

Instituto de Permacultura como espaço não formal de aprendizagem em ciências

Permaculture Institute as non formal learning spaces in science

Lucilene Dornelles Mello

lucilene.unipampa@gmail.com

Doutora em Ciências (Química) pela Unicamp. Professora Associada da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).

**Recebido em : 30/05/2018
Aprovado em: 26/10/2018**

**Revista do Programa de Pós-Graduação em Extensão
Rural (UFV)**

ISSN 2359-5116 | V. 7 | N.2 | JUL-DEZ.2018

RESUMO

Este trabalho buscou relatar as características pedagógicas de um Instituto de Permacultura, localizado em Bagé (RS), como espaço não formal de aprendizagem. A metodologia utilizada consistiu em uma pesquisa diagnóstica com abordagem descritivo–bibliográfica, entrevista, observação participante e registros escritos, obtidos em uma atividade de campo. A principal característica do Instituto de Permacultura do Pampa (IPEP) é a demonstração de técnicas alternativas para o desenvolvimento sustentável de habitações e agricultura. As atividades são realizadas com base em eixos temáticos: água, alimentação, habitação e energia. O IPEP, pela sua característica multidisciplinar, apresenta um grande potencial pedagógico como espaço não formal de aprendizagem em ciência e meio ambiente.

Palavras-Chave: Educação Não Formal; Permacultura; Ensino Interdisciplinar.

ABSTRACT

The aim of this study was to describe the pedagogical potential of Permaculture Institute (IPEP) in Bagé (RS) as non-formal learning space. The methodology consisted of a diagnostic research with descriptive-bibliographic approach, interview, observation and written records from the field activity. The main feature of Permaculture Institute of Pampa (IPEP) is the demonstration of alternative techniques for the sustainable development of housing and agriculture. The activities are carried out based on themes: water, food, housing and energy. Thus, the IPEP by its interdisciplinary characteristic has great pedagogical potential as non-formal learning space in science and the environment.

Keywords: Non-formal Education; Permaculture; Interdisciplinary Learning.

INTRODUÇÃO

É consenso entre os educadores a necessidade de um ensino voltado para a formação integral do educando, capaz de desenvolver, além de competências, habilidades, técnicas e atitudes que visam à formação de um cidadão crítico e consciente sobre as questões relacionadas à sociedade, à ciência, à tecnologia e ao meio ambiente.

Gadotti (2000) sinaliza que a escola contemporânea já não é mais considerada um lugar exclusivo de aquisição e trocas de conhecimento, a fim de permitir, sozinha, a educação integral do indivíduo. A educação formal, como aquela que é desenvolvida nas escolas, com conteúdos previamente estruturados, pela característica, delimita o processo educacional por restringir a aquisição e troca de conhecimento a um determinado espaço e período escolar.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) amplia a visão de educação para além da instituição escolar. A LDBEN considera também procedimentos, atitudes e valores, adquiridos em situações de aprendizagem fora da escola, conhecimentos tão relevantes quanto conceitos tradicionalmente abordados. De acordo com a LDBEN, a educação como processo de formação e construção da cidadania engloba também os processos educativos que ocorrem em espaços fora da sala de aula, em espaços não formais de educação.

Em relação à nomenclatura “educação não formal”, Oliveira e Gastal (2009) apontam um dissenso entre as várias definições para o termo nos textos sobre o assunto.

A relação com o espaço onde transcorre o processo educacional é comumente empregada na diferenciação dos conceitos de educação formal, não formal e informal. Entretanto, outros determinantes também são utilizados, tais como a questão do meio onde ocorre o processo educativo, a relação entre os sujeitos envolvidos no processo, a existência de intencionalidade didática, a utilização de metodologias e técnicas específicas para a execução de procedimentos didáticos e avaliação de aprendizado, a sistematização e organização submetida a diretrizes institucionais, entre outros (OLIVEIRA; GASTAL, 2009, p. 2).

Neste trabalho, as definições de educação e espaço não formal de aprendizagem foram baseadas nas concepções de Jacobucci (2008). Para a autora, educação não formal é qualquer tentativa educacional organizada e sistemática que, normalmente, se realiza fora do perímetro que constitui o sistema formal de ensino, a escola.

Espaço não formal é todo aquele onde pode ocorrer uma prática educativa, podendo variar em suas características e funções sociais, porém quando utilizados em atividades de educação formal possuem, dentre os seus objetivos, alguma finalidade associada a educação não formal. São caracterizados como ocorrendo em espaços não

institucionalizados como praças, ruas ou praia. Os espaços não formais institucionalizados são regulamentados e possuem uma equipe técnica responsável pelas atividades oferecidas e incluem: museus, bibliotecas, jardins botânicos, zoológicos, parques, bosques, planetários, institutos de pesquisa, etc... Esses espaços se diferenciam do espaço escolar por apresentarem, alguns de forma lúdica e interativa, produtos da experiência social e cultural de um determinado local (JACOBUCCI, 2008, p. 56).

Esses espaços auxiliam no desenvolvimento cognitivo, uma vez que, por meio de suas ações, levam os aprendizes a estabelecer relações com diferentes áreas do conhecimento, contribuindo assim, para que a aprendizagem seja significativa (BIANCONI; CARUSO, 2005). Essa premissa é de primordial importância, especificamente nos níveis fundamental e médio de ensino, em que os processos de aquisição e/ou construção de conhecimentos contribuem para o desenvolvimento cognitivo e comportamental do aluno.

Segundo Gohn (2006), a educação não formal designa um processo de formação para a cidadania, de capacitação para o trabalho, de organização comunitária e de aprendizagem dos conteúdos escolares em ambientes diferenciados. A autora ainda complementa a importância da educação nesses espaços, pois esta está voltada para o ser humano como um todo, entretanto, afirma que aquela não substitui a educação formal, mas poderá complementá-la por meio de programações específicas e articulações entre escola e comunidade educativa (GOHN, 2014).

Associado a isso, espaços não formais são percebidos como recursos pedagógicos complementares, considerando as dificuldades de infraestrutura da maioria das escolas públicas, como biblioteca deficiente e falta de recursos audiovisuais, sala de informática e/ou acesso à internet ou de laboratórios de ciências (GOHN, 2014).

EDUCAÇÃO NÃO FORMAL E ENSINO DE CIÊNCIAS

Os Parâmetros Curriculares do Ensino Fundamental e Médio (PCNs) apontam que o currículo, nesses níveis de ensino, deve envolver práticas sistematizadas que articulem as experiências e os saberes dos educandos, de suas famílias, dos profissionais e de suas comunidades de pertencimento e conhecimentos, ocorrendo em diferentes contextos, interligadas à realidade do aluno e voltadas para a interdisciplinaridade dos conteúdos (BRASIL, 1999).

Essa observação é de fundamental importância, especialmente para o ensino de ciências, caracterizado por uma aquisição permanente de novos conhecimentos científicos e técnicos. Essa dinâmica de ensino e aprendizagem em ciências deve ser conduzida de forma a desenvolver no aluno um conjunto de competências e atitudes para a investigação, o questionamento, a construção do conhecimento e a utilização de novos meios tecnológicos disponíveis, para que adquira autonomia e capacidade de resposta às situações novas e atuais.

