, democrático e participativo, bem como valoriza o pluralismo, o respeito e a diversidade cultural e étnica (BRASIL, 1999).

Ainda, possui objetivos que evidenciam o caráter humanista, de respeito à diversidade cultural e étnica e com uma visão integrada do homem à natureza. Os objetivos apresentados são:

- I. O desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos
- II. A garantia de democratização das informações Ambientais
- III. O estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social.
- IV. O incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania
- V. O estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade
- VI. O fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia
- VII. O fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade (BRASIL, 1999).

A definição, os princípios e os objetivos da Lei foram assim expostos não apenas porque representam um marco legal importante para a institucionalização da EA brasileira, mas também porque guiaram a fundamentação pedagógica da proposta deste presente trabalho. Assim, valorizando as concepções apresentadas nesta Lei, utilizou-se como marco referencial teórico, uma Educação Ambiental crítica, transformadora e de forte embasamento ético, buscando trabalhar a percepção integrada entre o ser humano e seu meio, através de um pensamento crítico e reflexivo.

Para tal, os conhecimentos de Engenharia expressados na construção com elementos naturais e na busca por soluções ecológicas e sustentáveis, ao serem propostos, neste trabalho, com fins pedagógicos, passaram a ser contextualizados por esta ótica mais ampla que a Educação Ambiental propõe. Como o objetivo deste trabalho era de aproximar os conhecimentos do Ensino Superior ao Ensino Básico, esse cunho trazido pela EA não significou a desvalorização dos conteúdos tecnológicos ou de engenharia prática nas atividades resultantes, pelo contrário, o fato de serem trabalhados junto à uma problematização que permitia percebê-los como necessários, fez a construção de conhecimento ganhar sentido ético e político.

2.2 ESTUDO DA BIOCONSTRUÇÃO COMO TEMÁTICA DE ENSINO

A aproximação de conhecimentos de Engenharia Civil aos processos de ensino e aprendizagem do Ensino Básico exigiu com que se analisassem esses conhecimentos por uma perspectiva pedagógica. A construção com técnicas e elementos naturais se encaixa nesse contexto de crise ambiental do nosso mundo globalizado, pois faz interação com diversos setores da nossa sociedade. Não apenas os conhecimentos científicos tecnológicos foram buscados no processo. O Ensino Básico pedia uma adaptação desta linguagem e foi necessário construir um contexto mais amplo, relacionado à realidade dos alunos, e que abrigasse tais conhecimentos técnicos e conceituais.

Na busca de aplicar uma Educação Ambiental transformadora e com o fim de elaborar uma Temática que serviria de pano de fundo para a construção do conhecimento, tal pesquisa fundamentou-se na problematização da área da construção civil e no estudo das alternativas à esse sistema. Esse cenário estudado embasou a construção da Temática desejada, que será designada neste trabalho, pelo termo Bioconstrução.

Bioconstrução é um termo ainda pouco difundido na Academia. Se originou e se desenvolveu dentro do movimento da Permacultura, relacionado ao conceito de Bio-Arquitetura, representando técnicas construtivas que seguiam princípios ecológicos buscando minimizar ao máximo o impacto ao meio, dando preferência a matéria prima local ou reutilizada. Deste modo, Bioconstrução se envolve com etapas de projeto, na busca de soluções, tão como em etapas de planejamento e execução das obras. Segundo Soares (2005), o termo bioconstrução foi usado pela primeira vez no evento “Bioconstruindo”, em 2001, que ocorre todos os anos a partir do primeiro, afim de discutir temas relacionados a construções naturais, no Instituto de Permacultura Ecovilas do Cerrado – IPEC, em Pirenópolis, Goiás.

Pela perspectiva da Engenharia Civil, Bioconstrução engloba técnicas e conhecimentos de diversas de suas áreas, como a da construção civil, das estruturas, de saneamento e de geotecnia. O autor deste trabalho preferiu utilizar o termo Bioconstrução por não ter encontrado outro que representasse tão bem a temática na qual gostaria de desenvolver este projeto. As ditas bioconstruções ao serem construídas seguem princípios ecológicos e de sustentabilidade nos quais o autor reconheceu e buscou sobretudo o potencial pedagógico.

Nesta seção o autor buscou contribuir na discussão teórica por trás dos conhecimentos científicos relacionados à área de atuação proposta, com o fim de fundamentar a construção dessa temática que daria sustentação ao desenvolvimento do projeto segundo seus objetivos.

2.2.1 Construção Civil, Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

O modelo de desenvolvimento atual, altamente tecnológico e industrializado, demanda um crescente consumo de recursos naturais. Na Construção Civil, os materiais utilizados geralmente são provenientes de processos de fabricação complexos que demandam grande quantidade de energia e produzem resíduos tóxicos que nem sempre são tratados de forma adequada, além de liberarem grande quantidade de gases que agravam o efeito estufa. De maneira geral, os produtos da Construção Civil consomem cerca de 40% dos recursos naturais, 40% da energia e gera 40% dos resíduos referentes a toda a atividade humana (SJÖSTRÖM, 2000). Isso porque a Construção Civil gera cargas, efeitos e impactos ambientais ao longo de toda sua cadeia produtiva, inclusive ao longo e após a vida útil da edificação, como sistematiza o quadro a seguir.

Figura 01 – Cadeia de causa e efeito provocada pelo ciclo de vida de edificações.



Fonte: Bayer (2010).

Impactos socioambientais excessivos e que não tem mostrado diminuição ao longo dos anos, não é uma exclusividade da área da Construção Civil e atinge inúmeras outras áreas do nosso mundo altamente industrializado. Abre-se margem, então, para um questionamento acerca das diretrizes que estão abarcando o que entendemos como Desenvolvimento no nosso processo civilizatório.

Ao longo da história, o conceito de Desenvolvimento esteve muito fortemente ligado ao crescimento econômico, o que gerou uma tendência expansionistas às grandes nações durante os últimos séculos. A consciência acerca da industrialização e seus impactos a níveis globais são bem mais recentes. Os sinais da crescente conscientização podem ser observados a partir de alguns referenciais que agregam propostas de sustentabilidade ambiental, social e de desenvolvimento à dimensão do discurso, como é o caso dos movimentos sociais em defesa da ecologia; as conferências internacionais promovidas pela ONU, principalmente a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, para debater os temas do meio ambiente e do desenvolvimento; os relatórios do Clube de Roma ; e, mais ou menos diretamente, os trabalhos de autores pioneiros, de diversos campos, que refletiram sobre as mesmas questões. (JACOBI, 2005, p. 2-3).

Houve desde então uma crescente preocupação com a problemática ambiental, atrelando-a às decisões políticas e econômicas como fator mais ou menos pertinente. Atenta-se ao fato das tensões entre a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento ainda persistirem, fazendo a definição de conceitos como o de Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade transitarem entre significados. Trata-se de delimitar um campo bastante amplo em que se dá a luta política sobre o seu significado, sendo que a institucionalização da noção de desenvolvimento sustentável sempre esteve permeada por diferentes interpretações, além de servir como instrumento de ancoragem da política ambiental internacional, por meio das agências das Nações Unidas. (Ibid, p. 6)

Jacobi ainda aponta que há pouca efetividade nas ações, e as pretensões totalizadoras tem tornado o conceito de desenvolvimento sustentável difícil de ser classificado em modelos concretos, operacionais e analiticamente precisos, complementando que:

“O quadro atual, claramente demonstrado por estudos científicos, indica que os ecossistemas continuam sentindo o impacto de padrões insustentáveis de produção e de urbanização. Além disso, durante a última década, muitos países aumentaram sua vulnerabilidade a uma série mais intensa e freqüente de fenômenos que tornam mais frágeis os sistemas ecológicos e sociais, provocando insegurança ambiental, econômica e social, minando a sustentabilidade e gerando incertezas em relação ao futuro. Prevalece ainda a ideologia do progresso, que rejeita ou minimiza as questões ambientais, seja no discurso ou na prática.” (JACOBI, 2005, p. 7).

A reflexão pela ótica da Construção Civil nos exige encarar a realidade de maneira mais crítica quanto aos conceitos de Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável. Com a necessidade de diminuir os impactos e superar a crise ambiental, a sociedade moderna precisa reavaliar seus modos produtivos. Desta forma, a construção civil deve, quando possível, buscar as alternativas ecológicas em seu sentido mais amplo e profundo.

2.2.2 Bioconstrução e Técnicas Bioconstrutivas

A Bioconstrução surge como uma resposta mais radical à esta cadeia produtiva que está inserida as formas convencionais de construção, pois tem em sua essência a diminuição dos impactos gerados por ela em todos os níveis: desde a extração do recurso, passando por seu processamento, transporte e uso nas construções. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2008), a Bioconstrução consiste na construção de ambientes sustentáveis por meio do uso de materiais de baixo impacto ambiental, adequação da arquitetura ao clima local e tratamento de resíduos. Além disso, não deverá afetar o meio ambiente não somente durante a etapa de construção, senão durante todo o uso da edificação. É por isso que se aposta em materiais menos tóxicos como terra crua, palha, pedra, madeira ou bambu, tecnologia solar, entre outros. Para Brandão (2009), a Bioconstrução é um ramo da engenharia e da arquitetura que propõe a utilização de alternativas para a construção de baixo impacto ambiental e menor custo, dando ênfase ao uso de tecnologias eficientes, matérias primas naturais ou recicláveis advindas de fontes renováveis e técnicas de construção renováveis.

Tal termo se insere no contexto maior da busca por uma sociedade sustentável. No âmbito da Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento, a Construção Sustentável é definida como: "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica". No contexto do desenvolvimento sustentável, o conceito transcende a sustentabilidade ambiental, para abraçar a sustentabilidade econômica e social, que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades (BRASIL, 2016). O Ministério do Meio Ambiente ainda pontua que os desafios para o setor da Construção Civil são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Complementando que:

No âmbito da edificação, entende-se como essenciais: adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e otimizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimento naturais; previsão de requisitos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida ou, no mínimo, possibilidade de adaptação posterior; atenção para a orientação solar adequada, evitando-se a repetição do mesmo projeto em orientações diferentes; utilização de coberturas verdes; e a suspensão da construção do solo (a depender do clima).

Na escolha dos materiais de construção: a utilização de materiais disponíveis no local, pouco processados, não tóxicos, potencialmente recicláveis, culturalmente aceitos, propícios para a autoconstrução e para a construção em regime de mutirões, com conteúdo reciclado. Além disso, deve-se evitar sempre o uso de materiais químicos prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente, como amianto, CFC, HCFC, formaldeído, policloreto de vinila (PVC), tratamento de madeira com CCA, entre outros. Quanto aos resíduos da construção civil, deve-se atentar para a sua redução e disposição adequada, promovendo-se a reciclagem e reuso dos materiais.
(MMA, 2016)

Embora a Bioconstrução se aproprie majoritariamente dos materiais naturais e reutilizados, uma interpretação menos radical deste termo não sugere a negação dos adventos tecnológicos e dos materiais industrializados. Por este ângulo, a Bioconstrução projeta suas soluções sob preceitos ecológicos priorizando a utilização de elementos naturais mas não exclui o uso dos produtos industrializados, apenas reflete sobre as reais necessidades de sua utilização visto às demais soluções menos nocivas ao nosso planeta. Enquanto a construção convencional opta pelos industrializados por vários motivos, dentre eles a praticidade para a construção em série e a própria pressão advinda do monopólio industrial, a construção com elementos naturais, por sua vez, utilizará o cimento, por exemplo, apenas nas situações em que não houver outra alternativa menos nociva ao meio-ambiente ou quando realmente necessitar das propriedades que só o cimento fornece. Não se trata, portanto, da negação ao moderno, mas sim do seu uso de forma mais consciente.

Dentre as técnicas bioconstrutivas mais conhecidas e comumente utilizadas no Brasil na construção de habitações, estão: a) Adobe, um tijolo de barro seco ao sol; b) super ou hyper-adobe, terra ensacada compactada; c) Taipa de Pilão, terra apiloada em formas; d) Taipa de Mão, ou Pau-a-Pique, parede de barro feita a mão com uma trama de madeira ou bambu; e) “Calfitice”, uma massa impermeável feita com cal, palha, terra e cimento; f) Solocimento, um tijolo prensado feito de areia, argila e cimento; g) Fardos de Palha, para alvenarias leves feita com palha e barro; h) Ferrocimento, uma argamassa de cimento e areia armada em uma trama de vergalhões finos cobertos por tela de galinheiro de fios galvanizados; f) construções com bambu, madeira roliça e pedras.

Podemos notar que muitas das técnicas bioconstrutivas expostas acima na verdade já fazem parte do acervo de técnicas da humanidade há muito tempo. Foram descobertas no Turquistão, por exemplo, casas de terra que datam do período entre 6000 e 8000 a.C. (Pumpelly, 1908, apud Minke 2006, p. 13). Os índios sul-americanos também dominam a construção com madeira e bambu há milhares de anos. A Bioconstrução apresenta, então, uma relação com o que se denomina de Arquitetura Vernacular, a arquitetura que emanou da tradição e da cultura dos povos durante seu desenvolvimento. Neste sentido, a Bioconstrução atua com o caráter de resgatar as tradições construtivas locais anteriores à industrialização massiva. Não apenas isso, se aproveita da modernidade e também se propõe neste resgate à desenvolver técnicas novas e reinventar as antigas, com o intuito de alcançar a harmonização das construções humanas com a natureza sob a nova perspectiva de um mundo globalizado. Para Dethier (1982, p. 13), “Tentar uma síntese criativa e operacional entre técnicas chamadas de tradicionais e técnicas chamadas de modernas constitui um caminho novo, que procura concretizar métodos mais apropriados às nossas necessidades, mas também apropriáveis por seus usuários, a fim de que possam ser agentes de suas ferramentas e não apenas pacientes.”

O uso de técnicas bioconstrutivas diminui diretamente os impactos socioambientais em toda cadeia produtiva da construção civil. O primeiro impacto direto devido a extração do recurso a ser utilizado, já é minimizado ao priorizar o uso de elementos naturais. Assim sendo, evita uso excessivo de materiais advindos do extrativismo mineral, que se mostra muito mais nocivo ao planeta ao gerar quantidade significativa de poluentes tanto na extração da matéria prima quanto em seu processamento pela indústria. Materiais como a terra, a madeira, o bambu e materiais industrializados que podem ser reutilizados são abundantes fazendo-se possível adquiri-los de fornecedores locais ou no próprio terreno, minimizando também os impactos oriundos das grandes movimentações de transporte dos materiais convencionais. Ainda, outro aspecto da construção urbana é a produção e disposição dos resíduos sólidos resultantes de sua atividade. Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são majoritariamente constituídos por materiais inertes como o concreto, materiais cerâmicos, vidro, metais, madeira, entre outros de menor expressão. O concreto é menos significativo nos resíduos de construção do que nos de demolição mas constitui cerca de 30 a 40% dos RCD, segundo a Internacional Solid Waste Association – ISWA (TEODORO, 2011). Os materiais naturais como a terra, a madeira e o bambu, por sua vez, podem ser facilmente reincorporados à natureza através de destinação correta, ou ainda podem ser reaproveitados para obras futuras. Ao acrescentar água à uma

parede de barro de centenas de anos recém derrubada, geramos um insumo para uma nova parede.

O fato de serem naturais também coloca os elementos utilizados pela Bioconstrução mais distantes do monopólio industrial existente hoje na construção civil. Cimento Portland, tijolos queimados e telhas de fibrocimento passaram a ser ofertados no mercado e divulgados como uma forma moderna e eficaz de se construir. Uma grande campanha impulsionada por interesses econômicos foi fortalecendo ao longo dos anos a ideia de que a única forma de se construir é assentando tijolos queimados com cimento e areia, e esta forma se tornou símbolo de modernidade e status social dentre todas as camadas da população (PROMPT e BORELLA, 2010, p. 4). Jean Dethier, em seu ensaio *A Sabedoria da Terra*, reafirma esta ideia com as seguintes palavras:

”Algumas potências industriais ou multinacionais, produtoras de materiais de construção, ou centros de estudos responsáveis por sua utilização maciça, procuram, às vezes, desacreditar a terra. Privilegiando, a partir de mais de meio século, a utilização dominante do concreto, do aço, do alumínio e derivados petroquímicos, a arquitetura contemporânea ortodoxa ‘favorizou’ os monopólios industriais que, para explorar esses mercados, raciocinam em termos de instalações gigantes de produção, cujo caráter devorador de energias e poluentes é bem conhecido.” (Dethier, 1982, p.10)

Diversos estudos de viabilidade econômica das técnicas com elementos naturais, principalmente com o bambu e a terra, mostram mais esta vantagem quando comparado ao modelo convencional. O baixo custo na produção de matéria-prima, na manufatura e nos transportes, fazem das soluções ecológicas também mais econômicas, tendo geralmente como principal dificuldade o acesso à mão de obra que conheça as técnicas, uma vez que esse tipo de construção historicamente perdeu espaço no mercado para o modelo em curso. Silva (2011, p. 154) estudou a viabilidade técnica e econômica de taipas de mão utilizando como entramado bambus da espécie *bambusa vulgaris*, comumente encontrado em regiões urbanas e rurais em várias partes do Brasil. Seus resultados apontam um preço médio, incluindo custos de mão de obra e material, do painel em bambu e barro de R\$23,91 R\$/m² enquanto a vedação em bloco cerâmico e em bloco de concreto apontam respectivamente R\$47,04 e R\$51,62 R\$/m², segundo composição de custos a partir dos critérios da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) e da Produção e Disponibilização de Informações e Sistemas de Apoio para a Indústria da Construção Civil e Editora Técnica das Edificações Habitacionais (PINI).

Outros estudos também indicam benefícios de materiais como a terra quanto ao conforto e desempenho térmico e quanto ao controle de umidade do ambiente. Gernot Minke (2006, p. 20), aponta que em um área de 3x4m, com um altura de 3 metros e um área de 30m² (após se subtrair as portas e janelas), depois que a umidade do ar em seu interior for elevada de

50% a 80%, as paredes de tijolo de Adobe sem reboco absorveriam 9 litros de água em 48 horas (caso a umidade seja reduzida novamente para 50% a mesma quantidade seria liberada), enquanto que as mesmas paredes, se construídas com tijolos cozidos sólidos, iria absorver apenas 0,9 litros de água. A regulação da umidade está não só ligado ao conforto térmico mas também a questões de saúde. Segundo Minke (2006, 19) a formação de fungos aumenta significativamente quando a umidade sobe acima de 70% ou 80%, então, a capacidade de absorver e soltar a umidade do ar ambiente faz do barro um agente que promove a qualidade do ambiente.

Por fim, são por fatores como o baixo custo e impactos ambientais, a relativa simplicidade de execução e por estar intimamente ligado a conhecimentos tradicionais das populações que se faz possível caracterizar as técnicas bioconstrutivas como Tecnologias Sociais (TS). A Rede de Tecnologias Sociais (RTS) define que, "Tecnologias Sociais são produtos, técnicas ou metodologias replicáveis e inovadoras, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social às diversas realidades aonde elas se aplicam". Em outras palavras, as TS são alternativas simples e de baixo custo para a solução de problemas estruturais das camadas mais excluídas da sociedade e se contrapõe a tecnologia convencional, marcada pela apropriação tecnológica da indústria, que tem efeitos sobre as formas trabalho; sobre a propriedade intelectual e tecnológica; sobre os insumos utilizados na produção e o ritmo a ela empregado; sobre o acesso restrito apenas aos consumidores que podem pagar pelos produtos; etc (Dagnino et al, 2004). O sentido geral da expressão "tecnologia social" refere-se à criação e utilização de conhecimentos por populações duplamente desfavorecidas (por falta de acesso ao conhecimento científico moderno e por perda das condições mais favoráveis à reprodução de seu conhecimento tradicional), de modo a promover a sustentabilidade econômica e o fortalecimento cultural e político dessas comunidades. Incorpora-se, então, a perspectiva de "apropriação dos processos e produtos" pelas populações envolvidas, ligando-se às ideias de "inclusão social", "interação com as comunidades", "empoderamento das populações", "sustentabilidade" e "diversidade de organizações, comunidades e saberes (populares, tradicionais, técnicos, científicos)" (GARCIA, 2014)

2.2.3 Bioconstrução, Engenharia Civil e Escola

Este trabalho buscou aprofundar seu estudo teórico e prático em uma das interfaces que podem ser geradas ao buscar uma aproximação entre conhecimentos do Ensino Superior e

a realidade do Ensino Básico. Ao se propor também na prática, a realidade encontrada é a de um ensino básico fragmentado em disciplinas que demonstram dificuldade de articulações entre si, como sustentado acima. O fato é que um dos efeitos diretos dessa fragmentação no ensino básico é que pode limitar seu conhecimento à mera introdução ao conhecimento dito superior, se tornando generalista, com muita teoria e poucas potencialidades práticas. Este trabalho fundamenta-se no estudo deste cenário e aplica a Bioconstrução e sua gama de conhecimentos como eixo temático, explorando relações em diversos aspectos dos processos de ensino e aprendizagem no ensino básico. Nesta seção o autor lançará mão de suas percepções acerca da potencialidades de utilizar da Bioconstrução para promover a interação entre os conhecimentos de Engenharia Civil e outras áreas do Ensino Superior aos conhecimentos do Ensino Básico.

Como visto, o estudo das construções de baixo impacto e do contexto da construção civil convencional faz emergir uma gama complexa de interações com o meio no qual a Bioconstrução se propõe como alternativa. Seu potencial pedagógico nasce justamente da sua manifestação em diversos campos sociais, como na política, nas questões socioambientais, nas relações de trabalho e na economia. Desta maneira, o processo de ensino e aprendizagem pode ser explorado por diversos ângulos teóricos e práticos. Pelo lado teórico, os conhecimentos que englobam a Bioconstrução pertencem a uma temática ampla, com expressões de conteúdos de diversas áreas do conhecimento, facilitando a abordagem interdisciplinar. Por outro lado, esses conhecimentos também conseguem romper facilmente a barreira entre a teoria e a prática. Por ser composta geralmente por técnicas simples que utilizam majoritariamente elementos naturais, a Bioconstrução se mostra acessível e com fácil aplicabilidade prática às diversas faixas etárias que compõe o Ensino Básico.

A utilização da Bioconstrução como temática de ensino caminha na direção do que Paulo Freire chamou de “prática problematizadora”. Em suas palavras:

“Enquanto na concepção ‘bancária’(...) o educador vai ‘enchendo’ os educandos de falso saber, que são os conteúdos impostos; na prática problematizadora, vão os educandos desenvolvendo o seu poder de captação e de compreensão do mundo que lhes aparece, em suas relações com eles não mais como uma realidade estática, mas como uma realidade em transformação, em processo.” (FREIRE, 1993, p. 71)

No que tange a política, é necessário o estímulo a um entendimento mais amplo do conceito de “meio-ambiente” e das interações que nele ocorrem e pelas quais somos responsáveis. A Bioconstrução é um modelo construtivo que nasce da crítica ao modelo de produção e de consumo vigente. Entendendo que uma transformação cultural em prol da preservação do meio ambiente é necessária, a divulgação dos conhecimentos de engenharia

minados por reflexões socioambientais, gera um fortalecimento cultural e político que pode resultar numa melhora real na busca por uma sociedade mais sustentável. Explorar a temática da Bioconstrução já no Ensino Básico pelas lentes da Educação Ambiental significa a possibilidade de promover conhecimento crítico, com potencial de transformação de hábitos sociais.

3 METODOLOGIA

Este trabalho se volta primeiro à pesquisa teórica acerca das duas realidades que buscará se aproximar, de um lado o Ensino Básico, suas normatizações e as dificuldades do dia a dia do Ensino, e de outro os conhecimentos em Engenharia Civil, não apenas como são mas também investigando seus potenciais pedagógicos, tendo em vista o público desta atividade. Num segundo momento, há um fator empírico trazido pelo desenvolvimento da ideia inicial por vias de criação em conjunto com os demais atores que se envolveram no processo. Isso porque este trabalho se situa no contexto de um projeto de Extensão Universitária, comprometido em contribuir à transformação da realidade do Colégio Aplicação, mas valorizando a produção de conhecimento por uma via de mão dupla, no caso, pelo diálogo entre a Academia e a Escola Básica. Assim, participaram como atores (e autores) deste projeto professores do Ensino Fundamental II (EFII) do Colégio Aplicação e graduandos de diversos cursos da UFSC, sendo a maioria deles participantes do NEAmb. A construção da metodologia buscou promover esses espaços de diálogo e de criação para que a ideia inicial se desenvolvesse, e a participação de pessoas de diversas áreas de conhecimento também contribuiu para a construção de uma atividade com cunho interdisciplinar.

Esta metodologia se dividiu na investigação teórica das convergências entre o Currículo Escolar do EF II e os conhecimentos de Engenharia expressados na Bioconstrução; no planejamento das atividades realizado nos espaços de co-criação promovidos, que seguiram uma sequência metodológica visando tanto a aproximação e envolvimento dos atores, como a evolução da ideia central; na execução das atividades; e por fim na avaliação da experiência por parte dos professores. Nesta seção foi apresentada a sequência metodológica elaborada para a construção da experiência. Na seção 4 Resultados e Discussão foi apresentado como se deu a realização desta metodologia e as implicações e reflexões que surgiram no processo.

3.1 ESTUDOS INICIAIS: CONVERGÊNCIAS ENTRE OS CONHECIMENTOS EM BIOCONSTRUÇÃO E OS CONTEÚDOS CURRICULARES.

A primeira etapa desta metodologia consistiu na pesquisa aprofundada às duas realidades que se pretende relacionar: os conhecimentos de Engenharia Civil e os conhecimentos que compõe o Currículo Escolar do Ensino Fundamental II, normalizados por documentos oficiais.

3.1.1 Análise do Currículo Escolar do Ensino Fundamental II (EF II)

O Ensino Fundamental II, que vai da 6ª à 9ª Série, foi o escolhido como público deste trabalho. O estudo do Currículo Escolar significa ir além apenas da análise dos conteúdos disciplinares, mas também considerar diretrizes, metas e parâmetros expressos no PPP – Projeto Político Pedagógico do Colégio Aplicação e em outros documentos oficiais que guiam o desenvolvimento da educação brasileira, como no BNCC – Base Nacional Comum Curricular; no PNC – Parâmetros Curriculares Nacionais; e no DCNE – Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica.

3.1.2 Investigação da Bioconstrução como Temática de Ensino

Nesta etapa, foi explorado os conhecimentos e conceitos da Engenharia Civil, expressos na Bioconstrução, que durante seu processo de aprendizagem, contemplassem conteúdos curriculares das diferentes disciplinas de cada Ano do EF II. No processo, foi buscado visualizar a Bioconstrução como temática composta por temas de diferentes áreas do conhecimento, valorizando a perspectiva interdisciplinar. Ainda, o objetivo desta etapa foi aprofundar o estudo da Bioconstrução tendo em vista seu potencial pedagógico.

3.2 CONTATO INICIAL COM OS PROFESSORES

3.2.1 Definição do Ano

Com o objetivo de executar a proposta com apenas um dos Anos que compõe o Ensino Fundamental II, nesta etapa, com base na análise dos currículos e através do primeiro contato com a realidade escolar, foi definido com qual dos Anos do 6º ao 9º que se trabalharia.

O Ano com o qual se trabalharia foi definido através do contato direto com os diversos Professores que atuam no EF II do Colégio Aplicação. Os estudos prévios foram utilizados para fornecer aos Professores a ideia geral do Projeto e já algumas possibilidades de execução. Além de um primeiro feedback da ideia central deste trabalho, este contato tinha o objetivo de se aproximar da realidade de ensino da escola, para então avaliar e definir em qual dos Anos a proposta se encaixaria melhor.

3.2.2 Convite aos Professores

Um convite foi feito a todos os Professores do Ano definido, através da participação do Pesquisador na Reunião de Série, uma reunião mensal na qual participam os professores de todas as disciplinas e a Coordenadora Pedagógica do EF II. Os Professores que se interessaram

em fazer parte do Projeto forneceram seus e-mails e aguardariam o contato para receber mais informações e, então, decidirem se participariam ou não do projeto.

3.2.3 E-mail expositivo aos Professores interessados

Nesta etapa, foi escrito um E-mail para os Professores Interessados com o fim de expandir suas percepções acerca da Bioconstrução e de inspirá-los à empreenderem no projeto. Neste e-mail, como o número de disciplinas se reduziram, foi possível explorar um pouco mais a fundo a interface entre a Bioconstrução e os conteúdos curriculares, e um novo estudo neste sentido foi exigido. Também neste e-mail buscou-se agendar uma primeira reunião os professores que confirmassem a participação no projeto.

3.3 PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

3.3.1 Elaboração do Plano de Atividades e dos Planos de Aula

Com a confirmação dos Professores que comporiam o projeto, foi possível iniciar a elaboração do Plano de Atividades da projeto e dos Planos de Aulas de cada aula que seria ministrada. O Plano de Atividades representa a organização dos objetivos, dos conteúdos e das metas da sequência de atividades que seria desenvolvida. Os Planos de Aulas se referem à descrição específica de cada uma das atividades. Os Plano de Atividades seria desenvolvido através de reuniões com todos os professores envolvidos presentes e o Plano de Aula através de reuniões individuais com os professores de cada disciplina.

3.3.1.1 Reuniões Coletivas

Foram realizadas duas reuniões em que todos os Professores envolvidos estavam presentes. As reuniões foram os primeiros espaços de co-criação deste projeto. Nelas, o pesquisador buscou aproximar os Professores aos conhecimentos em Bioconstrução e à temática que eles englobam, esclarecendo conceitos e dúvidas. Por outro lado, os Professores trouxeram conhecimentos de suas disciplinas e de suas práticas de ensino. O objetivo desta etapa era traçar um Plano de Atividades que se expressasse de maneira interdisciplinar e que aproveitasse da Bioconstrução como temática de ensino para a construção de uma narrativa de conhecimento que perpassasse as disciplinas envolvidas, delimitando os conhecimentos de cada uma para, posteriormente, desenvolver os Planos de Aulas.

3.3.1.2 Reuniões Individuais

Com o Plano de Atividades definido, iniciou-se o processo de elaboração dos Planos de Aula de cada aula que seria ministrada. Isso foi feito através de reuniões individuais com cada Professor, momento em que se aprofundou ainda mais o diálogo entre a Bioconstrução e os conteúdos curriculares, de maneira a dar forma à cada aula quanto a seu tema, seus objetivos e seus conteúdos. As Metodologias de Ensino e os Cronogramas das aulas, por sua vez, receberiam mais atenção apenas na próxima etapa desta Metodologia, na qual alguns estudantes de graduação finalizariam a elaboração dos Planos de Aula.

3.3.2 Planejamento Final com Equipe NEAmb

Nesta etapa, foram formadas, para cada aula, equipes compostas por membros do NEAmb e outros convidados, para a finalização da elaboração e para a execução dos Planos de Aula.

3.3.2.1 Formação das Equipes

As equipes foram formadas por convite aberto aos membros do NEAmb. O Plano de Atividades já havia definido as datas e horários da sequência de aulas e os Planos de Aula já haviam determinado os temas e conteúdos de cada aula, assim, os membros do Núcleo puderam se envolver tendo em vista sua disponibilidade e suas preferências. Foi formada uma equipe para cada aula que seria ministrada.

3.3.2.2 Reuniões preparatórias

Foram realizadas duas reuniões com cada equipe para a finalização da elaboração de cada aula. Como visto na etapa anterior, os Planos de Aula não estavam totalmente finalizados, cabendo a esta etapa o desenvolvimento das metodologias das aulas, a definição da minutagem das atividades e, ainda, o aperfeiçoamento dos conteúdos já definidos. Nestas reuniões, por causa da dificuldade de encontrar horários disponíveis comuns à todos que se envolveram, não estiveram presentes os Professores das disciplinas. Entretanto, ainda sim haveria a participação deles através de uma comunicação indireta, cabendo ao Pesquisador realizar o intermédio de informações e decisões entre as reuniões desta etapa e cada Professor.

3.4 EXECUÇÃO DO PLANO DE ATIVIDADE

Na etapa de Execução do Plano de Atividades elaborado, cada equipe ficou responsável pela execução de sua respectiva aula para cada uma das três turmas da Série definida.

3.5 AVALIAÇÃO

A avaliação da atividade se deu pelas reflexões trazidas pelo autor ao longo deste texto e através do Questionário respondido pelos Professores que se envolveram no processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONVERGÊNCIAS ENTRE A BIOCONSTRUÇÃO E O CURRÍCULO ESCOLAR

A etapa inicial deste trabalho consistiu no aprofundamento do estudo da Bioconstrução e sua relação com a escola tendo em vista seus potenciais de utilização como temática referencial para abordagens dos conteúdos curriculares. Alguns resultados desse estudo foram apresentados na seção 2. Fundamentação Teórica. Neste momento, procurou-se explorar conhecimentos e conceitos da Engenharia Civil, expressados na Bioconstrução, que já poderiam ser inseridos de alguma maneira às práticas de ensino das escolas básicas. Dentro da vasta gama de conhecimentos da Engenharia Civil, ganharam destaque aqueles que apresentaram qualidades como: a possibilidade de alinhamento entre sua teoria com àquelas exigidas pelo currículo escolar; a simplicidade de execução no mundo real, de modo que fosse possível trazer também atividades práticas às aulas; a manifestação em diferentes áreas do conhecimento, evocando a interdisciplinaridade; o potencial pedagógico; a viabilidade de execução quanto aos materiais e técnicas; etc.

Com o objetivo de explorar o ensino de conhecimentos em Bioconstrução no Ensino Fundamental ao passo que fosse possível contemplar conteúdos curriculares, nesta etapa também foram analisados os conteúdos dos currículos do 6º ao 9º Ano do EF. Os conteúdos das diferentes disciplinas de cada ano foram sistematizados de maneira a explorar suas relações entre si, buscando a interdisciplinaridade, com o fim de procurar eixos temáticos que se enquadrassem aos conhecimentos advindos da engenharia civil.

A esquematização dos conteúdos curriculares e suas relações, a orientação teórica e prática para o fortalecimento das práticas de ensino fornecido pelos documentos oficiais e os conhecimentos de engenharia civil explorados por lentes pedagógicas, forneceram o suporte básico para o desenvolvimento da ideia que buscava a fusão desses três elementos. Neste processo, percebeu-se a Bioconstrução como uma temática ampla, que consegue contemplar uma abrangência de conceitos das mais diversas áreas. Os conhecimentos oriundos das técnicas bioconstrutivas ou aqueles evocados pelo contexto em que elas surgem e se empregam no mundo real, não se limitam apenas ao viés dos conhecimentos “exatos”, muito presentes na engenharia, como também propõe aproximações pelos espectros das ciências biológicas e sociais, sendo possível trabalhar conjuntamente conteúdos como: energia, forças e matéria, geometria, propriedade dos materiais, ciclos dos materiais, história das construções e técnicas construtivas, cultura dos povos, industrialização, formas de extrativismo, entre muitas outras.