Na perspectiva da aprendizagem significativa, esse processo de construção do conhecimento perpassa a fixação de conteúdos, teorias e termos científicos, em que a estrutura cognitiva do aluno só é formada por diferentes situações de ensino-aprendizagem de forma gradual (AUSUBEL, 1982). Moreira e Masini (2006), complementam que a aprendizagem em ciências ocorre de maneira crítica por meio de uma progressividade na aprendizagem significativa, tornando indispensáveis a consideração dos erros e das incertezas do conhecimento em ciências, assim como a linguagem, o conhecimento, a importância do questionamento e a necessidade da diversidade de materiais e estratégias instrucionais (MOREIRA; MASINI, 2006). Krasilchik e Marandino (2004) adicionam que o processo de alfabetização em ciências transcende o período escolar, demandando diferentes situações de aprendizagens. Esses autores defendem a utilização de diferentes recursos para o ensino das ciências da natureza, tais como visitas a museus e centros de ciências.

Dentro dessa discussão, há um consenso com relação à importância da educação não formal em proporcionar estratégias pedagógicas que auxiliem na compreensão do conhecimento científico por meio de experiências fora da sala de aula (FENSHAM, 1999; GADOTTI, 2000; GOHN, 2014; JENKINS, 1999).

A educação desenvolvida fora do ambiente escolar constitui um dos referenciais técnico-metodológicos da pedagogia de Célestin Freinet. O educador introduziu o conceito de aula-passeio como um dos instrumentos de ensino para explorar o ambiente externo à escola, destacando a importância de se conhecer a comunidade e se trabalhar em grupo as potencialidades existentes no ambiente fora da escola e seu entorno. A aula-passeio consiste em uma atividade ativa, participativa e de interesse, ao incorporar a vida da comunidade e o meio à escola, afastando-se do ensino expositivo e enciclopédico, centrado na figura do professor como transmissor de conhecimento (ARAÚJO; PRAXEDES, 2013). Para Freinet, esse instrumento de ensino não se restringe somente à definição literal do termo “aula-passeio”, mas também a um conjunto de técnicas que

permitem ao educador organizar situações de aprendizagens relacionadas a conteúdos curriculares, de forma a desenvolver atitudes formativas nos alunos. Freinet observou que a aula-passeio, configurando-se como uma atividade de ensino, envolve, muitas vezes, situações difíceis de serem apresentadas e/ou reproduzidas e ensinadas em sala de aula (FREINET, 1975). A concepção de Freinet para aula-passeio dentro da educação não formal é citada como visita guiada ou estudo de campo e constitui uma metodologia didática reconhecida e inserida na educação tradicional (ARAÚJO; PRAXEDES, 2013).

Estratégias de aprendizagem que envolvem espaços não formais constituem um instrumento de alfabetização científica e importante complemento às aulas formais (FÁVERO, 2007). Atividades que ocorrem nesses espaços proporcionam um modo de aquisição de conhecimento científico básico para uma pessoa poder avaliar os avanços da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente. Nesses espaços, o educando exercita a prática da investigação, da descoberta de objetos, leis, teorias e fenômenos, bem como desenvolve a prática de identificar problemas e soluções sob o ponto de vista científico, por meio da observação e da experimentação. O enfrentamento dessas percepções com a sua realidade e suas concepções prévias permite o desenvolvimento de uma educação científica (DRIVER et al., 1999; SHIMADA; FACHÍN-TERÁN, 2014; VIEIRA et al, 2005).

De acordo com Queiroz et al. (2011), educação científica não é algo a ser desenvolvido somente no educando, utilizando um espaço não formal. A relação entre o espaço não formal e a escola tem se configurado como estratégias pedagógicas, promotoras de mudança de comportamento, tanto no educando quanto no professor, frente aos problemas sociais e ambientais. Os autores sugerem que atividades de ensino não formais podem estar relacionadas de forma integrada a uma estrutura curricular formal, no planejamento escolar anual, como uma aula de campo, visitas e cursos.

Para Mota e Fachín-Terán (2014), a parceria entre escola e espaços não formais pode representar uma importante oportunidade para observação e interpretação dos fenômenos, de maneira menos abstrata, dando oportunidade aos estudantes de construir conhecimentos científicos que ajudem na tomada de decisões no momento oportuno. Cascais e Fachin-Terán (2011) acrescentam ainda que a utilização desses espaços na aprendizagem pode contribuir para a formação de valores e atitudes que, em conjunto, colocam em prática os conhecimentos adquiridos. Esses espaços suprem as

necessidades de contextualização dos conteúdos, da influência e da valorização da cultura e colaboram para a significação do aprendizado para o educando.

ENSINO DE CIÊNCIAS E PERMACULTURA

A permacultura é um sistema de design interdisciplinar que envolve o ser humano e sua interação com a natureza, ecologia, investimentos éticos, finanças, manejo sustentável de água, comunidades, construções, tecnologias alternativas e ética no trabalho com a terra (MORROW, 2010).

Estratégias pedagógicas para o ensino em espaços não formais têm sido conduzidas sob o enfoque da educação ambiental, utilizando princípios da permacultura principalmente em escolas rurais e agrotécnicas. As ações se concentram basicamente na pedagogia de projetos que envolvem a criação, a construção e a manutenção de ambientes naturais para atividades práticas nas dependências da escola, para complementar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula, sobretudo relacionando a agroecologia e a educação ambiental (GAIA et al., 2011; VIVEIRO; DINIZ, 2009). Entretanto, não há muitos relatos de trabalhos que envolvam a permacultura no ensino, apesar de seus princípios terem sido consolidados como um dos atuais referenciais de alfabetização ecológica e de sustentabilidade (SOARES, 1998).

Mesmo tendo sua origem na agricultura, o conceito de permacultura (da fusão das palavras Agricultura e Permanente, criada por Bill Mollison e David Holmgren) é mais amplo do que a ideia de plantações orgânicas, tratamento de resíduos sólidos ou reciclagem do lixo. Institutos de Permacultura mostram que, por meio do aprendizado com base nos princípios básicos que regem os sistemas naturais, consegue-se reunir elementos de culturas ancestrais com conhecimentos interdisciplinares da ciência moderna, resultando na integração harmoniosa entre as pessoas e a paisagem, de forma a satisfazer as necessidades humanas sem impactos ambientais negativos. Dessa forma, lugares como esses institutos integram todos os aspectos envolvidos na manutenção ecológica de comunidades humanas, englobando economia, ética, agricultura ecológica, sistema de captação de água e bioarquitetura (HENDERSEN, 2012).

Institutos de Permacultura mostram uma convivência harmoniosa entre o coletivo e o meio ambiente e servem de referência como espaços não formais de ensino e aprendizagem em educação científica, em termos de educação ambiental e desenvolvimento sustentável.

No Brasil, já são muitos os institutos e centros organizados sob a filosofia permacultural disponíveis para visitação e estudo. Assim, visitas orientadas a Institutos de Permacultura possibilitarão aos estudantes vivenciarem um modo de vida com responsabilidade social e ambiental. Situações essas difíceis de serem reproduzidas na escola com a mesma característica e realidade, oportunizando ao aluno uma experiência diferenciada. Esse contato com a natureza permite desenvolver uma percepção de comportamentos frente aos problemas ambientais, sociais, entre outros, relacionados ao seu modo de viver e conviver com o meio.