Muitos dos conteúdos curriculares se mostraram possíveis de serem contemplados pela abordagem da temática da Bioconstrução, sendo possíveis fazer associações com disciplinas e eixos temáticos do 6º ao 9º Ano, inclusive por abordagem interdisciplinar. Entretanto, algumas disciplinas de determinados anos apresentavam conteúdos curriculares fechado à temas muito restritos e distantes da Bioconstrução, muitas vezes se restringindo a tais temas ao longo de quase todo o ano letivo, o que prejudicava a busca pelo caráter interdisciplinar da atividade proposta, podendo até inviabilizar a execução dela em determinado ano quando se tratava de uma disciplina chave para a atividade, como as disciplinas de Ciência, Matemática e Geografia. Por exemplo, no 8º Ano do EF, os conteúdos dos três trimestres letivos remetiam a conhecimentos acerca do corpo humano quanto a seus níveis de organização entre célula, tecidos e sistemas constituintes, impedindo qualquer associação de conteúdo com os conteúdos presentes na Bioconstrução. Por outro lado, determinados anos remetiam a conhecimentos convergentes em mais de uma disciplina com a temática proposta, e por meio deles foi possível conceber um horizonte de atuação mais concreto quanto as possibilidades reais de introduzir conhecimentos de engenharia como agentes contextualizadores de conteúdos curriculares. Algumas linhas de raciocínio que perpassavam mais de uma disciplina foram imaginadas para que no primeiro contato com os professores já fosse possível sugerir a atividade de uma maneira mais concreta, com propostas que se alinhassem aos conteúdos exigidos para que facilitasse à associação ao plano de ensino de cada um deles.

4.2 CONTATO INICIAL COM PROFESSORES

4.2.1 Definição do Ano

O primeiro contato foi feito através de conversas presenciais com alguns professores de distintas disciplinas dos variados anos do EF2. Para além da definição do Ano, o objetivo destas primeiras conversas era apresentar os objetivos do trabalho proposto e as possibilidades e caminhos para alcançá-los, levantados através das pesquisas expostas nos itens anteriores. Foi neste momento que foi recebido os primeiros feedbacks das ideias desenvolvidas até então e que trouxeram consigo a dimensão da realidade da escola e do seu funcionamento interno. Assim, foi possível visualizar a realização deste trabalho por uma perspectiva mais realista, considerando as adversidades e compromissos os quais os professores já tem que trabalhar no seu dia-a-dia. Aqui, ganhou-se entendimento quanto à outros projetos realizados pelos professores; à atividades regulares que já aconteciam com intenções interdisciplinares; às dificuldades de aplicação de atividades que envolvem mais de uma disciplina; ao

funcionamento das reuniões de série e reuniões de planejamentos pedagógicos; à disponibilidade de tempo de cada professor frente às aulas, outros projetos que comandavam e eventuais especializações que estavam concluindo e que dificultavam a adesão à mais um compromisso; etc.

Esta primeira conversa não ocorreu com professores de todas as disciplinas. Foi priorizado o diálogo com professores das disciplinas de Ciências e Matemática do 6º ao 9º Ano, entendidas como “disciplinas chaves” para este trabalho. Ciências, pela sua abrangência de conteúdos relacionados ao meio ambiente e ao funcionamento físico das coisas do mundo, alinhando-se fortemente com os conhecimentos de Bioconstrução; e Matemática por entender que esta área demanda uma maior atenção para compreender quais limites que poderiam ser explorados dos conhecimentos em engenharia civil para cada ano, considerando que o público alvo desta atividade são crianças ainda em formação e não adultos já formados no ensino básico e que escolheram a área da engenharia para atuação profissional, como no caso dos estudantes do ensino superior.

Para além de tudo isso, a conversa inicial e os estudos curriculares revelaram principalmente os melhores anos para se realizar a atividade proposta. Através da exposição das ideias reunidas até então, dos feedbacks e da disponibilidade dos professores foi possível mapear qual ano se encaixava melhor para a aplicação da temática da Bioconstrução nos seus conteúdos curriculares. Por diversos motivos, o ano que melhor se adequou foi o 6º Ano.

4.2.2 Convite aos Professores

A decisão de realizar a atividade com o 6º Ano possibilitou um estudo mais aprofundado das relações possíveis entre a Bioconstrução e os conteúdos curriculares. O objetivo desse aprofundamento era trazer a ideia inicial, ainda muito no campo das ideias, para o mundo prático, buscando objetivamente não só conteúdos, como também situações, objetos e contextos histórico-sociais, que pudessem ser observados pelas lentes da temática que a Bioconstrução propõe. Assim, os conteúdos curriculares e seus referenciais foram estudados pelos diferentes ângulos propostos pela Bioconstrução, com o fim de enriquecer as formas de aproximação à eles.

Com a proposta desenvolvida de maneira mais concreta e com inúmeras novas relações com os diferentes conteúdos do ano escolhido, optou-se por fazer uma primeira apresentação do projeto, como convite a possíveis professores interessados, durante a Reunião de Série do 6º Ano. A Reunião de Série é uma reunião mensal em que participam os professores de todas as

disciplinas, sendo tratados assuntos pedagógicos ou administrativos. Através do contato com a Coordenadora Pedagógica do Ensino Fundamental, que coordena esta reunião, foi concedido os 10 minutos iniciais para a exposição do projeto. Estavam presentes na reunião professores de todas as disciplinas, a saber: Alemão, Ciências, História, Português, Espanhol, Matemática, Francês, Artes (música), Geografia e Inglês. Com apenas 10 minutos disponíveis, preferiu-se apenas a exposição das ideias levantadas até então através do diálogo, ao invés de apresentação projetada. Nos minutos iniciais foram expostos o objetivo do trabalho proposto, o que é a Bioconstrução e, de forma sintetizada, as possíveis relações que poderiam ser exploradas pela temática da Bioconstrução em cada disciplina. Os minutos finais foram destinados às dúvidas e contribuições dos professores. Por fim, fez-se o convite a todos àqueles que gostariam de construir o projeto conjuntamente, de maneira interdisciplinar. Os professores de Ciências, Matemática, História e Geografia disponibilizaram seu e-mail para entrar em contato.

4.2.3 E-mail expositivo aos Professores interessados

Nesta etapa, um e-mail foi enviado para os professores interessados. Como as disciplinas se reduziram à quatro, foi possível também esmiuçar ainda mais as associações feitas até então entre a Bioconstrução e os conteúdos curriculares. O e-mail foi criado a partir da materialização do conhecimento gerado até então: fruto da pesquisa prévia, do contato com a realidade escolar e agora do aprofundamento possibilitado pela restrição para quatro disciplinas.

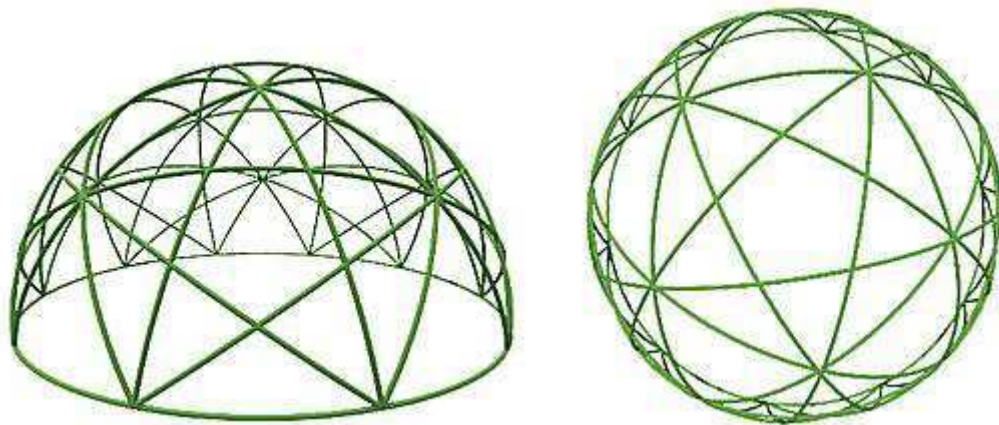
Não se tratava de definir a linha de raciocínio da futura atividade, mas de tornar claro caminhos possíveis, principalmente com o fim de inspirar os professores, como também buscando a aproximação à Bioconstrução por perspectiva interdisciplinar, expandindo sua interface com as disciplinas e possíveis associações entre elas. Ou seja, buscou-se explorar a Bioconstrução como temática, como um conjunto de temas inter-relacionados, que se expressavam em diversas áreas de conhecimento, não apenas naquela que concerne a Engenharia Civil, mas no aspecto mais abrangente da relação humana com o meio e na modificação deste através das construções. Evidencia-se no processo o papel de ferramenta pedagógica que a Bioconstrução assume, podendo ser “utilizada” por diferentes disciplinas das mais diversas maneiras, por vias teóricas e práticas.

No e-mail foi sistematizado conteúdos de Bioconstrução possíveis de serem trabalhados e suas relações com cada disciplina e por entre as disciplinas. A Terra e o Bambu, como materiais, foram sugeridos para contextualizar e integrar conteúdos das diferentes disciplinas, e a Bioconstrução, no contexto de crise socioambiental, para abordar conceitos como o de Cultura e Sustentabilidade. Para cada disciplina foi trazido referências de textos,

vídeos, documentários, curtas-metragens e noticiais. Ainda, neste momento foi possível sugerir a construção de um Objeto de Estudo, o Domo Estrela, que serviria como objetivo das atividades, valorizando também as reflexões que surgiriam na sua construção quanto, por exemplo, as formas, materiais, técnicas, etc.

O Domo Estrela (Figura 02) foi desenvolvido a partir de um Domo Geodésico de Frequência 2V. Apresenta, no entanto, características únicas em relação às Geodésicas tradicionais: é feito com 17 elementos flexíveis de mesmo tamanho, que, no processo de construção, são configurados no plano sem a necessidade de conectores, apenas sobrepondo um ao outro na geometria indicada e fazendo amarras para aumentar a rigidez. Esta Geometria é composta por triângulos e pentágonos que formam Estrelas. O processo construtivo é simples e pode ser feito inclusive com crianças: depois de configurada a geometria no plano do chão, arcam-se os elementos, deixando-os tencionados em formato de Domo.

Figura 02 – Domo Estrela (Star Dome), vista em perspectiva e superior.



Fonte: simplydifferently.org

A comunicação por e-mail não foi suficiente para a organização de horários possíveis de encontro entre os professores, e o agendamento se deu por contato pessoal com cada um deles, até que se encontrasse um horário disponível comum entre eles. As professoras de Ciências e Matemática e o professor de Geografia demonstraram interesse em prosseguir com o projeto e a data foi agendada.

Algumas das associações, sugeridas no e-mail, entre a Bioconstrução e os Conteúdos Curriculares foram transcritas no Apêndice A.

4.3 PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

4.3.1 Reuniões Coletivas com Professores

a) Primeira reunião

A primeira reunião foi a primeira oportunidade de conversa com os professores de modo que participassem de maneira ativa no processo de criação da atividade. O objetivo do e-mail foi aproximar os professores da temática da Bioconstrução, introduzi-los à alguns de seus temas para que a troca de saberes nesta primeira conversa fosse potencializada. Parte desta reunião, então, foi destinada à aproximá-los ainda mais de certos temas, explorando ao mesmo tempo alternativas para utilizar a Bioconstrução de maneira interdisciplinar, ao esclarecer conceitos e tirar dúvidas acerca desse conhecimento.

As práticas da Bioconstrução possíveis foram colocadas em questão quanto aos limites e dificuldades de se trabalhar com o público em questão. As três turmas dos 6º Ano possuem 25 alunos cada uma, com idade por volta de 11 anos. Os professores estavam tendo problemas com o comportamento deles em sala e principalmente fora dela. Segundo os relatos, as últimas tentativas de aulas fora da sala de aula se mostraram muito dispersivas, com dificuldade em manter o foco dos alunos. O arranjo das aulas das três disciplinas na grade de horários das turmas, por sua vez, limitava a disponibilidade de horário à apenas duas aulas seguidas, dificultando atividades práticas muito complexas. Também, alguns questionamentos quanto ao manuseio das ferramentas e materiais foram levantados: algumas atividades práticas possíveis como a colheita de bambu, o corte e ripamento das varas se mostravam inviáveis pela idade e pela quantidade de alunos; o manuseio da terra trazia implicações como a sujeira às roupas e maior demanda de tempo. Neste sentido, se debateu a sugestão de ter o Domo Estrela como Objeto de Estudo e objetivo final da sequência de aulas. Se por um lado o processo de sua construção possibilitaria uma abordagem à uma série de conteúdos das diferentes disciplinas, por outro, a maioria da sequência de atividades práticas para a construção se mostrava inviável frente as limitações acima descritas. Por fim, decidiu-se que, caso fosse utilizado do Domo Estrela, os alunos teriam a possibilidade de trabalhar apenas em algumas partes do processo, como no corte das varas colhidas nos tamanhos a serem usados, nas amarrações finais e no levantamento da estrutura.

A reunião foi também uma oportunidade para investigar as estratégias de ensino que os professores utilizavam no seu dia-a-dia, compreendendo melhor a aproximação dos professores aos conteúdos. A maneira que exploravam os capítulos e a sequência de aulas que

seguiam, muitas vezes diferente da sequência sugerida pelo material didático, tornou mais complexa a intenção de traçar uma linha de raciocínio entre as três disciplinas. As possibilidades tiveram de ser levantadas e estudadas. Havia uma complicação teórica e outra de execução. Os professores já estavam seguindo seus planos de ensino nas suas devidas sequências, por mais que os conteúdos entre as disciplinas fossem sinérgicos e convergentes pela abordagem da Bioconstrução, a dificuldade estava em criar uma sequência de aulas que se encaixasse ao plano de ensino dos três professores ao mesmo tempo. Tarefa difícil que foi solucionada da seguinte maneira: ao invés de tentar sincronizar as disciplinas e seus planos de ensino, seria gerado uma experiência que contemplaria inúmeros conteúdos dos currículos de cada disciplina, de maneira em que o conteúdo abordado, caso já tivesse sido passado, serviria de reforço e lembrança a aquele conhecimento, caso estivesse em curso, aí sim seria explorado de maneira inédita, e caso fizesse parte de uma aula futura, seria apenas introduzido neste momento para ser utilizado lá na frente como gatilho, contexto ou objeto de estudo do conteúdo em questão. Assim, seria possível uma sequência de aulas que percorreria as disciplinas, não influenciaria a sequência natural do plano de ensino dos professores e ao mesmo tempo contemplaria os conteúdos curriculares de alguma maneira, o que simplificou a elaboração e execução da atividade. A partir disso, foi possível traçar a quantidade de aulas que poderia ser disponibilizada por cada professora e professor. Baseado na disponibilidade e nas intenções dos participantes (os professores e o pesquisador), chegou-se a um consenso que por volta de 2 ou 3 horas-aula por disciplina seriam suficientes para desenvolver os objetivos deste trabalho. A maneira como isso se daria ainda teria que ser definida.

Para além de questões de conteúdo, também foi discutido possíveis formatos das aulas e suas interações entre as disciplinas. O desafio era promover a interdisciplinaridade por alguma lógica teórica e mecânica (de execução) que conseguisse unir as disciplinas. Mesmo que um tema pudesse ser observado pelas lentes das diferentes disciplinas, precisava-se criar uma narrativa que consolidasse a interdisciplinaridade. Ficou como encaminhamento para a próxima reunião que cada um refletisse sobre as possibilidades. O resultado é melhor apresentado no tópico referente à segunda reunião com os professores.

b) Segunda reunião

A segunda reunião com os professores iniciou-se com o objetivo de elaborar pelo menos um esboço de um Plano de Atividades. Foi necessário, então, delimitar bem quais aspectos da temática da Bioconstrução seriam trabalhados e de que maneira seriam amarrados

aos conteúdos curriculares. A solução encontrada foi desenvolver a atividade paralelamente ao cronograma de aula de cada professor, porém contemplando o currículo, para que cada um deles utilizasse, a sua maneira, os temas abordados ao longo do resto do ano letivo.

O Domo Estrela foi determinado como Objeto de Estudo que integraria os conhecimentos das disciplinas e o da Bioconstrução. Via-se nele um objeto com potencial de gerar uma série de reflexões acerca da composição das coisas do mundo, os materiais utilizados, suas propriedades, as maneiras de utilização e o ciclo de vida, atrelado à uma cadeia produtiva e à alguma forma de extrativismo; ao mesmo tempo, a manipulação e entendimento de sua forma, composto por triângulos, poderia facilitar e contextualizar aprendizagens em geometria e trigonometria e introduzir noções estruturais básicas da Engenharia Civil.

As atividades práticas possíveis, isto é, que se adequassem à realidade levantada nos tópicos anteriores, também foram discutidas. Seria possível cobrir o Domo Estrela, depois de pronto, com terra, utilizando o bambu como estrutura de sustentação. Após uma discussão, chegou-se à conclusão que as atividades com terra teriam sua realização dificultada por inúmeros fatores e apenas a construção do Domo Estrela em bambu já demandaria bastante energia. As atividades práticas, então, foram determinadas em: 1) Visita ao bambuzal e demonstração de colheita; 2) Desenho e manipulação da forma do Domo Estrela; 3) Amarração das varas e montagem. Portanto, a manipulação das varas de bambu seria toda feita antes das aulas, porém, mesmo os alunos não participassem de fato de toda a construção do domo, teriam tido o contato com etapas fundamentais do processo, a saber, escolha e manufatura do material, elaboração e desenho do projeto e execução da estrutura.

Tendo em vista como objetivo final a construção de um Domo Estrela, com as atividades práticas possíveis bem delimitadas e considerando os conteúdos curriculares que esperava-se abordar, foi possível traçar um Plano de Atividades contendo uma sequência de quatro aulas com objetivos específicos, que resultariam na construção do Domo Estrela. A partir de agora, as reuniões não seriam mais em conjunto com todos os professores mas sim individuais, lapidando os conteúdos do Plano de Atividades e aprofundando as estratégias de ensino. O Plano de Atividades está expressado no Quadro a seguir.

Quadro 1 – Plano de Atividades.

	Aula 01	Aula 02	Aula 03	Aula 04
Disciplina na qual seria ministrada	Ciências	Matemática	Matemática	Geografia
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar os materiais mais comuns que compõe as coisas ao nosso redor. - Apresentar o bambu como material e o bambuzal como planta -Propor a construção do Domo Estrela 	<ul style="list-style-type: none"> -Introduzir noções estruturais básicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar o conceito de Estrutura Recíproca - Entender a geometria do Domo Estrela 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção do Domo Estrela

Fonte: Elaboração própria.

4.3.2 Reuniões Individuais com os Professores

Nesta etapa foram realizadas diversas reuniões com cada professor. O objetivo dessas reuniões era de encaixar a futura atividade no contexto gerado e proposto pelo Plano de Ensino de cada professor. Havia uma liberdade quanto ao grau e a maneira em que aconteceria o diálogo entre os conhecimentos de Bioconstrução e os conteúdos previstos no cronograma. Essa relação se desenvolveu de maneira singular em cada disciplina e foi melhor desenvolvida nesta etapa. Em nenhuma delas foi possível contemplar conteúdos que estariam em curso, segundo cada Plano de Ensino, no período de execução do projeto. Por outro lado, os conhecimentos propostos contribuíram reforçando e aprimorado conteúdos anteriores e introduzindo e contextualizando aqueles que seriam apresentado no futuro.

Ter a construção do Domo Estrela como objetivo do projeto possibilitou o desenvolvimento de uma narrativa de ensino que perpassava as disciplinas. O esboço já havia sido concebido na segunda reunião com os professores, e agora seria lapidado nas reuniões individuais. Foi o momento em que houve o afloramento daqueles conteúdos de cada disciplina que melhor se encaixaram na linha de raciocínio proposta que culminava na construção do Domo Estrela. A delimitação dos conteúdos e essa visualização cronológica possibilitou o início do processo de criação do Plano de Aula para cada disciplina. Neste momento, preocupou-se mais com a formulação do tema e objetivos e com a delimitação dos conteúdos que com as estratégias e metodologias de ensino, embora ambas se expressassem muitas vezes conjuntamente durante o processo criativo. As estratégias seriam desenvolvidas mais profundamente num segundo momento, durante a próxima etapa desta metodologia. Nela, pelo menos mais 5 estudantes de graduação da UFSC contribuiriam para a elaboração da metodologia de ensino e execução das aulas. Entretanto, contava-se que as duas reuniões previstas com esses graduandos, não contariam com a presença dos professores envolvidos, principalmente pela dificuldade esperada de encontrar horários disponíveis para todos os envolvidos. Assim, os objetivos das reuniões individuais com os professores era materializar os conteúdos pertinentes e esboçar formas de abordá-los, para que posteriormente o grupo de estudantes discutisse e definisse a forma final de execução. A função do Pesquisador seria fazer o intermédio de informações, ou o diálogo indireto, entre as reuniões da próxima etapa e os professores.

As reuniões também foram importantes para a aproximar o pesquisador da realidade por trás do ato de lecionar para aquelas turmas do 6º Ano. Houve um melhor entendimento quanto ao ritmo de aula que estavam acostumados, quanto ao grau de atenção que conseguiam destinar nas diferentes situações de aula, quanto ao comportamento geral da turma, quanto a limites de complexidade que as atividades poderiam ter; quanto a maneira de interagir com os alunos especiais, e aqui destaca-se uma preocupação de todos os professores em inseri-los nas atividades; etc;

a) Primeira reunião Ciências e Geografia

A primeira reunião individual com os professores na verdade não foi individual e contou com a presença da professora de Ciências e do professor de Geografia. Mesmo que a primeira aula prevista fosse realizada durante as aulas de Ciências, os conteúdos elencados nas reuniões anteriores convergiam entre essas duas disciplinas. A futura construção do Domo Estrela exigiria antes de mais nada uma apresentação do Bambu como material. A intenção era

introduzir o Bambu comparando-o com outros materiais presentes no cotidiano das crianças, para que no processo os conteúdos curriculares de ambas as disciplinas fossem trabalhados. Assim, o debate e a construção da aula se desenvolveram em volta do Ciclo de Vida dos materiais convencionais, presentes dentro da sala de aula, como a madeira, os metais, o plástico, a borracha, o vidro, etc. Havia ainda um leque grande de possibilidades de aproximação à esses materiais, esta reunião serviu justamente para selecionar quais aspectos seriam priorizados, baseado principalmente nos conteúdos curriculares das disciplinas.

Em Ciências, buscava reforçar conteúdos já passados da Unidade 2 (Ecologia), e introduzir conteúdos que seriam expostos no futuro, a saber: Unidade 03 (Usos do solo) – Capítulo 13: Lixo: um problema socioambiental, Capítulo 14: Lixo que não é lixo; Unidade 4 (A água na natureza) – Capítulo 20: Poluição da água; e Unidade 5 (O ar em torno da Terra) – Capítulo 25: Poluição do Ar.

Em Geografia, o conhecimento desta aula seria utilizado para contextualizar posteriormente a Unidade 7 (Extrativismo e Agropecuária), no Capítulo 25: O Extrativismo, e no Capítulo 26: O extrativismo mineral; e a Unidade 8 (Indústria, sociedade e espaço) nos Capítulos 29, 30, 31 e 32, sendo eles, respectivamente, “Do artesanato à manufatura e à indústria moderna”, “Indústria: transformações sociais e espaciais”, “Indústria e fontes de energia” e “Impactos ambientais da atividade industrial”. Ainda, via-se a possibilidade de manusear o Domo Estrela depois de pronto a fim de rememorar conhecimentos da Unidade 1 (Orientação e localização no espaço geográfico) e Unidade 2 (Elementos básicos de Cartografia) nos Capítulos 3, 4, 5 e 6, sendo eles, respectivamente, “Paralelos e Meridianos”, “Latitude e Longitude”, “A Cartografia” e “A escala”.

b) Segunda reunião Ciências

Nesta reunião esteve presente além da professora, a estagiária, graduanda do curso de Biologia da UFSC, que estaria lecionando as aulas para as turmas no período previsto de execução deste projeto. Aproveitando a oportunidade, foi agendado um dia para que o pesquisador acompanhasse uma das aulas da estagiária, o qual ficou marcado para duas semanas antes do início da execução deste projeto.

O Plano de Ensino da disciplina previa estar iniciando a Unidade 2 (Usos do solo) neste período, a qual embora composta por conhecimentos muito presentes na Bioconstrução, com o desenrolar da narrativa deste projeto perdeu espaço para outros conteúdos. Entretanto, os conteúdos futuros se mostravam amplamente contemplados pelos conhecimentos que

emergiriam do Plano de Aula desenvolvido até então, e se expressavam em inúmeros aspectos do ciclo de vida dos materiais, a saber, na extração e processamento da matéria prima, e nos impactos ambientais gerados tanto neste processo quanto na destinação dos objetos depois de utilizados. Assim, a aula teria como tema “o bambu e os materiais convencionais” e quatro objetivos que guiariam a delimitação de conteúdos para o Plano de Aula: 1) Apresentação do bambu como planta e material; 2) Investigação de materiais que compõe o nosso cotidiano; 3) Comparação do Ciclo de Vida destes materiais com o do Bambu; e 4) Proposição da construção do Domo Estrela. Em cima deles, alguns conteúdos foram elencados: o ciclo de vida dos materiais; bambuzal, uma gramínea; a ecologia por trás dos materiais. Neste processo de criação, o pensamento interdisciplinar se manifestava pela complementação dos conteúdos entre Geografia e Ciências. Os encaminhamentos desta reunião foram: o estudo por parte da Professora e da Estagiária dos conteúdos delimitados no inserido contexto; e a passagem das informações debatidas ao grupo de estudantes que comporiam a próxima etapa da metodologia e finalizariam a estrutura e forma de execução da aula, de maneira em que incluíssem a Professora e a Estagiária de alguma maneira como facilitadoras da metodologia de ensino concebida.

c) Primeira reunião Matemática

A segunda e a terceira aula do projeto, que totalizavam 3 horas-aula, aconteceriam durante as aulas de Matemática. Isso não significava que havia mais conteúdos de Matemática selecionados para a atividade, mas sim pelo simples fato de possuir mais horas-aula por semana comparado às outras disciplinas (cinco contra quatro de Ciências e duas de Geografia). Desta maneira, os conteúdos destas duas aulas foram pensados para contribuir para a coesão do projeto rumo a construção do Domo Estrela de maneira que houvesse paralelo entre os conhecimentos de engenharia e os conteúdos curriculares de maneira geral. Assim, sentiu-se a necessidade de introduzir os alunos à noções estruturais básicas, e foi utilizado para isso o conceito de Estrutura Recíproca.

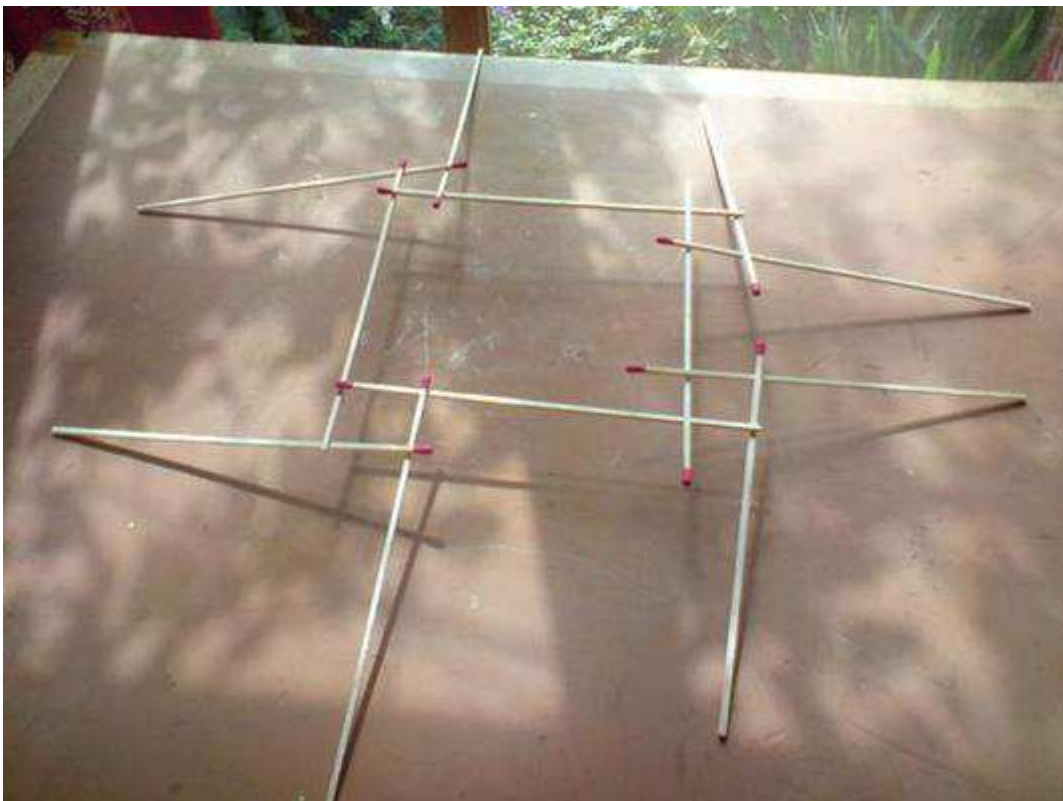
As Estruturas Recíprocas consistem de elementos que se apoiam mutuamente e que são inclinados de maneira a formar um circuito fechado. Assim, se caracterizam como grelhas tridimensionais e são principalmente usadas como estrutura de coberturas (Figura 03). Algumas Estruturas Recíprocas são formadas por Módulos Recíprocos elementares, que podem ser arranjados juntos resultando em uma estrutura mais complexa, cobrindo uma grande área (Figura 04). Buscou-se explorar neste trabalho o potencial pedagógico desse tipo de estrutura para um público jovem. Considerando que seus padrões são visualmente evidentes e didáticos,

seguindo formas composta por polígonos básicos, acreditou-se que este tipo de conceito facilitaria um primeiro entendimento de noções estruturais aos alunos.

Figura 03 – Estrutura Recíproca como Telhado



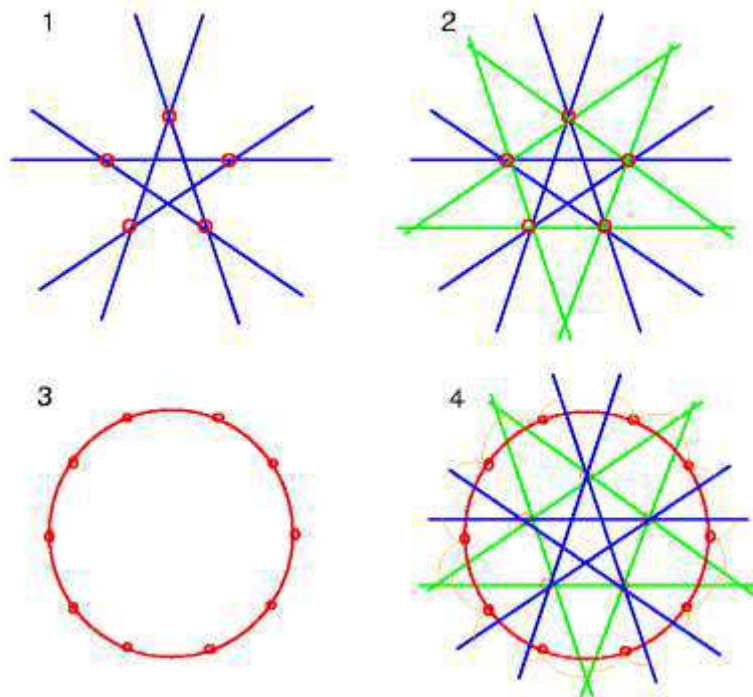
Figura 04 – Estrutura Recíproca feita através de Módulos Recíprocos.



O entendimento do fluxo das forças em uma estrutura está mais relacionado com conteúdos de Ciências vistos apenas nos próximos anos do Ensino Fundamental II, como o conceito de força gravitacional e as Leis de Newton, no entanto, viu-se a oportunidade de já apresentar tais conceitos uma vez que as Estruturas Recíprocas facilitavam o entendimento deles, justamente através de conteúdos de Matemática. Tais estruturas, ao realizarem a distribuição das forças por todos os elementos de uma estrutura de maneira mais uniforme, trabalham geralmente com elementos e geometria simétricos, compostos por polígonos regulares como o triângulo, o quadrado e o pentágono, os quais os alunos já haviam tido contato e que estão presentes nos conteúdos curriculares de Matemática. Não se tratava, então, de abordar noções estruturais complexas, apenas provocar a melhor compreensão da ação de forças nas estruturas e suas distribuições pelos seus diferentes elementos, complementando a construção do conhecimento para a construção do Domo Estrela. Neste sentido, ficou decidido que parte das horas-aula se destinariam a essa introdução das noções estruturais básicas pelo viés interdisciplinar entre a Ciências e a Matemática, ficando a cargo do pesquisador trazer alternativas para a próxima reunião.

Uma das etapas de construção do Domo Estrela consistia no entendimento de sua forma no espaço tridimensional projetada no plano. Durante a montagem, seria arranjado as ripas de bambu no plano do chão para o posterior arqueamento delas. O desenho formado no plano é composto por duas estrelas de cinco pontas com inúmeros triângulos e dois pentágonos, como mostra a Figura 05. Havia inúmeros conteúdos do Plano de Ensino de Matemática que poderiam ser trabalhados, entre eles, a conceituação de polígono e identificação de seus elementos, a determinação de eixo de simetria, a construção da simétrica de uma figura em relação a um eixo, e, ainda, o desenvolvimento da observação de regularidades geométricas. Decidiu-se, então, que os alunos reproduziriam a geometria plana do Domo Estrela em menor escala, ao mesmo tempo abordando conteúdos curriculares e capacitando-os ao dia da construção. A maneira como isso se realizaria seria decidida na próxima reunião.

Figura 05 – Geometria do Domo Estrela no plano.



Fonte: simplydifferently.org

Ainda nesta reunião foi levantada a possibilidade de se trabalhar o conceito de unidades de comprimento pela marcação das varas de bambu que seriam utilizadas nas medidas desejadas, no entanto, a baixa disponibilidade de tempo fez com que se priorizasse os outros conteúdos e a ideia não seguiu em frente.

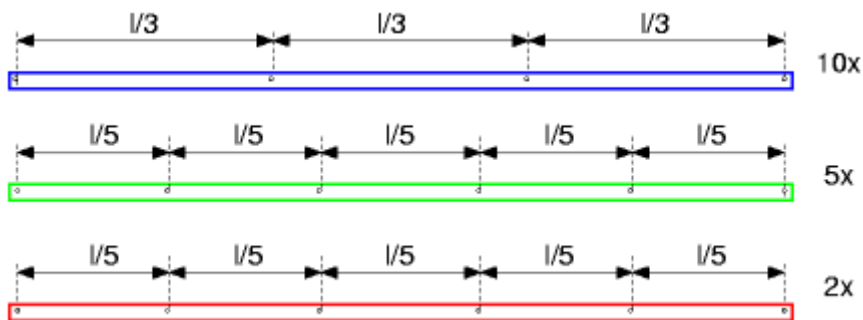
d) Segunda reunião Matemática

Na segunda reunião com a professora de matemática foram definidas as atividades das três horas-aula disponíveis. O pesquisador trouxe como proposta utilizar exercícios com o corpo e posições em grupo para a introdução às noções estruturais básicas. Algumas posições corporais em grupo poderiam incitar um primeiro entendimento dos alunos quanto à movimentação das forças nas estruturas. Mais do que um entendimento teórico, eles teriam a oportunidade de sentir no próprio corpo as ações das forças. Acordou-se em destinar uma hora-aula à esta atividade, que seria realizada fora da sala de aula, no campo de grama da escola. Depois deste momento, para complementar o aprendizado, via-se a necessidade de desenvolver melhor conceitos estruturais básicos de maneira teórica. Então, embora não estivesse claro ainda a maneira que seria feito, mais 1 hora-aula seria destinada à este desenvolvimento. A elaboração dessas duas

atividades ficariam a cargo do Pesquisador e da Equipe que seria formada na próxima etapa desta metodologia.