Com base nessas considerações, este trabalho buscou relatar as potencialidades pedagógicas de um Instituto de Permacultura do Rio Grande do Sul como espaço não formal de aprendizagem em ciências e em meio ambiente. A metodologia utilizada foi uma pesquisa diagnóstica com abordagem descritivo-bibliográfica. A coleta de dados foi viabilizada por meio de entrevista com o guia-monitor, observação participante e registros escritos obtidos em uma atividade de campo.

POTENCIAL PEDAGÓGICO DO INSTITUTO DE PERMACULTURA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

O Instituto de Permacultura e Ecovilas do Pampa (IPEP) localiza-se em Bagé (RS), a 393 km da capital Porto Alegre. Foi fundado em 2000 para atuar como um centro de referência em sustentabilidade e funcionar como uma unidade demonstrativa de sistemas ecológicos nos eixos relacionados a água, energias renováveis, alimentos, construções e tecnologias apropriadas. O IPEP, pelo seu caráter multidisciplinar, apresenta um grande potencial pedagógico como um espaço não formal de aprendizagem em ciências e meio ambiente. São várias as possibilidades de realização de práticas educativas ambientais, em que é possível estabelecer diferentes relações científicas nas diferentes áreas do conhecimento de modo a fomentar uma cultura de conservação ambiental entre os estudantes.

A principal característica do IPEP é a demonstração de técnicas alternativas para o desenvolvimento sustentável de habitações e agricultura. As atividades são realizadas com base em eixos temáticos: água, alimentação, habitação e energia. O IPEP tem como proposta o desenvolvimento e a implantação de sistemas ecológicos de produção de

alimentos, fabricação e aplicação de biofertilizantes, produção de sementes e agroecologia.

O instituto também oferece práticas e cursos de capacitações em bioconstrução, PDC (permacultura, design e consultoria), alimentação natural, fitocosméticos, entre outros, como alternativas de formas de convívios integrados com a natureza (www.ipep.org.br).

O instituto é aberto à comunidade para visitação, que pode ser feita por agendamento e realizada somente em grupos. Ao chegar ao instituto, os visitantes são recepcionados com uma palestra introdutória sobre permacultura. Após essa recepção, a visita transcorre com a orientação de um representante do instituto que explica as características e funcionalidades de cada ambiente do centro. O professor visitante também pode fazer intervenções durante a visita, direcionando as observações para situações específicas de contextualização/compreensão de determinado assunto a fim de relacioná-lo com a aprendizagem de um conteúdo de aula.

EIXO TEMÁTICO: ÁGUA

A permacultura baseia-se nas práticas de coleta, armazenamento, uso e reuso da água da chuva e água cinza (não oriundas do vaso sanitário), e nas práticas de saneamento ecológico para tratar o efluente gerado.

Água: captação, uso e reuso

Na permacultura, visa-se a coletar, armazenar e reciclar a maior quantidade de água possível antes que ela evapore ou passe pela propriedade sem aproveitamento (MORROW, 2010). O IPEP capta a água da chuva por meio de calhas nos beirais dos telhados, direcionadas para tanques circulares de armazenamento (cisternas), construídos em ferrocimento.

A cisterna em ferrocimento é basicamente um tanque feito com armação de malha de ferro, em formato circular, recoberto com uma tela de galinheiro. Após a estrutura ser montada, a parte externa da cisterna é coberta com uma camada de argamassa e, após um dia de secagem, é aplicada outra camada na parte interna. Um cano permite a captação da água que vem da calha, e outro cano, na parte de baixo, acompanhado de um registro, permite a saída da água (Figura 1). Finalizada a estrutura, a cisterna é tampada e enchida com água. A água da cisterna, após tratamento com calcário, pode ser aproveitada para uso doméstico e/ou irrigação de horta, jardim ou lavagens de pisos externos.

Figura 1: Modelos de cisternas construídas com a técnica de ferrocimento



Fonte: www.assesoar.org.br

Tratamento de efluente doméstico: filtro biológico

As águas residuárias domésticas são classificadas em águas negras, oriundas do vaso sanitário, e águas cinzas, que são as águas de despejo de lavagens (pia, banho, água de lavagem de roupa).

No IPEP, é gerada somente água cinza como efluente doméstico, pois o instituto utiliza um banheiro seco. No caso da Permacultura, as águas cinzas que não contêm patógenos humanos, são purificadas pelo processo de biorremediação, utilizando filtros biológicos. Após esse tratamento, as águas podem ser devolvidas à natureza, já tratadas, ou podem ter aplicação direta no solo, para irrigação de jardim e horta. O processo de biorremediação nada mais é do que uma imitação de sistemas aquáticos naturais em que se utiliza bactérias decompositoras e plantas aquáticas na remoção de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio.

O tratamento é feito em etapas (Figura 2) e as águas cinzas canalizadas são transportadas por uma série de pequenos tanques de ferrocimento. Inicialmente, a água passa por um filtro natural fechado (meio anaeróbico) contendo britas de diferentes tamanhos no seu interior. Esse filtro permite a retirada de gorduras e resíduos orgânicos mais densos. Após passar pelo primeiro tanque, por gravidade, a água chega ao segundo tanque. Trata-se de um filtro constituído de areia, brita e algumas plantas de banhado, como Taboa e Papiros, que são colocadas na sua superfície. O último estágio consiste na passagem da água, por gravidade, para outro filtro constituído também de plantas aquáticas superficiais. Após a filtragem, a água é liberada em um açude de peixes.

Figura 2: Filtros biológicos construídos em ferrocimento, baseados no processo de biorremediação e utilizados na permacultura para reuso de águas cinzas



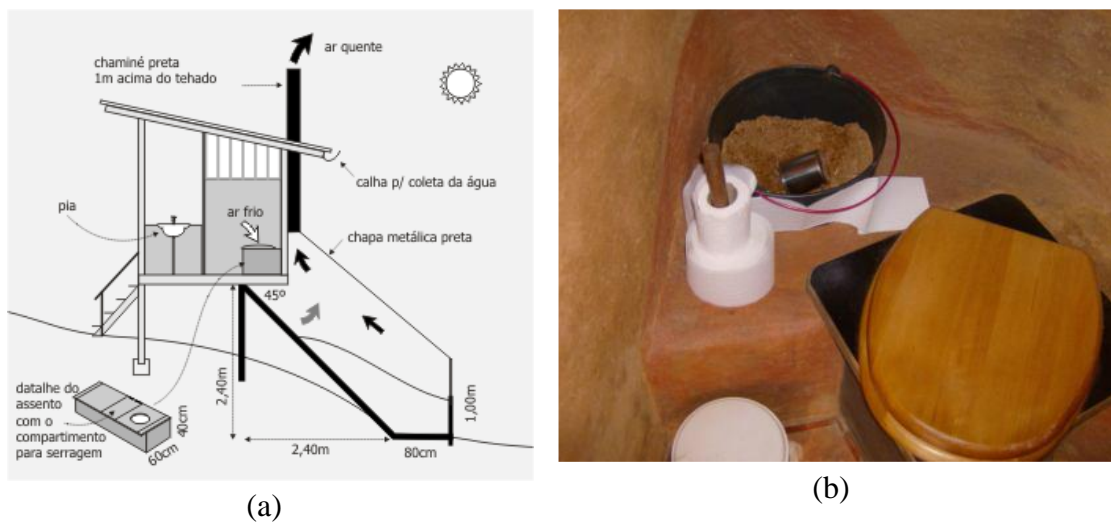
Fonte: www.ecocentro.org

Saneamento ecológico: banheiro seco compostável

No IPEP, está presente o sanitário conhecido como banheiro seco ou fossa seca (Figura 3), comum em comunidades rurais (MORROW, 2010). Esse sanitário trabalha com o processo de compostagem dos resíduos a partir de um sistema de termossifonamento. O funcionamento é simples: na ausência da descarga, após o uso, é necessário jogar um pouco de serragem ou cascas secas picadas ou mesmo terra dentro do vaso. A matéria fecal é recolhida em câmaras fechadas e impermeáveis, onde é recoberta com mais serragem ou cascas secas, e permanece em repouso o tempo suficiente para ocorrer a compostagem. O uso de material orgânico no vaso, normalmente serragem, cumpre várias funções: absorve a umidade, elimina o cheiro, afasta moscas e outros bichos e favorece a fermentação, por manter um balanceamento entre o carvão e o nitrogênio, possibilitando o processo. O banheiro possui dois vasos sanitários que funcionam em períodos diferentes do ano e também duas câmaras, uma em operação e outra em processo de compostagem, que são ligadas a dutos para a saída do ar e, assim, evitar o mau cheiro. Após o uso de uma câmara, por um período de seis meses, passa-se a usar a outra. No final de cada período de repouso, retira-se o composto da câmara e alterna-se novamente o uso entre elas. O composto seco cultiva micro-organismos termofílicos, que sobrevivem em temperaturas maiores que 40° C e que durante a decomposição liberam energia, elevando a temperatura da matéria e eliminando os micro-organismos patógenos humanos. A destruição total desses micro-organismos é garantida a uma temperatura de 62° C durante uma hora, ou 50° C durante um dia, ou 46° C durante uma semana. Temperaturas menores demoram mais tempo e não garantem a destruição

de todos os patógenos humanos. Para tornar a decomposição mais rápida e eficiente, as câmaras de compostagem são pintadas de preto e posicionadas para o norte a 32° (paralelo da região), direção que recebe mais calor do Sol. O material resultante é o húmus, um adubo orgânico de alta qualidade, que é aproveitado no processo agrícola do local, seguindo a rota ecológica desse tipo de saneamento.

Figura 3: (a) Esquema de funcionamento de um sanitário seco compostável (b) Detalhe do interior da cabine



Fonte: www.viver-sustentavel.blogspot.com

Compostagem

A compostagem é um processo aeróbico microbiano controlado, em que ocorre a transformação dos resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, por meio da oxidação e oxigenação de uma massa não homogênea. Os micro-organismos, como fungos e bactérias, presentes nesse material orgânico, durante a compostagem, liberam substâncias e compostos com propriedades que melhoram o rendimento das culturas agrícolas, por fornecerem nutrientes às plantas, e, ao mesmo tempo, promovem a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. Os produtos da compostagem são: gás carbônico, calor, água e material compostado, usado como adubo. O adubo produzido, húmus, por conter carbono, rico em fibras e nutrientes inorgânicos, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, e micronutrientes, como ferro, zinco, cobre, manganês, boro e outros, atua como um condicionador e melhorador das propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo (INÁCIO; MILLER, 2009).

Na agricultura agroecológica, o uso do húmus modifica as propriedades do solo, à medida que é aplicado, promovendo a formação de agregados. Como consequência, aumenta a porosidade, a aeração e a capacidade de retenção de água. Paralelamente, aumenta-se a capacidade de troca iônica (CTC) do meio, ou seja, os nutrientes catiônicos, cálcio, magnésio e potássio, anteriormente transportados com a água das chuvas, passam a permanecer disponíveis para as raízes em quantidades maiores e por mais tempo. Alguns ácidos orgânicos, liberados pelo fertilizante, diminuem as variações de pH, tornando mais raras as necessidades de calagem (aplicação de calcário no solo para elevar o pH). Além disso, os fertilizantes solúveis, aplicados nessas condições, serão mais bem aproveitados pelas plantas, diminuindo a acidez e a salinização do solo (COOPER et al., 2010).

O IPEP conduz a compostagem em um aterro, que consiste na abertura de uma vala no solo, com no máximo 30 cm de profundidade, onde são colocados os resíduos orgânicos e, posteriormente, é feito um recobrimento com camadas finas de terra, retiradas da própria escavação, para evitar a atração de moscas e outros insetos.

EIXO TEMÁTICO: ALIMENTAÇÃO

Plantação circular: horta em mandala

O IPEP cultiva uma horta com plantação circular que forma um diagrama composto de círculos concêntricos, semelhantes ao desenho de uma mandala (Figura 4), denominada também de horta em mandala. Traduzido do sânscrito, a palavra mandala significa conter ou completude. Para a permacultura, os elementos produtivos são posicionados conforme o sistema de uma mandala, para que os elementos integrantes da natureza retirem o máximo proveito das funções entre si, visando a atender às necessidades uns dos outros.

Figura 4: (a) Horta em mandala (b) Espiral de ervas, variação de plantação circular utilizada na permacultura



(a)



(b)

Fonte: www.agrolink.com.br

Essa forma de organização sistemática de plantio mostra grande aplicabilidade, pois permite um aproveitamento máximo da terra e da água em comparação ao cultivo retilíneo do sistema tradicional. A horta mandala necessita de uma área menor, pois a produção é mais concentrada e diversificada, permitindo que maior número de mudas seja plantado. Essa diversidade de plantas em um espaço reduzido ajuda no controle natural de pragas e no acúmulo de nutrientes no solo, facilitando o trabalho de intervenção. A economia de água é outra grande vantagem, pois a irrigação circular acaba evitando o desperdício como acontece na horta convencional. Na horta mandala, é possível realizar o plantio consorciado de plantas companheiras, usando-se somente fertilizantes orgânicos. Podem ser plantadas verduras, legumes, cereais, frutas, ervas aromáticas, medicinais e flores. Após a colheita, novas combinações de vegetais são feitas e com essa rotatividade das plantas consegue-se a renovação dos nutrientes do solo.

EIXO TEMÁTICO: HABITAÇÃO

Bioconstrução em adobe

Nas comunidades permaculturistas, a construção em adobe é o exemplo em termos de alternativa sustentável de habitação. Essa técnica de bioconstrução tem por objetivo estimular a adoção de tecnologias de mínimo impacto ambiental nas construções de moradias, por meio de técnicas de arquitetura adequadas ao clima, que valorizem a

eficiência energética, o tratamento adequado de resíduos, o uso de matérias-primas locais, aproveitando os conhecimentos e saberes gerados pela própria comunidade envolvida (SOARES, 1998).

A técnica consiste em se utilizar tijolos feitos de barro argiloso, moldados em formas de madeira e secados ao ar livre, à sombra, por um período de até dez dias. A matéria-prima é a própria terra local e, eventualmente, na composição, pode conter palha ou esterco, visando a conferir melhor resistência à massa. A fabricação dos tijolos é muito simples e não requer queima, dispensando a utilização de lenha e a consequente emissão de gases causadores do efeito estufa (BRASIL, 2008).