A terceira e última hora-aula disponível seria destinada ao entendimento da geometria do Domo Estrela no plano. A composição da geometria se dá pelo arranjo de dez elementos de mesmo tamanho (L), sendo cinco deles com marcas nas distâncias de $L/3$ e os outros cinco com marcas nas distâncias de $L/5$, como mostra a Figura 03, o que facilita a montagem verdadeiramente simétrica.

Figura 06 – Comprimento das varas do Domo Estrela.



Fonte: simplydifferently.org

Decidiu-se, então, que os alunos estariam em grupo e receberiam uma folha em branco e “canudinhos” feitos com papel de revista enrolados. Com a imagem da geometria impressa em uma folha, deveriam tentar arranjar os canudinhos em cima da folha de papel assim como a imagem. Provavelmente os alunos encontrariam dificuldades em produzir uma geometria simétrica, pelo fato de não terem as marcações nos canudinhos. Num segundo momento, seria proposta fazer essas marcações e então tentar novamente a composição da geometria. Depois de pronto, haveria uma análise e interpretação da figura formada, valorizando conteúdos curriculares. A professora ficou encarregada de elaborar o Plano de Aula para esta atividade.

4.3.3 Finalização dos Planos de Aula junto ao NEAmb

Nesta etapa seria formado, para cada aula a ser dada, equipes compostas por membros do NEAmb, para a finalização da elaboração e execução dos Planos de Aula. Desta maneira, se envolveriam na execução das aulas um maior número de pessoas, gerando uma menor relação entre o número de facilitadores e alunos, o que possibilitava explorar outras metodologias de ensino que promovessem uma maior atenção à individualidade de cada aluno e, por isso, tinham mais chances de efetivar a construção do conhecimento. Naturalmente, haveria também o

enriquecimento do projeto pela diversidade de formação dos envolvidos, consolidando ainda mais a perspectiva interdisciplinar. Ainda, tal etapa da metodologia estava alinhada a um dos princípios de funcionamento do NEAmb, que é o princípio da Economia de Experiência, isto é, a troca de saberes e experiências entre os projetos que compõe o núcleo com o fim de promover uma formação mais integral e colaborativa. Assim, os membros que se envolvessem no projeto iriam ter a oportunidade de trabalhar a Educação Ambiental na prática através do contato com a escola e com o ensino, além de se capacitarem nos conteúdos relacionados à Bioconstrução.

Cada equipe se responsabilizaria por uma aula e foram formadas por convite aberto ao núcleo, o qual já continha os dias e horários das aulas que seriam executadas, para que os membros pudessem checar suas disponibilidades de horário para as diferentes aulas. Depois de formadas as equipes, houveram reuniões com cada uma para a finalização de cada aula. Seria impossível transcrever integralmente o processo criativo por trás dessas reuniões, portanto, nesta seção traremos apenas o resultado final delas, o Planos de Aula finalizado. No próximo capítulo, será apresentado os relatos de execução.

Embora as pessoas que agora se envolvessem não estivessem presentes nas etapas anteriores, esta metodologia foi formulada considerando tal fato, de modo que os Planos de Aula até então desenvolvidos não estivessem totalmente fechados e possibilitassem ainda a criação em cima deles. Assim, neste momento, os conteúdos definidos nas etapas anteriores foram lapidados, as metodologias das aulas foram elaboradas, a minutagem das atividades foram definidas e outras lacunas deixadas “de propósito”, prevendo esta etapa, foram preenchidas. Já era esperado que as reuniões desta etapa não contassem com os professores por uma questão de dificuldade de encontrar horários disponíveis entre todos os envolvidos, no entanto, ainda haveria sim a participação dos professores, só que de maneira indireta, através do Pesquisador. Seria função dele fazer o intermédio de informações e decisões entre as reuniões desta etapa e os professores.

4.3.4 Planos de Aula

a) PLANO DE AULA 01

- **Facilitadores – Nome (Curso):** Naiara Francisca Ramos (Professora de Ciências), Marcio Marchi (Professor de Geografia), Eduardo Erpen Fronza (Eng. Sanitária e Ambiental), Carolina Gommersbach (Eng. Sanitária e Ambiental), Marina Bonacina Pergher (Biologia), Luany Ferreira Reinehr (Agronomia), Nicolas Wolff de Farias (Agronomia), Juliana Machado Ferreira (Agronomia), Gustavo Kath Ackermann (Eng. Civil), Isabela Andrade (Eng. Sanitária e Ambiental).
- **Duração:** 2 horas-aula (100 minutos)
- **Tema:** O bambu e os materiais convencionais
- **Objetivos:** Investigar os materiais mais comuns que compõe as coisas ao nosso redor
Apresentar o bambu como material e o bambuzal como planta
Propor a construção do Domo Estrela
- **Conteúdos:**

Quadro 02 – Conteúdos por Área: Aula 01.

Matemática	Ciências	Geografia	Engenharia e outros
-Conceituação de polígono e identificação de seus elementos; -Composição e decomposição de figuras: triângulo e pentágono;	-Ambientes naturais e ambientes modificados; -Fluxo de energia e ciclo da matéria (Fotossíntese); -Espécies Exóticas invasoras no Brasil; -Desmatamento; -Biodiversidade -Ciclo de Vida dos materiais e impactos ambientais; -O que é lixo; -Destino do lixo: decomposição, reciclagem e reutilização; -Poluição da Água e do Ar;	-Ocupação humana e diminuição da vegetação natural; -Tipos e formas de extrativismo: mineral e vegetal; -O extrativismo mineral e os impactos socioambientais; -As formas de produção: artesanato à indústria moderna; -Os combustíveis fósseis; -Impactos ambientais da atividade industrial;	-Definição de Maquete; -Definição de Domo; -Bambu como material construtivo (pequenos objetos, móveis e construções); -Processamento do bambu: transformando em ripas e outros modos de uso;

- **Metodologia:**

- ***Momento 1: Apresentação (20 minutos)***

- 0-20min: Apresentação dos facilitadores e convite para sentar em roda;

- Apresentação da maquete do Domo Estrela;

- Levantamento dos diferentes materiais possíveis para a construção de um Domo Estrela de maior tamanho;

- ***Momento 2: Investigação dos materiais em grupo (50 minutos)***

- 20-25min: Separação em grupos e divisão dos temas (materiais);

- 25-35min: Início da elaboração do cartaz (Revelação da Subjetividade dos alunos acerca do ciclo de vida do material de seu grupo);

- 35-45min: Valorização da Objetividade por parte dos Facilitadores (imagens, notícias, comentários);

- 45-55min: Consolidação do Conhecimento Construído (finalização da investigação);

- 55-70min: Apresentação para os outros grupos (5 minutos por grupo);

- ***Momento 3: Apresentação do Bambu como planta e como material (30 minutos)***

- 70-75min: Reflexões sobre qual material usar para a construção do Domo;

- 75-95min: O bambu como alternativa (exposição de objetos e visita ao bambuzal da escola);

- 95-100min: Retorno à sala de aula

b) PLANO DE AULA 02

- **Facilitadores – Nome (Curso):** Marcia Maria Bernal (Professora de Matemática) Carolina Gomersbach (Eng. Sanitária e Ambiental), Marina Bonacina Pergher (Biologia), Luany Ferreira Reinehr (Agronomia), Nicolas Wolff de Farias (Agronomia), Juliana Machado Ferreira (Agronomia), Gustavo Kath Ackermann (Eng. Civil), Laura Cristina Pereira de Oliveira (Geografia)
- **Duração:** 1 horas-aula (50 minutos)
- **Tema:** Entendendo as Estruturas através do próprio Corpo
- **Objetivos:** Introduzir noções estruturais básicas através de exercícios com o corpo
- **Conteúdos**

Quadro 03 – Conteúdos por Área: Aula 02.

Ciências	Engenharia e outros
- Força Gravitacional; - Leis de Newton: Ação/Reação e Inércia;	- Comportamento das forças que agem nas Estruturas; - Fluxo de forças; - Estruturas Recíprocas;

- **Metodologia:**

00-20min: Apresentação dos facilitadores e convite para sentar em roda;

05-15min: Dinâmica Inicial (O Carro e o Motorista);

15-25min: Dinâmica da Corrente de Braços;

Introdução às Leis de Newton: ação/reação e inércia;

Força peso e forças externas;

Comportamento das forças nas estruturas;

25-35min: Dinâmica da Costa Cola;

Estrutura Recíprocas;

35-45min: Posição da Mesa de 8 Pernas;

Elementos auto-apoiados;

45-50min: Retorno à sala de aula;

a) PLANO DE AULA 03

- **Facilitadores – Nome (Curso):** Marcia Maria Bernal (Professora de Matemática), Luany Ferreira Reinehr (Agronomia), Jonas de Castro e Carvalho (Design), Laura Cristina Pereira de Oliveira (Geografia), Nicolas Wolff de Farias (Agronomia), Juliana Machado Ferreira (Agronomia), Gustavo Kath Ackermann (Eng. Civil)
- **Duração:** 2 horas-aula (100 minutos)
- **Tema:** As Estruturas Recíprocas e a Geometria do Domo Estrela
- **Objetivos:** Reforçar o conceito de Estrutura Recíproca
Entender a geometria do Domo Estrela
- **Conteúdos:**

Quadro 04 – Conteúdos por Área: Aula 03.

Matemática	Engenharia e outros
-Ampliação e redução de figuras planas; -Determinação de Eixo de Simetria; -Desenvolvimento da observação de regularidades geométricas; -Determinação do Eixo de Simetria; -Interpretação de vista de sólidos; -A rigidez de um triângulo: ângulos internos que não mudam;	-Conceituação de Estrutura Recíproca; -Exemplos históricos de estruturas recíprocas: Yurt, Tipi e Ponte de Da Vinci; -Definição e construção de Módulos Recíprocos; -PANCs – Planta Alimentícias Não Convencionais;

- **Metodologia**

Momento 1: Dinâmica Inicial – Degustação de Flores (10min)

0-10min: Dinâmica das Flores Comestíveis

Momento 2: Estruturas Recíproca na teoria e na prática;

10-20min: Exibição de Slides – Estruturas Recíprocas

20-30min: Construção com Bambu de Módulos Recíprocos

30-50min: Construção com Bambu de uma Ponte de da Vinci

Momento 3: Entendo a Geometria do Domo Estrela;

50-55min: Separação da turma em grupos

55-65min: Montagem da Geometria do Domo Estrela sem referências

65-80min: Marcações nos canudinhos e remontagem da geometria

80-100min: Reflexões matemáticas sobre a geometria formada

d) PLANO DE AULA 04

- **Facilitadores – Nome (Curso):** Marcia Maria Bernal (Professora de Matemática), Marcio Marchi (Professor de Geografia), Naiara Francisca Ramos (Professora de Ciências), Marina Bonacina Pergher (Biologia), Alan Guimarães Rosa (Eng. Sanitária e Ambiental), Gustavo Kath Ackermann (Eng. Civil), Laura Cristina Pereira de Oliveira (Geografia), Ricardo Soccas (Professor da Arquitetura).
- **Duração:** 2 horas-aula (100 minutos)
- **Tema:** Construção do Domo Estrela
- **Objetivos:** Construir o Domo Estrela
- **Metodologia:**
 - 0-10min: Explicação de como seria a aula;
Demonstração processo de ripagem de bambu roliço;
 - 10-40min: Amarração das ripas;
 - 40-55min: Início da montagem da geometria do Domo no chão: primeira estrela;
 - 55-70min: Finalização da geometria: segunda estrela;
 - 70-90min: Arqueamento do Domo;
 - 90-100min: Fala de Finalização;

Quadro 05 – Conteúdos por Área: Aulas 01, 02 e 03.

	Matemática	Ciências	Geografia	Eng. e outros
Aula 01	<p>-Conceituação de polígono e identificação de seus elementos;</p> <p>-Composição e decomposição de figuras: triângulo e pentágono;</p>	<p>-Ambientes naturais e ambientes modificados;</p> <p>- Fluxo de energia e ciclo da matéria (Fotossíntese);</p> <p>- Espécies Exóticas invasoras no Brasil;</p> <p>- Desmatamento;</p> <p>- Biodiversidade</p> <p>- Ciclo de Vida dos materiais e impactos ambientais;</p> <p>- Características do Bambuzal;</p> <p>-O que é lixo;</p> <p>-Destino do lixo: decomposição, reciclagem e reutilização;</p> <p>-Poluição da Água e do Ar;</p>	<p>- Ocupação humana e diminuição da vegetação natural;</p> <p>- Tipos e formas de extrativismo: mineral e vegetal;</p> <p>- O extrativismo mineral e os impactos socioambientais;</p> <p>- As formas de produção: artesanato à indústria moderna;</p> <p>- Os combustíveis fósseis;</p> <p>- Impactos ambientais da atividade industrial;</p>	<p>- Definição de Maquete;</p> <p>- Definição de Domo;</p> <p>- Bambu como material construtivo (pequenos objetos, móveis e construções);</p> <p>- Processamento do bambu: transformando em ripas e outros modos de uso;</p>
Aula 02		<p>- Força Gravitacional;</p> <p>-Leis de Newton: Ação/Reação e Inércia;</p>		<p>-Comportamento das forças que agem nas Estruturas;</p> <p>Fluxo de forças;</p> <p>-Estruturas Recíprocas;</p>
Aula 03	<p>-Ampliação e redução de figuras planas;</p> <p>-Eixo de Simetria;</p> <p>-Desenvolv. da observação de regularidades geométricas;</p> <p>-Eixo de Simetria;</p> <p>-Interpretação de vista de sólidos;</p> <p>-A rigidez de um triângulo: ângulos internos que não mudam;</p>			<p>-Conceituação de Estrutura Recíproca;</p> <p>-Exemplos históricos de estruturas recíprocas: Yurt, Tipi e Ponte de Da Vinci;</p> <p>-Definição e construção de Módulos Recíprocos;</p> <p>-PANCs – Planta Alimentícias Não Convencionais;</p>

4.4 EXECUÇÃO DAS AULAS

a) Descrição Aula 01

Figura 07 – Entrada na Sala de Aula.



As aulas se iniciaram com a entrada dos Facilitadores e da Professora de Ciências, que comunicou aos alunos que nas próximas semanas a turma participaria de um projeto que começaria naquele dia e que iria envolver também as disciplinas de Matemática e Geografia, passando a palavra para os Facilitadores. Estes não se apresentaram ainda pelo nome, mas como estudantes de cursos da UFSC, que estavam ali no Colégio porque perceberam que muito dos conhecimentos vistos nos seus cursos já poderiam ser passados na escola. Sugeriu-se, para continuar a conversa e explicar melhor o projeto que se iniciava, que todos sentassem em roda ao centro da sala, e as carteiras, com a ajuda de todos que ali estavam, foram deslocadas às paredes da sala, abrindo espaço ao centro. Todos, então, sentaram em roda, com os facilitadores espalhados por entre os alunos. Agora sim os facilitadores se apresentaram pelo nome e curso que faziam, também comentando alguma coisa que gostavam de fazer, como “andar de bike”, “dormir até tarde” e “cheirar flores”, a fim de incitar um reconhecimento por parte dos alunos e iniciar um processo de vínculo com eles.

Figura 08 – Momento em roda.



Depois das apresentações, foi explicado o que era o objeto que o Pesquisador carregava nas mãos: uma Maquete do Domo Estrela feita com palitinhos de churrasco. Através de um diálogo com os alunos, construiu-se o conceito das palavras “Maquete” e “Domo”. A primeira alguns sabiam explicar e a segunda não. Também caracterizou-se a palavra “Estrela” mostrando como o domo tinha um formato de estrela composta por triângulos e pentágonos, polígonos que os alunos já conheciam. O conceito de maquete foi usado para indagar os alunos sobre a possibilidade de construir um Domo Estrela de maior tamanho e foi esclarecido neste momento o objetivo do projeto que estava se iniciando: a construção de um Domo Estrela. A conversa, então, foi conduzida para a investigação de quais materiais que poderiam ser utilizados para tal construção, iniciando um processo de observação dos materiais que compõe os objetos da sala de aula. Foram observados alguns como a madeira, o plástico, a borracha, o vidro, os metais, entre outros. Durante o diálogo, indagava-se sobre a origem de tais materiais, valorizando a pergunta “Será que a origem dos materiais é importante para a escolha do material do futuro domo?”, conduzindo os alunos ao entendimento dos impactos ambientais que podem estar presente no ciclo de vida dos materiais e a dimensão que isso pode tomar quando consideramos a quantidade de objetos que o mundo produz. Assim, o material que faríamos o Domo deveria ser escolhido não apenas pela sua adequação à geometria da estrutura (ser mais ou menos maleável), mas também tendo em vista esses impactos. Este momento da aula se encerrou com a divisão da turma em três grupos de 6 ou 7 pessoas. Cada grupo investigaria mais a fundo um

material recorrente nos objetos da sala, a saber, o plástico, a madeira e o metal. Os alunos puderam escolher qual grupo participar.

Figura 09 – Investigação em grupo.