O adobe é uma técnica de construção muito antiga, artesanal e ecológica que ainda hoje é utilizada em várias partes do mundo na construção e arquitetura. No Brasil, construções históricas, casarios e igrejas do período colonial são exemplos típicos desse tipo de construção (Figura 5a) (COLIN, 2010). Quando bem planejada e executada, apresenta resistência e durabilidade, o que pode ser verificado tanto pela sua dificuldade de desmonte como pela sua permanência ao longo do tempo (TORGAL et al., 2009).

No IPEP, a área edificada utiliza uma técnica derivada do adobe, denominada de superadobe, que consiste no uso de sacos de polipropileno, cheios de barro argiloso, colocados uns sobre os outros e pilados na estruturação das paredes. Cada camada assentada é socada e organizada, com o auxílio de um fio de arame farpado, colocado entre as camadas para dar maior estabilidade ao conjunto (Figura 5b). A estruturação da casa é feita em madeira e tanto as paredes externas quanto as repartições são feitas em adobe. Também é possível projetar modificações internas como armários embutidos e nichos. As construções em adobe apresentam boa eficiência energética e acústica, com baixo custo.

Figura 5: (a) Construção em adobe do período Colonial – Casa Museu de Cora Coralina em Goiânia (GO) (b) Construção utilizando a técnica de superadobe



(a)



(b)

Fonte: (a) <http://tvbrasil.ebc.com.br> (b) <http://sitioamarelo.blogspot.com.br>

Habitação em adobe: Casa Mãe – Caso do Fardo

A área bioconstruída do IPEP, a Casa do Fardo (Figura 6), é uma construção de 230 m², com dois pisos, mais um mezanino. Foi construída com tijolos de adobe, produzidos a partir do fardo de palha misturado com a massa. Possui um telhado de santa fé, uma planta nativa da região encontrada em banhados. O conforto térmico, de alta resiliência tanto para climas frios como para quentes, é alcançado por meio de uma estufa conectada à casa. A estufa, além de produzir alimento, garante a adequação térmica da habitação, de acordo com o clima, por meio de um sistema de circulação do ar. No inverno, o calor produzido na estufa garante a circulação de ar quente, por meio de aberturas superiores da parede, próximas ao teto, empurrando o ar frio por outras aberturas inferiores próximas ao chão. No verão, as janelas superiores são fechadas, impedindo-se a circulação de ar quente, o qual é liberado pelo telhado da estufa que fica aberto. Com as aberturas inferiores abertas, o ar frio circula na casa, mantendo a temperatura amena no ambiente. Por meio desse sistema, é possível alcançar mais de 10 graus de diferença térmica em relação ao ambiente externo. A eficiência térmica das habitações é um requisito essencial, principalmente quando a construção se localiza numa região com variações anuais de temperaturas em graus Celsius: negativas no inverno e acima dos 35° C positivos no verão.

Figura 6: Casa do Fardo do IPEP (RS)



Fonte: www.ipep.org.br

EIXO TEMÁTICO: ENERGIAS RENOVÁVEIS

No eixo temático sobre energias renováveis, trabalha-se com sistemas de geração de energia alternativos e de baixo custo, e conceitos de consumo consciente.

Aproveitamento da energia solar: coletores solares

A energia solar térmica é uma forma de conversão de energia em calor, que utiliza equipamentos do tipo coletores solares. Um coletor solar é basicamente um dispositivo que promove o aquecimento de um fluido de trabalho, como água, ar ou fluido térmico, por meio da conversão da radiação eletromagnética, proveniente do Sol, em energia térmica. Encontra ampla aplicação, principalmente no meio rural, sendo as mais difundidas: a obtenção de água potável a partir de água salgada, salobra e doce (SODIS, 2002), o cozimento de alimentos e a desidratação de vegetais (LIMA et al., 2006).

Coletor solar para aquecimento de água: Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC)

No Instituto de Permacultura do Pampa, o modelo de aquecimento da água pode ser visto por meio da utilização de um aquecedor solar de baixo custo (ASBC) (Figura 7a), que utiliza o princípio de termossifonamento. O aquecimento da água, por esse princípio, baseia-se no processo de transferência de calor por convecção, gerado pela diferença de densidade do fluido que circula dentro do coletor; quanto maior a temperatura, menor a sua densidade. O processo de convecção natural elimina a

necessidade de uso de uma bomba elétrica para a circulação de água. O ASBC constitui uma tubulação em PVC, pintada de preto, com aproximadamente 150 m de extensão, posicionada em cima das câmaras de compostagem. O calor coletado pela tubulação pela incidência de radiação solar é transferido à água, em seu interior, para depois esta ser enviada para um tanque termicamente isolado (boiler) para posterior consumo. A água vai sendo aquecida por partes; assim, a fração de água quente, por ser mais leve, sobe e a fração de água mais fria desce, sendo então aquecida, originando um movimento convectivo, ajudado pela pressão da coluna de água existente no reservatório térmico, já que este se encontra em posição superior em relação ao coletor solar. O processo cessa quando toda a massa de água existente no sistema coletor e no reservatório atingir a mesma temperatura, ou seja, alcançar o equilíbrio térmico. Se nessa situação determinado volume de água quente for retirado para consumo, imediatamente igual volume de água, à temperatura ambiente, entra no reservatório termicamente isolado, reiniciando o ciclo de aquecimento. No sistema do Instituto de Permacultura, a tubulação, que é conectada à rede de abastecimento da casa mãe, possui uma capacidade de armazenamento em torno de 65 L de água e a temperatura alcança facilmente os 60° C.

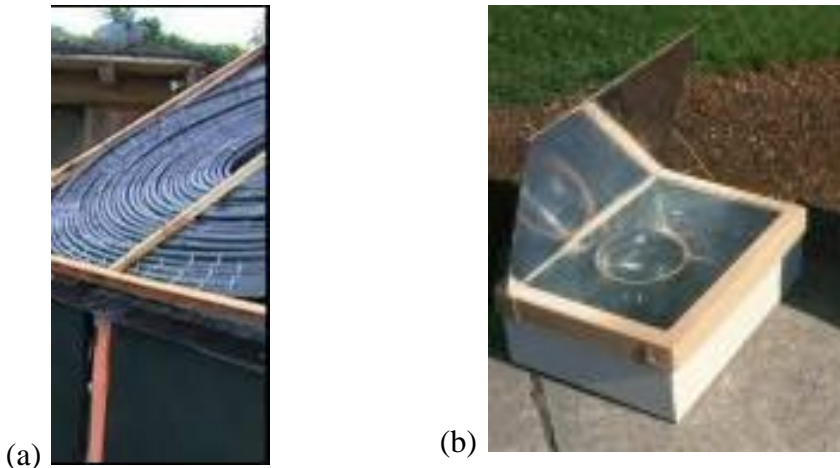
O reservatório térmico, ou boiler, é um cilindro de alumínio que por dentro pode ser revestido de inox ou um metal puro que também seja condutor de calor, como o cobre. A parede interna do reservatório é revestida com um isolante térmico, que pode ser poliuretano expandido sem CFC (ou lã de vidro). Possui ainda uma resistência elétrica que aquece a água em dias em que não há luz solar suficiente. A resistência é comandada por um termostato que é ligado de acordo com a temperatura da água. Em dias com grande luminosidade, a água quente pode ficar armazenada por várias horas sem ser necessário acionar a resistência elétrica.

Coletor solar para processamento de alimentos: fogão solar

O exemplo de fogão solar utilizado no IPEP é o fogão tipo caixa (Figura 7b). Trata-se de uma caixa, que pode ser de papelão, com um fundo metálico pintado de preto e paredes revestidas com material refletor, como papel alumínio ou espelhos, cuja tampa seja transparente, podendo ser usada uma placa de vidro, para permitir a entrada da luz do Sol.

Figura 7: Coletores solares usados no aproveitamento da energia solar na permacultura

(a) Aquecedor solar de baixo custo (ASBC) (b) Fogão solar tipo caixa



Fonte: www.ipep.org.br

Transferência de calor na cocção termossolar

Calor é uma forma de energia que pode ser transferida entre um sistema e sua vizinhança, quando há uma diferença de temperatura entre eles, na direção decrescente. A energia térmica transferida está associada ao comportamento microscópico da matéria, aos movimentos de translação, rotação e vibração e aos estados eletrônicos dos átomos e moléculas que constituem a matéria.

Condução é a transferência de calor entre dois corpos em contato físico direto através de um meio material, sem transporte de matéria. Em nível microscópico, há transferência de energia com o resultado da agitação molecular. Nos gases e líquidos, a condução se dá pelas colisões e difusão das moléculas durante seus movimentos aleatórios. O calor é transferido de moléculas com maior energia cinética para aquelas com menor energia cinética. Nos sólidos, a condução acontece pela combinação das vibrações das moléculas em uma rede cristalina e/ou pelo transporte de energia por portadores livres (elétrons). À medida que recebem calor, os átomos ou moléculas da substância vibram mais intensamente, e a interação entre partículas em estados de vibração ou estados energéticos diferentes resulta em uma transferência de parte dessa energia na direção da molécula com menor grau de agitação. Os sólidos apresentam um arranjo estrutural compacto, com elétrons “fracamente” ligados, ou denominados portadores “livres” para o transporte de energia (ÇENGEL, 2003; KREITH et al., 2003).

Convecção é o processo de transferência de calor que ocorre por meio do deslocamento de camadas de um fluido. É o processo comum em líquidos e gases.

Quando uma parcela de fluido é aquecida, a sua temperatura aumenta e este se expande, tornando-se menos denso que o fluido que o rodeia. Assim, o fluido mais quente sobe e seu lugar será ocupado por uma parcela de outro mais frio (ÇENGEL, 2003; KREITH et al., 2003).

A radiação, no contexto da transmissão de calor, consiste no transporte de energia por meio de ondas eletromagnéticas. Estas se propagam no vácuo à velocidade da luz ($c = 2,998 \times 10^8$ m/s) e, assim, a radiação, ao contrário da condução e da convecção, não necessita de um meio material para que a transferência de energia se efetue. A radiação térmica corresponde à radiação eletromagnética, emitida por um corpo como resultado da sua temperatura.

A radiação solar é uma forma de radiação eletromagnética e a sua distribuição espectral mostra que o Sol emite energia em praticamente todos os comprimentos de onda do espectro eletromagnético, situado na região visível (390-700 nm) do espectro. O restante é dividido entre radiação ultravioleta (< 390 nm) com 7%, infravermelho próximo (entre 700 e 1.500 nm) com 37%, e infravermelho (> 1.500 nm) com 11%. Menos de 1% da radiação emitida concentra-se nas regiões de micro-ondas e ondas de rádio e, abaixo da região do ultravioleta, como em ondas curtas, raios X e raios γ (ÇENGEL, 2003; KREITH et al., 2003).

Em geral, a interação da radiação com a matéria é um fenômeno complexo, dependente das propriedades do material receptor e do emissor e da direção de incidência e propagação da radiação. No processo de cocção termossolar, a interação da radiação do Sol com o forno solar pode ser simplificada como se segue.

A cocção termossolar baseia-se no princípio de funcionamento do efeito que ocorre em uma estufa de plantas (HAMLIN, 2010), onde o calor é transferido por radiação, condução e convecção.

A radiação solar que incide na caixa através da face transparente é refletida pelo material de revestimento em alumínio e absorvida pelo material preto no fundo. O material de fundo é pintado nessa cor porque ela praticamente absorve toda a radiação nela incidente, nos mais diferentes comprimentos de onda do espectro solar. A energia radiante, absorvida pela face negra, sofre uma alteração (aumento) em seu comprimento de onda, sendo reemitida na forma de radiação infravermelha, a qual não consegue atravessar a face transparente da tampa, sofrendo reflexão no sentido tampa/fundo/tampa,

o que ocasiona o aumento da temperatura interna do fogão caixa. Esse processo de troca de energia é o conhecido efeito de isolamento térmico que ocorre nas estufas para cultivar verduras, legumes ou flores. Para não ocasionar perda de calor, não é aconselhado abrir o equipamento durante o processo de cocção. A base preta aquecida transmite calor à panela por condução. A panela aquecida também transmite calor por condução aos alimentos e à água. O recipiente deve ser mantido fechado, pois o ar quente, aquecido no seu fundo, ou no do próprio forno, por ser menos denso, tende a subir e trocar calor com o ar frio que desce, promovendo uma circulação de ar (convecção) e aquecendo o ambiente interno da panela. Assim, pela retenção do calor, a temperatura interna pode facilmente ultrapassar os 100° C, o que possibilita preparar alimentos cozidos ou assados.

Para maior eficiência, o fogão solar deve ser posicionado de modo que a incidência dos raios solares seja perpendicular à superfície absorvedora do coletor. Porém, em função do tempo de cozimento mais prolongado de alguns alimentos e também pelo movimento de rotação da Terra, é necessário o redirecionamento do aparelho para os raios solares.

O fogão solar dispõe de energia gratuita e abundante para o funcionamento, além de o seu uso não poluir o meio ambiente pela geração de gases ocasionados pela queima da lenha, e não provocar chamas, fumaça, perigo de explosões e/ou incêndios. Porém, o acessório, no modo empírico como é usado, não substitui totalmente o fogão convencional, pois o fogão solar não pode ser usado em dias nublados, chuvosos ou à noite.

DISCUSSÃO

Muitos educadores, por desconhecerem as características dos espaços não formais de sua comunidade ou Estado, não utilizam totalmente o potencial educativo desses locais, transformando muitas vezes, a prática da visitação em um momento de entretenimento. Porém, somente a visitação e o contato com o espaço não formal não leva o estudante a uma alfabetização científica. Para que determinado local não formal seja utilizado como estratégia pedagógica, de modo a permitir um ganho cognitivo em termos de consciência científica, são necessários pesquisa e planejamento adequados para que os tópicos abordados, durante a visita, insiram-se dentro dos conteúdos programáticos da série.

O IPEP, como um centro de referência em Permacultura, oferece muitas possibilidades para o ensino não formal. Pela sua característica interdisciplinar de se

trabalhar com os eixos temáticos (água, energia, habitação e alimentação), numa visitação ao local, com caráter de aula, é possível a discussão de muitos conteúdos encontrados nos currículos de química, física, biologia, matemática e outras ciências, como geografia, fazendo-se uma correlação entre as disciplinas, como pode ser exemplificado nos Quadros 1 a 4. Também é possível criar relações entre as disciplinas que envolvem os eixos transversais, como saúde, ética, meio ambiente e temas locais.