Iniciava-se o segundo momento da aula, que teria duração de 45 minutos. Os alunos que compunham cada grupo sentaram em roda ao chão junto a dois facilitadores. Ao centro deles havia um cartaz, inicialmente em branco. Os facilitadores escreveram no cartaz o material que seria investigado e dividiram o espaço em três colunas, em cada uma escrevendo uma das três frases: “De onde vem?”, “Onde está?” e “Para onde vai?”. Com isso, propuseram aos alunos que a investigação fosse guiada por essas três perguntas. Enquanto um dos facilitadores conduzia o diálogo com os alunos o outro iria anotar ou desenhar o que estava sendo dito no cartaz, além disso, também foi estimulado os próprios alunos a usarem das canetas disponíveis para fazer suas próprias anotações, porém poucos o fizeram. Assim, nos dez minutos iniciais cabia aos facilitadores materializar a revelação da subjetividade que cada aluno já carregava sobre o assunto, isto é, foram estimulados à revelar os conhecimentos que já detinham sobre o material e as perguntas. Isso não foi feito seguindo uma metodologia em específico, os facilitadores tinham liberdade para conduzir o diálogo de maneira em que todos tivessem a chance de falar e de ser ouvido. Nos dez minutos seguintes iniciava-se a etapa da Valorização da Objetividade, na qual os facilitadores enriqueciam o diálogo com informações sobre o

assunto, através da fala e da exposição de imagens e notícias. A construção do cartaz, por sua vez, continuava. Alguma das imagens e informações trazidas, tão como as associações que surgiram na exposição delas, preencheram ainda mais o cartaz. Depois disso, o cartaz se mostrava já quase completo e os próximos dez minutos foram usados para a sua finalização e para a Consolidação do Conhecimento Construído. Havia muitas informações no cartaz, os Facilitadores neste momento estimularam a organização e consolidação das ideias e linhas de raciocínio que foram debatidas, através da recapitulação de tudo que foi falado e expressado no cartaz. Os alunos então deveriam se organizar entre si para a posterior apresentação do cartaz a turma. Cada grupo teve cinco minutos para a Apresentação do Cartas à turma. Embora a tentativa por parte dos Facilitadores de estimular todos os alunos dos grupos à falar, alguns não falaram nada na apresentação. De maneira geral, por grupo, em torno de 3 a 4 alunos apresentaram.

Figuras 09, 10, 11 e 12 – Apresentações à turma.



O terceiro momento da aula se iniciava pela abertura do diálogo com todos da turma buscando refletir sobre qual material seria utilizado para a construção do Domo Estrela. Pela pontuação da complexidade do Ciclo de Vida dos materiais investigados, que estavam muitas

vezes ligados à processos que eram prejudiciais ao meio ambiente, indagou-se aos alunos se não haveria alguma alternativa que estivesse mais próximo do alcance deles e que não fosse tão prejudicial à natureza. A intenção era abrir caminho para introduzir o Bambu como material construtivo e para valorizar o fato de existirem Bambuzais na própria escola que poderiam ser utilizados. Em uma das turmas, uma das crianças até falou sobre o Bambu neste momento, nas outras os facilitadores precisaram dar dicas mais diretas a fim de conduzi-los ao Bambu como resposta. Uma vez o Bambu exposto como alternativa, os próximos 20 minutos foram divididos entre a exposição de objetos feitos de bambu e a visita ao Bambuzal. A exposição tinha como objetivo mostrar aos alunos como é possível fazer muitos objetos, que geralmente são feito de outros materiais, através do uso do Bambu. Houve, então, a exposição de objetos feitos de bambu, a saber, bandeja, mesa pequena, jogo americano, banco, talheres, copos, incensário e flauta. Foi mostrado também os diferentes modos de se utilizar o bambu, demonstrando a fabricação de uma ripa utilizando um facão, a partir de um bambu roliço. A visita ao Bambuzal tinha como objetivo aproximar os alunos desta planta e ao mesmo tempo abordar conteúdos curriculares de Ecologia. Para isso, utilizou-se da comparação do Bambuzal, uma gramínea, com as árvores, e comentou-se do processo de colheita e utilização do bambuzal.

Figura 13 – Demonstração de ripagem.



Figura 14 – Visita ao Bambuzal.



b) Descrição Aula 02

A segunda aula foi toda realizada fora da sala de aula. Primeiramente os facilitadores lembraram seus nomes e como dinâmica inicial foi proposto que os alunos tentassem lembrar também o que cada um havia falado que gostava de fazer na primeira aula. Depois foi dado a notícia que a aula seria fora da sala de aula e os alunos foram conduzidos ao campo de grama localizado em uma das áreas externas do colégio. Lá foram realizadas uma série de atividades, guiadas pelo Pesquisador e contando com a ajuda dos Facilitadores na execução dos movimentos. Quando todos já estavam no gramado, foi feita uma grande roda e o Pesquisador em poucas palavras contou qual seria o objetivo daquela aula: aprender um pouco mais como as estruturas suportam as forças que agem sobre elas. “Para isso”, continuou falando, “vamos utilizar da estrutura que melhor conhecemos, qual é ela?”. E respostas como “a casa” ou “o triângulo” vinham da boca dos alunos. O Pesquisador, a Professora e os Facilitadores, tentando induzir a resposta certa, começavam a fazer movimentos de alongamento com o corpo, e a pergunta era refeita o quanto fosse necessário, até que uma ou outra criança percebesse a indireta e respondesse corretamente: “Nosso corpo!”. Então, uma breve comparação entre o Corpo Humano e as estruturas era feita, valorizando o fato de ambos serem compostos por diferentes elementos. O corpo é formado pelas pernas, pelo tronco, pelos braços e cabeça. As estruturas também são compostas geralmente por mais de um elemento: no caso de um Casa, há pilares, paredes e telhado; no caso de um “Gol” de futebol, há duas traves e um travessão. Assim, fornecia-se à visão de que qualquer força que aja sobre um desses elementos, seria repassada para os outros de alguma maneira. Era anunciado, então, que para entender melhor esse princípio, sentiríamos ele no nosso próprio corpo, através de acrobacias e posições em grupo. Para isso, antes de mais nada, precisaríamos exercitar a confiança entre todos, já que nestas acrobacias seríamos elementos da mesma estrutura.

A confiança foi exercitada através da “Dinâmica do Carro e do Motorista”. Nela, os alunos se arranjariam em duplas e decidiriam, através de uma disputa de par ou ímpar, quem seria inicialmente o Carro e quem seria o Motorista, depois os papéis seriam invertidos. O Carro viraria de costas ao Motorista, que repousaria suas mãos nos ombros do Carro. A dinâmica consistia na condução por parte do Motorista na direção em que o Carro tomaria. Entretanto, o Carro deveria permanecer por todo o percurso com farol apagado, isto é, de olhos fechados. O Pesquisador, então, conduziu a dinâmica começando em velocidades mais baixas até velocidades mais altas. Depois, inverteu-se os papéis e repetiu-se a dinâmica, finalizando-a.

Figura 15 – Dinâmica do Carro e do Motorista.



Os próximos momentos tinham o objetivo mais específico de introduzir noções sobre as Leis de Newton, sem mencionar contudo o nome delas, buscando apenas a visualização dos fenômenos. A começar, todos ficaram em roda, parados, e o Pesquisador indagou se existiria alguma força agindo em cada um naquele momento. O diálogo que se seguiu, conduziu à percepção da força gravitacional (ou a força peso) e da reação que ocorre no chão, sentida pelo corpo inteiro mas mais percebida pelos pés e pernas. Foi, então, incentivado que os alunos movimentassem a cintura em círculos a fim de sentir como a variação do centro do peso do corpo se refletia na sensação corporal dos músculos do corpo, principalmente nas coxas e abdômen. Chegava-se a conclusão de que nada está parado e de que todas as coisas no mundo estão sofrendo ações e reações o tempo inteiro. Para demonstrar melhor esse conceito, os Facilitadores realizaram o movimento intitulado “Corrente de Braços”, que consistia em formar uma fila, permanecendo um de lado para o outro, enquanto cada um esticava o braço direito na mesma linha do ombro esquerdo do facilitador ao lado, formando uma espécie de cadeia de braços. Demonstrou-se que quando o primeiro dos facilitadores empurrava o ombro a sua direita, esta força caminhava pelos braços até o último facilitador, que não estava apoiado em ninguém, ser empurrado e não ter apoio, quase caindo ao chão. Depois de uma valorização da lei da inércia, que diz que um objeto em movimento tende a permanecer em movimento, o movimento seria repetido, só que agora com o último Facilitador permanecendo de maneira

rígida. Assim, a força exercida novamente pelo primeiro Facilitador, quando chegou ao último, foi rebatida e voltou na cadeia em menor intensidade, evidenciava-se a Lei da Ação e da Reação.

Figura 16 – Dinâmica do Carro e do Motorista.



Os alunos foram convidados a sentir melhor o princípio da ação e da reação com a próxima dinâmica, intitulada “Dinâmica da Costa Colada”. Nela, com as mesmas duplas anteriores, cada aluno ficaria de costas um para o outro, de maneira em que as costas estivessem coladas. Então, começariam a dar pequenos passinhos a frente, porém ainda com as costas coladas, flexionando também o joelho. As costas iam se apoiar uma na outra para que ambos conseguissem chegar até ao chão de maneira suave. Do mesmo modo, era possível facilitar a subida à posição original. Esta dinâmica serviu tanto como outro exemplo do princípio da ação e da reação quanto foi utilizado para introduzir um conceito de equilíbrio utilizado pelas Estruturas Recíprocas, que é o dos elementos auto apoiados. Nessas estruturas, assim como no Domo Estrela que seria construído, os elementos se apoiavam um nos outros de maneira simétrica, distribuindo a força peso e as outras forças eventuais que agiriam sobre ela. A dinâmica representava exatamente isso: as forças na horizontal entre as costas não só se anulavam como também facilitavam o esforço que a perna tinha que fazer. Ou seja, o apoio entre todos os elementos, fazia com que cada um fosse submetido a uma carga menor, por ser melhor distribuída. Para concretizar ainda mais esse entendimento, foi proposto aos alunos executarem a “Posição da Mesa de 8 Pernas”. Duas duplas se juntariam e tentariam realizar essa posição, que consistia em apoiar as costas de um no joelho do outro, de maneira a formar um quadrado, com todos tendo sobre os seus joelhos as costas de outra pessoa, e sob suas costas

os joelhos de outrem. Uma estrutura auto apoiada se formava, na qual os alunos não precisavam ter as mãos no chão, mesmo assim a “Mesa de 8 Pernas” estaria em equilíbrio. Encerrava-se a aula anunciando um pouco do que seria visto na próxima e os alunos voltavam à sala de aula.

Figura 17 – Posição da Costa-Colada.



Figura 18 – Posição da Mesa de 8 Pernas.



c) Descrição Aula 03

No início desta aula, novamente foi lembrado os nomes e os gostos dos Facilitadores que estiveram nas aulas 01 e/ou 02 e apresentado aqueles que estavam ali pela primeira vez. Uma das Facilitadoras, então, começou a contar que alguns alunos ficaram curiosos com a resposta dela na primeira quando disse que gostava de comer flores e, por isso, antes da aula havia colhido algumas flores comestíveis para quem quisesse experimentar. Depois de identificar as duas espécies, a saber, *Tropaeolum majus* (Capuchinha) e *Malvaviscus arboreus* (Malvavisco), distribuiu as pétalas e começou um diálogo com os alunos para saber se alguém já havia comido flores antes. Depois, comentou sobre o conceito de PANCs – Plantas Alimentícia não Convencionais, e convidou os alunos à experimentarem. A grande maioria dos alunos nunca havia comido uma flor e no geral houve uma boa receptividade quanto ao gosto.

No próximo momento, o Pesquisador comentou sobre o que seria a aula daquele dia: se na aula passada entendemos um pouco das Estruturas pelo corpo, nesta aula se voltaríamos às Estruturas para aperfeiçoar os conhecimentos aprendidos naquela aula. Assim, daríamos um passo em direção ao entendimento do Domo Estrela, já que também estudaríamos sua geometria ao final da aula. Iniciou-se, então, uma apresentação expositiva em Slide Show. Foi explicado as Estrutura Recíproca como estruturas que não possuem elementos estruturais principais que recebem toda a carga que age na estrutura, mas sim são compostas por diversos elementos similares apoiados entre si, fornecendo uma distribuição de cargas mais uniforme. Os primeiros Slides continham imagens de exemplos históricos e atuais de Estruturas Recíprocas: a Ponte de Leonardo da Vinci, projetada há mais de 500 anos; o Yurt, cabana circular tradicionalmente utilizada por nômades mongóis; e o Tipi, tenda cônica coberta feita por etnias indígenas da América do Norte. Durante a passagem desses exemplos foi apontado e elucidado a manifestação do auto apoio presente nessas estruturas. Os próximos Slides continham imagens de Módulos Recíprocos e estruturas mais complexas formadas pela aglutinação destes módulos. Depois de explicá-los, iniciou-se a construção de três Módulos Recíprocos com bambus e câmara de pneu de bicicleta, com a ajuda de uma aluna e um aluno escolhidos aleatoriamente. Depois, com um dos “pés” de cada um dos Módulos construiu-se o quarto Módulo, formando uma estrutura única de quatro Módulos Recíprocos (Figura 19). Os alunos puderam então ver na prática aquilo que foi introduzido na aula anterior e que havia sido apresentado nos Slides.

Figura 19 – Módulos Recíprocos feitos com os alunos.



Depois disso, iniciou-se a construção de outra Estrutura Recíproca: uma Ponte de da Vinci. Esta ponte pode ser construída apenas por encaixes entre os bambus, sem o auxílio de amarras. Foi explicado, então, que seria o próprio peso da ponte e das pessoas que passariam por cima dela que trariam a rigidez para os encaixes, já que essas cargas se distribuem uniformemente pela estrutura. Imagens de uma Ponte nos Slides foram mostradas nos Slides, esclarecendo como se dava a distribuição das forças. Outra aluna e outro aluno, então, foram sorteados para ajudar a montar a Ponte. Durante a montagem foi comentado como havia sido feito os encaixes. Depois de montada, todos os alunos puderam atravessá-la. Enquanto isso, os facilitadores tiveram que segurar os pés da Ponte, reproduzindo uma situação real de fixação ao solo.

Figura 20 – Montagem da Ponte de Da Vinci



Figura 21 – Passagem pela ponte.

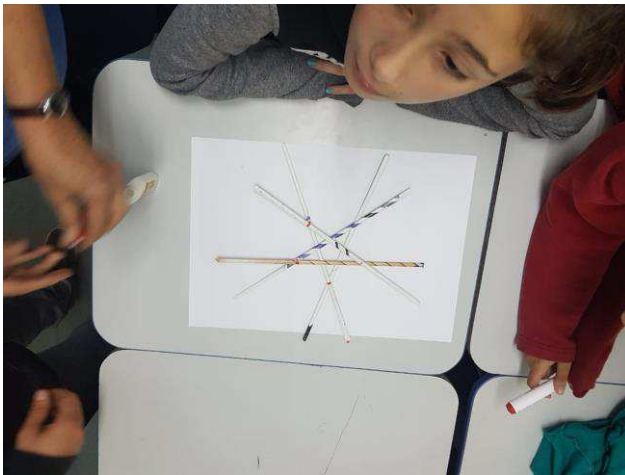


Na sequência da aula, lembrando os polígonos básicos como o triângulo, o quadrado e o pentágono, perguntou-se qual era o polígono mais estável estruturalmente que eles conheciam. Em uma das turmas um dos alunos respondeu corretamente que era o triângulo, nas outras não. Depois de fornecido a resposta certa, foi explicado o porquê da estabilidade do triângulo. Para isso, foram distribuídos triângulos e quadrados feitos com canudinhos de plástico unidos uns aos outros e então explicado que nos triângulos é impossível os ângulos internos de alterarem, o que fornecia rigidez à ele. Voltou-se, então, novamente a atenção para os Slides, agora para expor mais um exemplo de Estrutura Recíproca: as Geodésicas, apontando o fato delas terem sua geometria formada por triângulos e relacionando com o conhecimento recém apreendido. Por fim, era apresentado imagens de um Domo Estrela e de sua geometria projetada no plano, que formava uma estrela composta por triângulos e pentágonos. Assim, a narrativa deste momento da aula chegava ao fim, repassando os conceitos de Estrutura Recíproca e valorizando os triângulos, mas tendo agora o Domo Estrela como objeto de análise.

Iniciou-se, então, o último momento da aula. Foi explicado aos alunos que neste momento estudaríamos mais a fundo a Geometria do Domo Estrela. Não apenas isso, a construção do Domo também passava pelo processo de arranjar primeiramente os bambus no chão para depois curvá-los. Assim, este momento da aula seria importante para a realização do

Domo corretamente na próxima aula. Foram formado grupos de 5 a 6 alunos e distribuído os canudinhos feito de revista de papel, todos com o tamanho de 30cm. Sem qualquer orientação de como executar, solicitou-se que cada grupo montassem, sobre uma folha de papel, a mesma imagem da figura apresentada a eles que continha a geometria do Domo Estrela no plano, primeiro utilizando cinco canudinhos. Depois, que completassem a figura formada com outros cinco canudinhos, formando a segunda estrela. Como não houveram orientações, os alunos mostraram dificuldade em realizar a imagem de maneira simétrica. Na sequência, foram instruídos em desmanchar a imagem e fazer marcações a cada 10cm em cinco canudinhos e outras marcações a cada 6cm nos outro cinco canudinhos. Ou seja, metade dos canudinhos teria seu tamanho dividido por três comprimentos iguais e a outra metade dividido por cinco. Com essas marcações, solicitou-se novamente que montassem as imagens, agora com orientações de como arranjar os canudinhos através das marcações feitas, facilitando a montagem simétrica. Depois de pronto, a Professora e os Facilitadores conduziam a fala para a análise da geometria formada, quanto à sua forma com triângulos e pentágonos e quanto aos eixos de simetria surgido entre eles.

Figura 22 – Montando a geometria do Domo Estrela.



d) Descrição Aula 04

Esta aula aconteceu simultaneamente com as três turmas e ocorreu no ginásio da escola. Como contava-se com inúmeros facilitadores, eles foram divididos em trios. Cada um ficou responsável por uma turma. Foi passado previamente à eles as indicações de execução das etapas de construção do Domo, assim, no decorrer da aula, o Pesquisador conduziu o andamento das etapas e os facilitadores guiaram os alunos na execução.

Inicialmente foi feito uma grande roda com as três turmas e o Pesquisador abriu com uma fala valorizando a construção do conhecimento até então, explicando como seria a sequência daquela aula e anunciando os facilitadores que ficariam com cada turma. No centro da roda, havia mais de 100 ripas de bambu com cerca de 90 centímetros de comprimento. Foi comentado como havia sido o ciclo de vida do bambu até aquele estágio, desde a colheita, a escolha das varas e posterior cortes no tamanho adequado. Também foi demonstrado, com o auxílio de um facão e uma marreta, o processo construtivo de transformação de um pedaço de bambu roliço para uma ripa. Um bambu roliço foi dividido inicialmente ao meio, em duas ripas, que posteriormente também foram divididas em outras duas. Depois disso, o facão era utilizado para aplainar uma das ripas, amenizando a seção transversal naturalmente côncava. Esta demonstração comentada foi reproduzida em cerca de 5 minutos, produzindo uma ripa igual às outras mais de cem ao centro.

Na sequência, cada turma se posicionou em um espaço da comprida quadra do Ginásio junto à seus facilitadores. Cada grupo recebeu uma folha com os passos construtivos a serem seguidos e com duas imagens com a geometria do Domo Estrela no plano. Primeiro, os facilitadores indicaram que cada ripa deveria ser unida à outra ripa através de uma ripa central menor, de 40cm, amarrada com barbante sobrepondo quinze centímetros em cada lado com cada ripa maior. A amarra teria sua execução facilitada se fosse feita em duplas. Os alunos foram divididos e cada turma ficou com por volta de 10 duplas. Demonstrou-se, então, como se fazia a amarra, primeiro exibindo à todos, depois cada facilitador demonstrava a um número menor duplas. As duplas então pegavam duas ripas e um pedaço de barbante e com auxílio de régua coletivas que perpassavam as duplas, tentavam a execução da amarra, com os facilitadores transitando entre as duplas. Cada turma deveria fazer 17 pares de ripas, assim, algumas duplas que acabaram o primeiro par iniciaram outro em seguida.

Figura 23 – Divisão em grupos.



Figura 24 – Ensinando a amarra.



Figura 25 – Duplas fazendo as ripas.

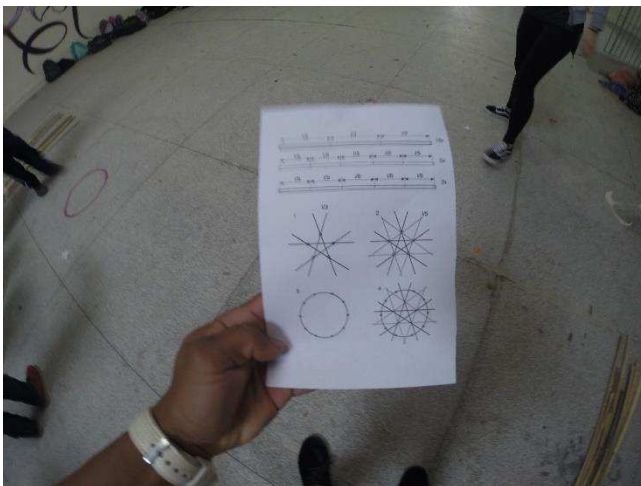


Na próxima etapa, cinco pares de ripas deveriam ser marcados com uma fita crepe a cada 32 centímetros e outras cinco à cada 54 centímetros. Os facilitadores explicaram que essas medidas representavam, respectivamente, o tamanho total da ripa (160cm) dividido por cinco e por três, igual à atividade feita em sala durante a aula que antecedeu está. Os facilitadores cortaram a fita crepe e os alunos à utilizavam para marcar cada par com o auxílio de uma régua. Com todas devidamente marcadas, iniciava-se a etapa de posicionamento das varas ao chão, no formado da geometria desejada. Primeiramente unia-se aquelas marcadas nos terços (Figura 26), utilizando um barbante para fazer uma amarra também em cada vértice do pentágono central formado. As ripas demarcadas nos quintos foram então posicionadas de maneira a formar a outra estrela, como mostrava o passo-a-passo impresso e distribuído entre os grupos (Figura 27). Amarras também eram feitas nos nós do novo pentágono. As duplas que primeiro acabaram ficaram responsável em fazer o anel, composto por dois pares de ripas. O anel era então posicionado como mostra no passo-a-passo.

Figura 26 – Montando a geometria do Domo Estrela.



Figura 27 – Passo-a-passo impresso.



A aula estava prevista para durar 1h30 e neste momento acabava-se de atingir tal horário. Os alunos, entretanto, possuíam uma janela depois desta aula e foram convidados a permanecerem para acompanhar a execução do Domo Estrela de pelo menos uma das turmas. Depois de uma avaliação de qual estava melhor montado, ficaram todos posicionados ao redor do desenho. O Pesquisador explicou brevemente o que seria feito: o arqueamento das ripas para que atingisse o formato de domo. Para isso, sorteou cinco alunas e cinco alunos para lhe ajudar. Cada um ficou responsável por segurar duas ripas e força-las junto com todos para que o arqueamento se iniciasse. O processo iniciou bem porém com os esforços gerados as amarras centrais que uniam as duas ripas começaram a ceder e a geometria do domo ficou prejudicada: perderam a forma de uma ripa contínua formando pontas centrais e não resultaram em arcos simétricos, fazendo algum bambus até romperem. O processo final construtivo não havia ocorrido como planejado. Foi amarrado com barbante as ripas dos arcos ao anel. Ao fim, o Pesquisador iniciou uma fala especulando a explicação para o que havia acontecido, provavelmente o arqueamento gerou esforços além do que podiam suportar os nós e a ripa central. Foi lamentado que não tenha dado certo porém valorizando o processo de aprendizagem para chegar até aquele momento e também a importância da reflexão sobre os erros e acertos de qualquer experiência, para que as próximas tivessem mais chances de darem certo. O Pesquisador encerrou a aula agradecendo a presença e o empenho de todos e anunciou que não haveria desistência e o Domo Estrela seria construído corretamente em outra oportunidade a ser agendada.

e) Descrição Aula 05

A aula se iniciou-se com o Professor de Geografia anunciando que a aula de hoje seria a finalização daquela atividade iniciada e que havia tido uma pausa depois da tentativa de construção do Domo Estrela. Ressaltou também que esta aula serviria para introduzir conteúdos que veriam nas próximas aulas: questão relacionadas ao extrativismo de recursos naturais e minerais e sobre processos de industrialização. Ao passar a palavra, o Pesquisador saudou a todos, conferiu que todos lembravam seu nome e logo explicou que nesta aula as pessoas que o acompanharam nas aulas anteriores infelizmente não puderam participar desta, por isso estava sozinho. No caso da turma do 6B, uma facilitadora pode também participar e os alunos lembraram o nome dela. O Pesquisador, depois de relembrar a última aula quando construíram o Domo Estrela mas os nós ficaram um pouco frouxos, explicou de maneira geral como seria a aula, tendo como objetivo principal a construção novamente do Domo, agora pulando alguns passos da construção para dar tempo de fazer a atividade.

Iniciou-se então um momento de recordação de cada uma das quatro aulas anteriores, através de um diálogo com os alunos que durou cerca de 20 minutos. A investigação dos materiais plástico, madeira e metal foi relembrada quanto à origem, ao uso e à destinação dos objetos feitos desses materiais. O professor de Geografia também participou da conversa e contribuiu para a reconstrução dos conceitos aprendidos. Depois, lembraram-se as dinâmicas com o corpo feitas na segunda aula e as reflexões sobre a movimentação das forças nas estruturas. Reintroduzindo, assim, o conceito de Estruturas Recíprocas, que em todas as turmas pelo menos algum aluno conseguiu definir corretamente. O Domo a ser construído seria uma estrutura recíproca e conhecimentos de matemática foram recordados através da geometria do Domo, composta por triângulos e pentágonos.

Com as aulas recordadas, o Pesquisador anunciou que iriam começar a construção do Domo Estrela, pedindo que fosse aberto um espaço ao centro da sala e ajudou a todos a levar as mesas mais para os cantos. Com todos sentados em roda, lembrou finalmente a aula na qual tentaram construir o Domo a primeira vez. Desta vez, porém, iria demonstrar com uma nova ferramenta, a Faca Estrela, como havia feito para transformar o bambu roliço em ripas. Lembrou ainda como se fazia a amarra que unia uma ripa a outra, comentando que desta vez trouxe as ripas todas já unidas pois o tempo não era muito longo para fazê-las durante a aula.

Para iniciar a construção da geometria no plano do chão, chamou a ajuda voluntária inicialmente de sete alunos, que depois poderiam sair para a entrada de novos. Com um papel

com a geometria impressa, esses alunos iniciaram a construção da primeira estrela formada pelas cinco ripas marcadas nas divisões de $\frac{1}{3}$ de seu tamanho. Uma vez posicionadas de maneira simétrica, alguns alunos ficaram responsáveis de segurar a ponta das estrelas para fixar a geometria e outros de fazer uma amarra em cada vértice do pentágono central. O nó foi ensinado pelo Pesquisador e consistia em uma ancoragem com nó duplo (nó cego) e as posteriores inúmeras passagens do fio encerado em volta dos dois bambus do vértice, finalizando a amarra com a outra ponta através de outro nó cego. Depois trocavam-se os alunos participantes e outras cinco ripas eram posicionadas formando a imagem da segunda estrela. Através do mesmo processo anterior, outros nós foram feitos no pentágono maior que acabará de surgir.

Com o posicionamento do anel feito com quatro ripas, já seria possível o arqueamento das dez ripas que formavam a geometria da estrela. Cinco alunos ajudaram nesta etapa. Cada aluno seguraria duas ripas no processo, foi alertado que ao arquear a estrutura, as pontas das ripas iriam se movimentar e os alunos precisavam ficar atento a esse movimento natural, que só pararia quando a ripa de uma mão encontrasse com a ripa da mão do colega ao lado. Depois das instruções, os alunos fizeram força simultaneamente e o Domo Estrela foi arqueado com sucesso, tendo o anel segurando a pressão feita pelas ripas. A última etapa consistiu em segurar o anel próximo ao solo e amarrar as pontas das ripas nele.

Figura 28 – Montagem da primeira Estrela.

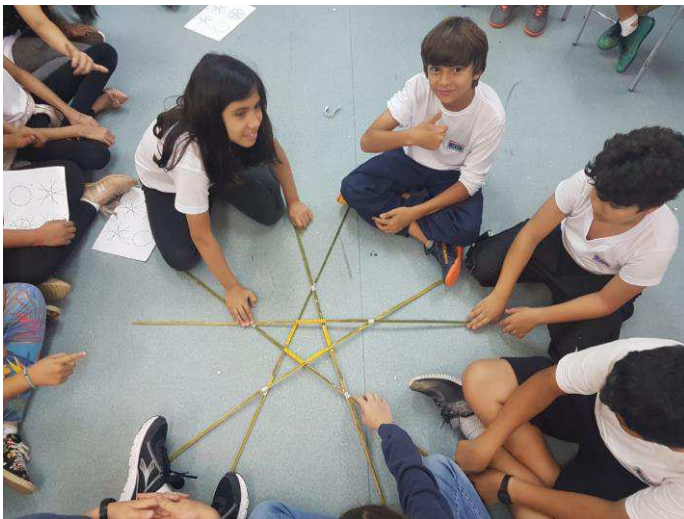


Figura 29 – Montagem da segunda Estrela e do Anel.



Figura 30 – Arqueamento do Domo.



Figura 31 – Encerramento.



4.5 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Nesta Etapa foi enviado aos Professores perguntas avaliativas referente ao Projeto, tendo em vista seus objetivos iniciais. Seguem abaixo as perguntas e as respostas fornecidas por cada professor.

1) Nesta experiência, como os conteúdos de Engenharia contribuíram na abordagem de conteúdos da disciplina que você ministra?

2) Como você avalia a construção com elementos naturais (ou a Bioconstrução) como temática interdisciplinar de ensino? Ela contribuiu de qual maneira para a minimização da fragmentação do conhecimento?

3) Espaço aberto a outros comentários

a) Professora Naiara Francisca Ramos – Professora de Ciências

1) A disciplina de Ciências foi inserida nesta atividade através da discussão de diversos conteúdos que já haviam sido estudados em sala de aula e outros que foram estudados posteriormente. Neste sentido, trabalhou-se as diversas formas de extração de recursos naturais (como a floresta, utilizada para a produção de papel) e de recursos minerais (como o petróleo, matéria-prima de materiais plásticos, de combustíveis...) como formas de sustentar o modo de vida humano; as consequências deste processo de extração aos ambientes e seres vivos nele; a geração de resíduos sólidos como resultado das atividades humanas e as implicações disto na escassez de recursos naturais e minerais, na poluição ambiental, necessidade de aplicação de técnicas para o tratamento e destinação destes resíduos gerados. Tais temáticas fomentaram debates sobre a necessidade da diminuição na geração de resíduos através da redução do consumo e desenvolvimento de tecnologias para a reciclagem de materiais.

2) Minha avaliação é positiva por representar algo concreto e que pode ser aplicado na vida cotidiana de nossos alunos. Acredito que como escola, devemos transformar o olhar dos educandos sobre aspectos diversos de suas vidas, contribuindo para o desenvolvimento de espírito crítico, autonomia, independência e proatividade, tornando-os sujeitos capazes de modificar positivamente a sociedade na qual estão inseridos, o que inclui sua relação com o

ambiente, de forma a proporcionar a aquisição da noção de que somos seres pertencentes à natureza e não meros possuidores desta.

Neste sentido, a atividade de bioconstrução veio apoiar práticas que já adotamos em nossa rotina de trabalho, já que temos a consciência que as diversas disciplinas escolares não devem ser vistas, nem trabalhadas, de forma isolada, uma vez que os diversos saberes se cruzam constantemente.

b) Professora Marcia Maria Bernal – Professora de Matemática

1) Na atividade foram discutidos conceitos de Geometria Plana, com ênfase na estrutura do triângulo. A aplicação desse conceito foi amplamente discutida com os alunos na construção do domo estrela, e é esse tipo de aplicação que dá significado ao conceito e justifica sua importância como objeto de estudo escolar. Embora essa aplicação tenha sido muito comentada, não temos garantia de que todos os alunos envolvidos tenham compreendido a importância desse conceito.

2) A Bioconstrução é uma novidade para nosso público – alunos de 6ºs anos do CA/UFSC.

A construção de artefatos, em si, já é novidade, pois em sua maioria são crianças que não têm contato com esse tipo de atividade; muitos moram em apartamento, com famílias que trabalham fora durante todo o dia e, dentre eles, poucos sabem construir uma pipa, uma vestimenta de fantasia ou usar um martelo ou serrote. Assim, é possível que atividades menos complexas tivessem mais êxito no desenvolvimento do “fazer” dos alunos.

O trabalho manual, como marcenaria, horta, costura, cerâmica, a partir dos quais a compreensão dos conhecimentos se dá por meio do “fazer”, no meu entendimento ainda não tem a devida valorização, principalmente considerando alunos de 11 e 12 anos.

Considero a Educação Ambiental, tema transversal pela legislação, uma temática excelente para integrar o trabalho dos diversos professores. Nessa atividade de Bioconstrução, todos os envolvidos puderam atuar além de suas especialidades, com a intencionalidade de mostrar aos alunos que o conhecimento não é fragmentado. Porém, é importante salientar que

em nossas práticas individuais já consideramos os conhecimentos de outras áreas, tanto como suporte como aplicação de nossos conteúdos.

É preciso salientar, também, que os conhecimentos escolares não são somente os disciplinares: ciências, geografia, matemática. Há todo um fazer do professor que é fundamental para a aprendizagem: como se dão as relações entre as crianças, delas com os adultos, delas com os conceitos, delas com suas atividades, que são todos próprios da escola. Qualquer atividade escolar deve considerá-los. Esses foram, também, conhecimentos que desenvolvemos durante a atividade de Bioconstrução.

c) Professor Marcio Marchi – Professor de Geografia

1) A Engenharia é um campo de estudo transversal para os conteúdos da disciplina de Geografia do Ensino Fundamental, não é um dos focos de estudo por costumeiramente ser excessivamente técnica e ligada ao ensino superior, mas a abordagem de alguns de seus fundamentos pode contribuir para ilustrar determinadas temáticas geográficas. Nesta experiência com os estudantes de Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação, a exemplificação de métodos e a construção prática de estruturas de engenharia possibilitou um entendimento sobre o funcionamento das construções humanas e as possibilidades de utilização de diferentes materiais. Isso se torna útil para a abordagem e para o estabelecimento de relações com outros conteúdos geográficos, como por exemplo: a utilização de recursos naturais e os impactos socioambientais decorrentes, a análise sobre as transformações das paisagens naturais e humanas e o estudo do ambiente construído e da cidade. Dessa forma, os estudantes vão entendendo a importância da utilização consciente dos materiais e dos impactos para o meio ambiente e que há possibilidades alternativas e mais sustentáveis dentro do campo da Engenharia. Nesta perspectiva, a Engenharia deixa de ser puramente tecnicista e se torna algo mais próximo da realidade e do conhecimento dos estudantes.

2) A construção de estruturas de engenharia, porém, fazendo uso de materiais não convencionais, proporcionou aos estudantes a reflexão de que não há um modelo único de construção e de matérias-primas. As estruturas convencionais atuais utilizam predominantemente materiais que se incorporaram ao desenvolvimento da engenharia moderna e do mercado construtivo. No entanto, a pesquisa sobre materiais ecológicos e ambientalmente sustentáveis tenta resgatar um passado de sociedades tradicionais, quando havia menor agressão ao meio ambiente na extração e manipulação de recursos naturais para sua subsistência e para

as construções humanas. A bioconstrução é uma temática interdisciplinar no sentido de mobilizar diversas áreas de estudo para sua abordagem. Com o trabalho realizado com os estudantes de Ensino Fundamental, foi possível estabelecer pontes pedagógicas entre Geografia, Ciências, Matemática, mas também seria com História e Linguagens. A bioconstrução apresenta imensas possibilidades de desenvolvimento tanto para a Engenharia, quanto para o Ensino Básico, onde a área da Educação Ambiental se torna cada vez mais essencial em uma perspectiva de formação de cidadãos conscientes de suas responsabilidades com a preservação do meio ambiente.