As muitas inter-relações com o que pode ser vivenciado em um centro de permacultura possibilitam a aplicação desses princípios, que são de simples entendimento, na escola e na comunidade. As possibilidades de se vivenciar essa filosofia no ambiente escolar podem ocorrer de várias formas, envolvendo os eixos temáticos principais trabalhados no IPEP e outros. No eixo referente à água, trabalhos direcionados para uma sensibilização sobre o consumo consciente da água podem ser realizados. O eixo relativo à alimentação também permite muitas ações didáticas, como atividades que compreendem os temas transversais acerca da segurança alimentar, saúde e educação nutricional, por meio de oficinas culinárias sobre alimentação, alimentação orgânica, reaproveitamento de alimentos e oficinas de compostagem. A alimentação, por ser um tema muito amplo, também permite o desdobramento das atividades em outros subtemas correlacionados, como agricultura, ecossistemas terrestres e economia local, por meio de atividades como plantio de hortas e jardins, baseadas no princípio de plantação circular, utilizando-se de espécies da região. No planejamento de tais atividades, podem ser incluídas abordagens em energia e tecnologia que concentram os conceitos: reciclar, reduzir, reparar, reusar e repensar. Outras ações didáticas, com ênfase em energias renováveis, podem envolver a construção de minicoletores solares com materiais alternativos. As intervenções podem incluir também a demonstração da importância da separação do lixo para posterior reciclagem e a conscientização sobre o consumo de energia, além do trabalho de percepção e pesquisa por meio de palestras e desenvolvimento de projetos, cujo escopo seja a sustentabilidade. Essas ações, para serem concretizadas, envolveriam um trabalho coletivo, cooperativo e solidário, exercitando a dimensão da interação humana, privilegiado pela troca de conhecimentos, opiniões, experiências e cultura entre os participantes.

No cotidiano da cidade, algumas premissas permaculturistas poderiam estar presentes, como reciclagem do lixo e destinação correta do lixo eletroeletrônico e do óleo

de cozinha para uma cooperativa ou entidade que faça o reaproveitamento de tal substância na fabricação de produto de limpeza domissanitário ou na produção de biocombustível, porém, ainda são incipientes os planejamentos nesse sentido. Também é possível agregar técnicas de bioconstruções às edificações, como aproveitamento da água da chuva ou reaproveitamento da água cinza, uso de coletores solares, telhados verdes ou fossas sépticas.

Quadro 1: Sugestões de conteúdos envolvendo o eixo temático ÁGUA

Componente Curricular: QUÍMICA
<p>Separação de misturas: processos físicos, químicos e físico-químicos de separação, Estação de Tratamento de Água (ETA) e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Funções inorgânicas: ácido, base, sal e óxido. Ligações químicas: ligações covalente, polaridade, geometria molecular, eletronegatividade, interações intermoleculares. Reações Químicas: reações em meio aquoso, mobilidade iônica em meio aquoso, solvatação, equações iônicas. Soluções, estequiometria de soluções em meio aquoso, cálculos envolvendo soluções. Equilíbrio químico em meio aquoso: equilíbrio iônico. Eletroquímica: corrosão, eletrólise.</p>
Componente Curricular: FÍSICA
<p>Estados físicos da matéria e suas transformações. Propriedades dos materiais: gás e vapor, pressão de vapor, capacidade calorífica e diagrama de fases da água. Água e energia: usinas hidroelétricas.</p>
Componente Curricular: BIOLOGIA
<p>Ciclo hidrológico. Ecossistemas aquáticos. Relação da água com saúde, alimentos e qualidade de vida. Metabolismo e água, doenças causadas por agentes biológicos na água. Desequilíbrio ecológico e poluição.</p>
Componente Curricular: GEOGRAFIA
<p>Meio ambiente. Hidrografia mundial e brasileira, recursos hídricos. Saneamento Básico. Geografia política da água: Água como fator de desenvolvimento econômico, crise hídrica – consumo e escassez.</p>
Componentes Curriculares: LINGUAGENS e MATEMÁTICA
<p>Composição de crônicas e poesias, produção textual (Língua Portuguesa e Literatura). Tradução de músicas em língua inglesa (Língua Inglesa). Criação de infográficos, folders e banners (Artes). Hidratação e atividade física (Educação Física). Matemática financeira: Cálculos de consumo e desperdício de água por metro cúbico, consumo de energia, economia e captação de água da chuva (Matemática).</p>

Quadro 2: Sugestões de conteúdos envolvendo o eixo temático ALIMENTOS

Componente Curricular: QUÍMICA
Funções inorgânicas. Minerais. Potencial hidrogeniônico. Cinética química: de conservação dos alimentos. Propriedades Coligativas. Soluções. Estequiometria: análise dos alimentos por volumetria. Química orgânica. Agrotóxicos.
Componente Curricular: FÍSICA
Conceitos iniciais: massa, peso, força. Energia dos alimentos. Escalas termométricas. Termodinâmica. Matéria e Radiação: conservação dos alimentos.
Componente Curricular: BIOLOGIA
Enzimas. Bioquímica celular. Bioquímica de Alimentos. Digestão. Nutrição: função dos alimentos. Educação Alimentar. Microbiologia dos alimentos. Higiene e Saúde, doenças veiculadas por contaminação dos alimentos. Produção de alimentos por fermentação. Compostagem.
Componente Curricular: GEOGRAFIA
Meio ambiente e produção de alimentos. Clima e solo na produção de alimentos. Indústria de alimentos x sustentabilidade no Brasil. Fontes de energias alternativas a partir dos alimentos, álcool e biomassa. Geopolítica da alimentação.
Componente Curricular: HISTÓRIA
História da alimentação, origem dos alimentos regionais. Influência cultural na alimentação. Importância histórica e econômica de alguns alimentos.
Componentes Curriculares: LINGUAGENS e MATEMÁTICA
Composição de crônicas e poesias, produção textual (Língua Portuguesa e Literatura). Tradução de músicas em língua inglesa (Língua Inglesa). Criação de infográficos, folders e banners (Artes). Índice de massa corporal (Educação Física). Estatística básica. Matemática financeira: Cálculos de consumo e desperdício de alimentos (Matemática).

Quadro 3: Sugestões de conteúdos envolvendo o eixo temático HABITAÇÃO

Componentes Curriculares: QUÍMICA e FÍSICA
Misturas homogêneas e heterogêneas. Funções inorgânicas. Minerais. Ligações químicas. Composição química, estrutura e propriedades da areia e argila. Composição química do cimento (Química). Conceitos iniciais: massa, peso. Termodinâmica: capacidade calorífica dos materiais. Resistência dos materiais (Física).
Componentes Curriculares: HISTÓRIA, GEOGRAFIA e MATEMÁTICA
História da habitação (História). Geografia política: Tipos de habitação, dados socioeconômicos, sustentabilidade na construção civil. Urbanização e espaço físico (Geografia). Medidas e Unidades. Gráficos e percentagens. Matemática financeira: sistema habitacional sustentável (Matemática).

Quadro 4: Sugestões de conteúdos envolvendo o eixo temático ENERGIA

Componente Curricular: QUÍMICA
Matéria e Energia. Atomística. Estados físicos da matéria. Ligações químicas: Energia dos tipos de ligações. Reações químicas. Termoquímica. Radioatividade.
Componente Curricular: FÍSICA
Conceitos iniciais: Definição e tipos de energia. Termodinâmica. Escalas termométricas. Matéria e Radiação. Eletromagnetismo.
Componente Curricular: BIOLOGIA
Energia dos mecanismos celulares biofísicos e bioquímicos. Fotossíntese e respiração celular. Compostagem.
Componente Curricular: GEOGRAFIA
Fontes renováveis e não renováveis de energia. Matrizes energéticas mais utilizadas mundialmente, combustíveis fósseis: petróleo, carvão mineral, gás e energia elétrica (hidroelétrica, termoeletrica e termonucleares). Biocombustíveis. Geopolítica da energia. Evolução do uso da energia e perspectivas futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho exposto procurou apresentar algumas características estruturais e técnicas de um Instituto de Permacultura do Rio Grande do Sul, como forma de mostrar a relevância e o potencial pedagógico de um local com essas características, enquanto espaço não formal de aprendizagem em ciências.

O IPEP, por ser um ambiente natural e de fácil acesso, atua como uma ecovila modelo. As diversas situações de ensino possíveis, baseadas na observação e interação com o próprio local, permitem desenvolver, no aluno, uma postura crítica, reflexiva e responsável no contexto em que está inserido, além de demonstrar a relevância social do local. Por ser um espaço de conhecimento científico, colabora para uma cultura científica em termos de responsabilidade ambiental, não somente para aqueles que frequentam a escola, mas também para os demais cidadãos.

Na educação não formal, o processo de aprendizagem parte da cultura de determinado grupo. No caso de um Instituto de Permacultura, o contato com a filosofia permaculturista, que envolve uma forma de pensar que aproveita os recursos naturais sem destruir, oportuniza uma mudança comportamental, sobretudo atitudinal das pessoas, na sua relação com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M.F.F.; PRAXEDES, G.C. A aula passeio da pedagogia de *Célestin Freinet* como possibilidade de espaço não formal de educação. *Ensino em Revista*, v. 20, n. 1, p. 243-250, 2013.

AUSUBEL, D. *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

BIANCONI, M.L.; CARUSO, F. Educação não-Formal. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 20-20, 2005.

BRASIL. Lei nº. 9.394, 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, v.3, Brasília: MEC/SEB, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Prompt, Cecília (Org.). *Manual de Bioconstrução*, Brasília: MMA, 2008.

CASCAIS, M.G.A.; FACHIN-TÉRAN, A. Educação formal, informal e não formal em ciências: Contribuições dos diversos espaços educativos. *Anais do XX Encontro de Pesquisa Educacional Norte-Nordeste (XXEPENN)*, Manaus, 2011.

ÇENCEL, Y.A. *Transferência de calor e massa – uma abordagem prática*. São Paulo: McGraw Hill, 2003.

COLIN, S. (2010). *Técnicas construtivas do período colonial*. Disponível em: <http://www.ceap.br/material/MAT02092011153107.pdf> Acesso em: 21 mar. 2018.

COOPER, M.; ZANON, A.R.; REIA, M.Y.; MORATO, R.W. *Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: Teórico e Prático*. Série Produtor Rural, Edição Especial. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca, 2010.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 9, p. 31-40, 1999.

FÁVERO, O. Educação Não Formal: contextos, percursos e sujeitos. *Educação e Sociedade*, v. 28, n. 99, p. 614-617, 2007.

FENSHAM, P. School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 7, p. 755-763, 1999.

FREINET, C. *As técnicas Freinet da escola moderna*. Lisboa: Estampa, 1975.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 2, p. 3-11, 2000.

GAIA, M.C.M.; LIMA, M.E.C.C.; MACHADO, A.H. Agroecologia e permacultura – propostas possíveis para a Educação científica na Educação do Campo. *Anais do I Encontro de Pesquisas e Práticas em Educação do Campo da Paraíba*. João Pessoa, 2011. Disponível em: <<http://ieppepcb2011.xpg.uol.com/conteúdo/GTs/GT%20-%2004/19.pdf>>. Acesso em: 25 abril 2018.

GOHN, M.G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 14, n. 50, p. 27-38, 2006.

GOHN, M.G. Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos. *Investigar em Educação*, v. 1, p. 35-50, 2014.

HAMLIN, R. *Solar Cookers Review*, v. 16, n. 1, 2010. Disponível em: <http://solarcooking.org/newsletters/scr_pdfs/scr_apr10.pdf>. Acesso em 01 maio 2018.

HENDERSEN, D.F. *Permacultura: as técnicas, o espaço, a natureza e o homem*. Monografia em Antropologia. UNB, 87p., 2012.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. *Compostagem: Ciência e prática pela gestão de resíduos orgânicos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

JACOBUCCI, D.F.C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. *Em Extensão*, v. 7, p. 55-66, 2008.

JENKINS, E. School science, citizenship and the public understating of science. *International Journal of Science*, v. 21, n. 7, p. 703-710, 1999.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna, 2004.

KREITH, F.; MANGLIK, R.M.; BOHN, M.S. *Princípios da transferência de calor*. São Paulo: Cengage Learning, 2003.

LIMA, A.C.B.; SILVA, E.G.; SPAROVEK, G.; STURION, G.L.; PRECOPPE, M.F.M.; MEIRA, M.L.R.; SPOTS, M.H.F.; MORAES, S.O. *Manual de desidratação de frutas, ervas e hortaliças*. Série Produtor Rural, 33, Piracicaba: ESALQ, 48p, 2006.

MOREIRA, M.A.; Masini, E.A.F.S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro Editora, 2º ed., 83p, 2006.

MORROW, R. *Permacultura passo a passo*. Trad. Andre Soares. Pirinópolis: Mais Calango, 2010.

MOTA, D.M.; JESUS, R.L.; FACHÍN-TERÁN, A. Possibilidades de ensino de Matemática e Química no espaço não formal Bosque da Ciência. *Latin American Journal of Science Education*, v. 1, p. 12002/1-122002/10, 2014.

OLIVEIRA, R.I.R.; GASTAL, M.L.A. Educação formal fora da sala de aula – olhares sobre o ensino de ciências utilizando espaços não formais. *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC), Florianópolis, 2009.

QUEIRÓZ, R.M.; TEIXEIRA, H.B.; VELOSO, A.S.; FACHÍN-TERÁN, A.; QUEIROZ, A.G. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC), Campinas, 2011.

SHIMADA, M.S.; FACHÍN-TERÁN, A. A relevância dos espaços não formais para o ensino de ciências. *Anais do 4º Encontro Internacional de Ensino e Pesquisa em Ciências da Amazônia (EIEPCA)*, 2014.

SOARES, A.L.J. *Conceitos básicos de Permacultura*. Brasília: MA/SDR/PNFC, 1998. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/Conceitos_Basicos_Permacultura_Andre_Soares.pdf>. Acesso em: 17 maio 2018.

SODIS. *Desinfecção Solar da Água – O método*, 2002. Disponível em: <<http://www.sodis.ch>>. Acesso em 17 maio 2018.

TORGAL, F.P.; EIRES, R.; JALALI, S. (2009). *A construção em terra*. Portugal, Guimarães: TecMinho, 2009. Disponível em: <http://www.repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28940/3/A_Constru%C3%A7%C3%A3o_em_terra.pdf>. Acesso em 17 maio 2018.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M.L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

VIVEIRO, A.A.; DINIZ, R.E.S. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. *Ciência em Tela*, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2009.