3) A experiência dos estudantes do Colégio de Aplicação com a equipe do NEAMB-UFSC foi importantíssima para ambos, estudantes de Educação Básica e de Graduação, pois foi uma aproximação de conteúdos, metodologias e linguagens em diferentes etapas de formação. Os estudantes de 6o Ano, sem sombra de dúvida, tiveram um enriquecimento imensurável de seus conhecimentos e de desenvolvimento do pensamento cidadão. A trajetória de implantação desse projeto de pesquisa na escola passou pelo contato inicial com o corpo docente e discente, pela fase de planejamento de atividades, pelo encontro com dificuldades inerentes ao trabalho com crianças e adolescentes e pela busca de adaptações pedagógicas necessárias para se trabalhar adequadamente com a bioconstrução, sobretudo em atividades práticas com a participação direta dos estudantes de Ensino Fundamental, que desde o início era o que se buscava neste projeto. O resultado para os estudantes da escola foi bastante interessante e trará boas possibilidades de discussões e reflexões na sequência de conteúdos abordados. Para os pesquisadores envolvidos, foi uma experiência igualmente enriquecedora, pois mobilizou a busca de soluções de abordagens e de transposições pedagógicas para esse assunto com uma faixa etária do qual não estavam inicialmente acostumados. O resultado final é bastante positivo e desejamos sucesso para os estudantes de graduação que se propõem a sair do lugar-comum e buscam um ideal de sociedade menos consumista e mais consciente de suas responsabilidades ambientais.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou promover um contato entre duas realidades que não foram muito estimuladas a conviverem: de um lado a ciência exata da Engenharia e de outro o processo de ensino e aprendizagem do Ensino Básico. Neste sentido, os conhecimentos de Engenharia aqui pesquisados e aplicados no contexto do Ensino Fundamental II apresentaram um potencial de contextualizar e significar as teorias de cada disciplina tão como promover a integração entre os conteúdos compartimentados dentro delas. A intenção não era formar alunos engenheiros nem tão pouco introduzir a Engenharia, mas sim promover aos alunos um contato teórico e prático ao conhecimento da ampla ciência da Engenharia. Além disso, neste trabalho, tais conhecimentos foram utilizados para auxiliar o entendimento dos alunos acerca de processos do nosso mundo globalizado, como a industrialização, a extração de recursos e o ciclo de vida das coisas.

Dentro da área da Engenharia Civil conseguiu abordar conceitos relacionados à propriedade dos materiais, à construção civil, à sustentabilidade e ao entendimento estrutural. Mais especificamente na área de Estruturas apresentou o bambu como material construtivo na teoria e na prática, construindo junto com os alunos um Domo Estrela, uma Ponte de Da Vinci e Módulos Recíprocos, tudo feito basicamente com bambu. Pelo lado teórico, explorou o conceito de Estruturas Recíprocas para introduzir noções estruturais básicas. O conceito se mostrou com grande potencial pedagógico por conseguir trabalhar conteúdos de inúmeras disciplinas, se relacionando com a disciplina de Ciências através da física, de Matemática através da geometria, de História e Geografia pelo fato deste tipo de estrutura ter surgido de inúmeras maneiras ao longo da história em diversas culturas.

O trabalho também demonstrou êxito na proposta de abordar conteúdos curriculares das disciplinas que se envolveram. Os conhecimentos de Engenharia inseridos no contexto mais amplo da problemática socioambiental e sob a perspectiva pedagógica da Educação Ambiental, instrumento legal reconhecido e que ainda se desenvolve na sua teoria e nas suas práticas, fundamentaram a construção da Temática interdisciplinar. Em matemática se envolveram conteúdos como a conceituação de polígonos, a interpretação de vista de sólidos e a determinação de eixo de simetria. Em ciências foi abordado diversos tópicos de Ecologia através da investigação do Ciclo de Vida dos materiais. Em Geografia estiveram presentes conteúdos relacionados ao extrativismo e ao processo de industrialização. Assim, frente a realidade do Ensino nas Escolas, com o conhecimento sendo apresentado de forma fragmentada, dividida em disciplinas, nas quais se inserem inúmeros conteúdos mais ou menos

distantes; frente a esta realidade, este trabalho se propôs contribuir para a discussão teórica e para as práticas que buscam superá-la. Sob esta ótica da superação da disciplinaridade, a interdisciplinaridade proposta não significou o fim das disciplinas, mas sim a construção um conhecimento mais abrangente que buscou ultrapassar as fronteiras entre as disciplinas sem desconsiderá-las.

Neste processo, a Bioconstrução foi utilizada como Temática de Ensino e apresentou algumas qualidades segundo as visões dos Professores e do Pesquisador. A manifestação de seus conhecimentos com diversos campos sociais, como em questões políticas, socioambientais e econômicas, ajudaram a contextualizar e dar significado aos conteúdos curriculares, tão como a trazer o caráter crítico e reflexivo para a construção de conhecimento. Ainda, outro ponto positivo foi a possibilidade de desenvolver o “fazer” dos alunos. A utilização de materiais naturais, de fácil acesso e presentes no cotidiano dos alunos, aliado à um acervo de técnicas simples e intuitivas, evidenciou a potencialidade de rompimento da barreira entre a teoria e a prática. Assim, foi possível realizar ao longo do projeto inúmeras atividades práticas, como a utilização do corpo para fins didáticos e a construção de cartazes e objetos, que reforçaram o entendimento da teoria.

Este trabalho carregou primeiramente o cunho da Extensão Universitária, buscando articular o conhecimento científico advindo do Ensino Superior com as necessidades da comunidade na qual a Universidade Federal de Santa Catarina se insere. Assim, a Metodologia foi concebida a partir do objetivo de interagir com a realidade do Colégio de Aplicação para então transformá-la. Assim, as atividades foram construídas de maneira participativa entre os atores que se envolveram. Duas Professoras e um Professor do Ensino Fundamental II do Colégio de Aplicação, seis Graduandas e cinco Graduandos de diversos cursos da UFSC contribuíram para o desenvolvimento do projeto, que atingiu cerca de setenta e cinco alunos. Para que isso acontecesse, a metodologia foi concebida levando em consideração diversos passos que deveriam ser dados gradativamente para que os objetivos fossem alcançados a partir da ideia e da intenção inicial, foram eles: 1) o estudo teórico dos conhecimentos de Engenharia Civil e os conteúdos que compõe o Currículo Escolar; 2) o recrutamento, ou a sensibilização, de Professores que se interessassem pelo projeto; 3) o desenvolvimento da ideia central e a elaboração das ações; e 4) a Execução das atividades. A metodologia, então, demonstrou êxito em desenvolver em um prazo curto de seis meses a ideia e os objetivos iniciais do projeto de maneira colaborativa.

REFERÊNCIAS

BAYER, Ana Paula. **Proposta de diretrizes para o desenvolvimento da arquitetura em terra no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em <
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/31386/000780955.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

BRANDÃO, Maria da Glória Souza. **Bioconstrução: Aplicabilidade no Meio Rural como Forma de Desenvolvimento Sustentável e Possibilidades de Uso no Ambiente Urbano**. Maringá, 2009.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.795**, 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental.

_____. 2008. **Curso de Bioconstrução**. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Brasília, 2008. Disponível em <
http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur_publicacao/140_publicacao15012009110921.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018.

_____, 2016. **Construção Sustentável. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável** Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel> . Acesso em 15 out. 2018.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H. T. **Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social**. In: LASSANCE JÚNIOR, A. E. et al. (Ed.) Tecnologia social. Uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p.15-64. Disponível em <
http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/18_ref_capas/arquivos/arquivo_110.pdf> Acesso em 13. Nov. 2018.

DETHIER, Jean. **A sabedoria da Terra**. In: DETHIER, Jean; ZBINDEN, Catherine (Org.). Arquiteturas de terra ou o futuro de uma tradição milenária. Rio de Janeiro: Avenir, 1982.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008. p 18-19

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade - Um Projeto Em Parceria**. 5. ed. São Paulo, SP: Loyola, 2002. (1991). V. 13 Coleção Educar. p 119

FÓRUM GLOBAL DAS ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS. **Jornada Internacional de Educação Ambiental**, 1ª. 1992, Rio de Janeiro. Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/tratado.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2018

FRANCO, Tula de Vita. **Interdisciplinaridade e Educação**. II Encontro de Pesquisadores Mineiros: Pesquisa e Reflexão na Educação Básica – CAPES/FAPEMIG – Edital 13/2012. p. 287. Disponível em <http://www.inhis.ufu.br/sites/inhis.ufu.br/files/ANAIS%20-%20II%20Encontro%20de%20Pesquisadores%20Mineiros.pdf>. Acesso 13 nov. 2018

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra. 1996. p. 71

GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da Práxis**. São Paulo: Cortez, 2004.

GARCIA, Sylvia Gemignani. **A tecnologia social como alternativa para a reorientação da economia**. Universidade de São Paulo. 2014. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142014000300015>. Acesso em: 08 nov. 2018.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2 Ed. Porto Alegre: Artes Médicas. (1996)

JACOBI, Pedro Roberto. 2005. **Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo**. São Paulo: Universidade de São Paulo. p 10. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n2/a07v31n2.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976

LIBANEO, José Carlos. **A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov**. *Rev. Bras. Educ.* [online]. 2004, n.27, pp.5-24. ISSN 1413-2478. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782004000300002>. Acesso 13 nov. 2018

LÜCK, Helena. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológico**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 1994. p 54

MORIN, E.; LE MOIGNE, J. L. **A inteligência da complexidade**. 5. ed. São Paulo: Petrópolis, 2000. p 8

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005

MINKE, Gernot. 2006. **Manual de Construção com Terra**. Brasil: B4 Editora, 2006. p. 13.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana, et al. **Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 6, Nº 2, 299-309 (2007). p 8. Disponível em http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf Acesso 13 nov. 2018

PIMENTA, Selma Garrido. (Org.) **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002

PINI - **Tabela de Custos Analítica** – TCPO 12 – Preços base. Bahia: Salvador, 2009.

PROMPT C. H; BORELLA, L. L.. **EXPERIÊNCIAS EM CONSTRUÇÃO COM TERRA NO SEGMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR**. III congresso de arquitetura e

construção com terra no brasil. Mato Grosso do Sul: Campo Grande, 2010. Disponível em <https://datasites.cresolcentral.com.br/cresolcentral/recursos/publicacao/1311083778629_29%20-%20Prompt%20e%20Borella.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2018.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 275 p. 104

SILVA, Deir Nazareth Andrade Costa da Silva. **A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO BAMBU: A UTILIZAÇÃO DO “BAMBUSA VULGARIS” COMO ENTRAMADO NAS CONSTRUÇÕES EM TAIPA**. Universidade Federal da Bahia. 2011. Disponível em <[www.ppec.ufba.br/site/system/files/Projeto de Pesquisa MEAU 7 2010.pdf](http://www.ppec.ufba.br/site/system/files/Projeto_de_Pesquisa_MEAU_7_2010.pdf)>. Acesso em 13. Nov. 2018.

SAUVÉ, Lucie. **La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco educativo de referencia integrador**. *Tópicos em Educación Ambiental* Vol. 1 (2) (1999): p.7-25. Disponível em: <<http://www.anea.org.mx/Topicos/T%202/Pagina%2007-25.PDF>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

SJÖSTRÖM, C. **Durability of Building Materials and Components**. In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. São Paulo, 2000.

SOARES, André. **Soluções Sustentáveis - Construção Natural**. Ecocentro IPEC - Instituto de Permacultura do Cerrado. Pirinópolis: Mais Calango Editora, 2007. Disponível em: <https://issuu.com/ecocentro/docs/solucoes_sustentaveis3>. Acesso em: 11 nov. 2018.

VASCONCELOS, Luiz Gabriel Catoira de. **Desafio Lixo Zero: Gestão de Resíduos Sólidos como Oportunidade de Educação Ambiental e Governança no Colégio de Aplicação da UFSC**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. p 48. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/160172>> . Acesso em: 03 ago. 2018

TEODORO, Nuno Filipe Godinho. **Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil: Reciclagem e Reutilização de Materiais**. Lisboa. 2011. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143118002/dissertacao.pdf>>. Acesso em: 13. Nov. 2018.

APÊNDICE A – Trechos do E-Mail Expositivo com sugestões de associações entre Bioconstrução e Conteúdos Curriculares.

Em Ciências:

Conteúdos do Material Didático

Unidade 2: Ecologia.

Cap5. Produtores, consumidores e energia

Tópicos: Organismos produtores; Fluxo de energia e ciclo da matéria;

Cap6. Fotossíntese e respiração celular

Tópicos: Fotossíntese; Respiração celular: do alimento à energia;

Cap8. Espécies Exóticas

Tópicos: O que são espécies exóticas?; Espécies Exóticas invasoras no Brasil;

Comentários:

O Bambu, como material, e os Bambuzais, como planta com espécies nativas e exóticas, podem ser analisados por conceitos teóricos e possibilitam o exercício da prática, através da colheita, do manuseio das varas e finalmente da construção de objetos. O bambu é uma planta peculiar comparada às árvores. Como um único bambu contém diversos indivíduos (colmos) que brotam anualmente, eles tem um potencial de regeneração ambiental muito maior que as árvores já que nunca param de sequestrar carbono e a produção de biomassa por hectare também chega a ser o dobro comparado a qualquer tipo de madeira. A fisiologia do bambu também é bem interessante de se comparar com as árvores pois eles são gramíneas e brotam por rizoma, de maneira que a colheita dos colmos não “mata” a planta, como faz com as árvores que não tem capacidade de rebrotar.

Unidade 3: Usos do solo.

Cap10. O solo: formação e tipos

Tópicos: A formação do solo; Componentes do solo; Tipos de solo;

Cap12. Agressões ao solo

Tópicos: Formas de agressão ao ambiente; Erosão; Desmatamento e queimadas; Desertificação;

Comentários:

A Bioconstrução e a arquitetura vernacular utilizam muito a Terra como material construtivo. Este capítulo pode ser bem contextualizado. Cada componente da terra (areia, silte e argila) exerce uma função mecânica tanto nos solos quanto nas construções com terra. É possível se aproximar do entendimento dessas propriedades através da prática: mexendo com

terra, identificando esses elementos e suas funções e produzindo barro para alguma finalidade, como para a cobertura do Domo Estrela (explicado abaixo)

Em Geografia:

Conteúdos do Material Didático

Unidade 1: Orientação e localização no espaço geográfico

Percurso 3. Paralelos e Meridianos

Percurso 4. Latitude e Longitude

Comentários:

Embora os conteúdos desta unidade não estejam tão ligados à Bioconstrução, é possível utilizar do Domo Estrela como objeto de análise no plano tridimensional para alguns dos conceitos. O Domo Estrela é um domo de forma semiesférica feito com ripas de bambu que podemos projetá-lo sobre qualquer diâmetro. Com o formato de domo pode simular a metade de um globo terrestre, ainda mais caso seja coberto com tecido vegetal e barro.

Unidade 7: Extrativismo e Agropecuária

Unidade 8: Indústria, sociedade e espaço

Comentários:

Ambas unidades podem ser muito bem exploradas através da problemática ambiental que a Bioconstrução faz emergir questionando as relações com os recursos do meio, a ocupação dos espaços, as formas de trabalho e indústria envolvidos. A construção com terra, por exemplo, é conhecimento ancestral e ainda hoje compõe 1/3 das construções do mundo. Por outro lado, a construção industrializada como é proposta, em escala global, exige mais recurso do que o planeta pode produzir e demanda muita energia nos processos. A terra naturalmente surge como resposta a tudo isso devido a sua abundância, baixa utilização de energia e simplicidade de técnicas. Neste ponto vejo bastante sinergia entre os conteúdos de Geografia e História.

Em História:

Conteúdos do Plano de Ensino:

Grupos humanos de diferentes lugares e tempos históricos

Conceito de “Pré-História” e “História”

Linguagem e Fogo (tecnologia)

Conceito de cultura
 Cidades: ontem e hoje
 Civilizações antigas: o Egito, a Mesopotâmia

Comentários:

Pode-se trabalhar diversos grupos humanos de diferentes locais do globo sob ponto de vista ocupacional, pelas formas de construção de cada lugar baseado nos recursos que mais disponibilizavam do meio. Cada local do globo tem sua forma tradicional de construção, os índios daqui utilizavam muito a madeira mas também o bambu, assim como na ásia, com utilização mais significativa desta planta. Por outro lado em locais onde não há esses recursos, como em regiões desérticas, a terra que aparece como principal componente das construções. Há bastante formas famosas de construção por aí: Tipis (índios da américa do norte), Yurt (mongóis), Oca (índios sul americanos); que mesmo não sendo feitas de bambu podemos adaptar à ele; e diferentes técnicas com barro também: adobe (oriente médio), pau-a-pique (vários lugares no globo, mas mais fortemente na África).

Em Matemática:

Conteúdos do Plano de Ensino:

Medidas: comprimento, massa, temperatura;
 Construção do conceito de medida;
 Construção de ideias e percepções em relação às unidades mais usadas do sistema métrico;
 Conceituação de polígono e identificação de seus elementos;
 Determinação do eixo de simetria;
 Construção da simétrica de uma figura em relação a um eixo;
 Desenvolvimento da observação de regularidades geométricas;

Comentários:

Muita coisa pode ser trabalhada com a construção do Domo Estrela: desde à construção pelo corte dos bambus percebendo medidas, unidades e forma (circunferência, semi-esfera, triângulos) até depois de construído trabalhando coordenadas e etc. O Domo Estrela é uma estrutura recíproca, quando não há componente de sustentação principal como vigas e pilares, e sim todos os componentes trabalhando em conjunto e distribuindo o peso uniformemente. Apesar de parecer complexo, o conceito é bem simples e intuitivo pois trabalha basicamente com simetria de geometrias regulares, com o triângulo aparecendo como protagonista pela sua rigidez estrutural.