

MATEMÁTICA E SUSTENTABILIDADE: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE TELHADOS VERDES

Elisângela Fouchy Schons (1); Ricardo Luis Schons (1); Aline Picoli Souza (2)

(1) Instituto Federal Farroupilha – campus Júlio de Castilhos/R.S., elisangela.schons@iffarroupilha.edu.br; (1) Instituto Federal Farroupilha – campus Júlio de Castilhos/R.S., ricardo.schons@iffarroupilha.edu.br; (2) Instituto Federal Sul-rio-grandense – campus Bagé/R.S., alinepsonza@gmail.com

Resumo: O presente artigo relata o desenvolvimento de um minicurso realizado com alunos de Licenciatura e professores da Educação Básica. O objetivo do minicurso foi estimular os participantes a empregarem os conceitos de matemática, como cálculo de área, razão e proporção, razões trigonométricas para a construção e discussão das vantagens de um telhado verde. As coberturas verdes são muito utilizadas por oferecer inúmeras vantagens como a redução das temperaturas internas, diminuir o nível de ruídos, aumentar a umidade relativa do ar, além de diminuir a poluição ambiental. Por outro lado, também servem para captar a água das chuvas e com um sistema de drenagem e armazenamento adequados, podem ser reutilizadas. Um elemento importante na construção de telhados verdes é o meio drenante que é responsável por reter totalmente o substrato colocado acima dele, drenando a água recebida. Por isso, deve ser leve e, de preferência, utilizando materiais recicláveis e com algum potencial de acúmulo de água para minimizar possíveis estiagens. De modo geral, a matemática e suas infinitas aplicações e possibilidades, também está relacionada com a sustentabilidade e a educação ambiental. O desenvolvimento deste minicurso permitiu concluir que é de fundamental importância a aplicação da Matemática como ferramenta nas diversas áreas do conhecimento, contextualizadas e próxima do cotidiano dos alunos. Ou seja, a Matemática integrando teoria e prática, contribuindo com o desenvolvimento sustentável, e possibilitando uma aprendizagem com mais significado para o estudante e sua realidade.

Palavras-chave:

Telhado verde, Matemática, Agricultura urbana, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A humanidade atualmente está diante de um grande desafio ambiental que exige uma mudança de atitudes e de responsabilidades. Trata-se de efeitos naturais, mas que se devem ao comportamento e às ações dos seres humanos sobre a natureza. Há algum tempo os cientistas já alertavam para este problema, entretanto, somente agora as consequências parecem chamar mais a atenção de autoridades e pessoas comuns no mundo todo. Ainda assim, há muito a ser feito. Acredita-se que grandes estratégias devam ser planejadas para enfrentar esse desafio, mas pequenas ações individuais ou em grupos podem auxiliar, e muito, nesse sentido.

A escola também deve se engajar nessa luta. Os professores, gestores, instituições de ensino, de modo geral, tem um papel fundamental na formação dos estudantes e, portanto, a responsabilidade de trabalhar para desenvolver uma consciência ecológica e mostrar a

importância das ações em prol da sustentabilidade. Independente da área de atuação precisa-se enquanto escola formar cidadãos responsáveis, críticos e atuantes.

E por que não utilizar as aulas de matemática para abordar temas tão importantes associados aos conteúdos pré-estabelecidos? Neste sentido, elaborou-se uma proposta para discutir sobre a situação do meio ambiente e a utilização de materiais recicláveis relacionados a tópicos da matemática do ensino básico.

A matemática surgiu na Antiguidade com a finalidade de resolver problemas do cotidiano das pessoas e assim como outras ciências servir de instrumento para conhecimento do mundo e domínio dos fenômenos naturais. Embora sendo considerada uma ciência abstrata, na maioria das vezes, as demonstrações matemáticas surgem de situações reais, fazendo com que ela seja útil e necessária às outras ciências e a muitos profissionais, segundo Pais (2013, p. 19) “os valores utilitários de uma disciplina são aqueles decorrentes da possibilidade de ocorrer uma utilização direta de seus conceitos e suas teorias, em situações do cotidiano, no contexto de uma aplicação técnica ou científica”.

Essa sabedoria é usada, como ferramenta, pelas demais ciências chamadas exatas, como Física, Química e Engenharia, e para outras, como Sociologia, Medicina e Psicologia, embora seu uso seja menor, ela também serve de subsídio na construção de conceitos, linguagens e atitudes usados por essas áreas do conhecimento. D’Ambrosio (2005, p.4) coloca que “...entendo a matemática como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo da sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade ... naturalmente dentro de um contexto natural e cultural”. Sendo assim, compreendê-la é tão necessário quanto à compreensão da linguagem oral e escrita, pois ela é imprescindível a todas as sociedades.

Tradicionalmente, a prática mais frequente para o ensino de Matemática é a do professor expondo o conteúdo, a partir de definições, demonstrações, exemplos, usando do quadro com a finalidade de fazer essas representações, seguindo com exercícios de fixação e aplicação e pressupondo que os alunos aprendam através da reprodução. Essa prática de ensino nem sempre é eficaz, pois a simples reprodução não significava que o aluno aprendeu o conteúdo apresentado.

Dessa forma, observa-se que é necessário diversificar as aulas de Matemática, para tanto, atualmente, muitos professores estão buscando alternativas na forma de ensiná-la, através de aulas investigativas, contextualizadas, que busquem a reflexão crítica, a participação e o envolvimento dos alunos no processo como seres atuantes. Para Araújo (2014) essa forma construtivista de construção do conhecimento pressupõe sujeitos ativos, que participam de

maneira intensa e reflexiva das aulas sendo “autores do conhecimento” e não meros reprodutores daquilo que a sociedade decide que devem aprender.

A Matemática como uma ciência presente no cotidiano dos cidadãos e composta por um conjunto de conceitos e procedimentos que englobam métodos de investigação, raciocínio, representação e comunicação que contribuem na interação do homem com os contextos naturais, sociais e culturais, está presente na quantificação do real e também na criação de sistemas abstratos que organizam, inter-relacionam e revelam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números.

Fenômenos climáticos e o aumento populacional das cidades principalmente da área urbana, serviram de subsídio para a realização desse trabalho, pois segundo Maricato

As mudanças políticas ocorridas na década de 1930, com a regulamentação do trabalho urbano (não extensiva ao campo), incentivo à industrialização, construção da infraestrutura industrial, entre outras medidas, reforçaram o movimento migratório campo –cidade. (MARICATO, 2001, p. 216)

O aumento da população da área urbana e a restrição do tamanho dos lotes provoca o que se pode chamar de super aproveitamento dos espaços. Dessa forma, passam a existir grandes áreas não impermeabilizadas onde antes haviam grandes áreas verdes. O crescimento das aglomerações de asfalto, prédios e outros tipos de construções, tem como consequência à impermeabilização do solo, o que aumenta o escoamento superficial. Outra consequência é o aumento da temperatura, já que o concreto apresenta alta eficiência na absorção da energia solar e consequentemente libera essa energia na forma de calor, sendo esse fenômeno conhecido como Ilha de Calor (LOMBARDO, 1985).

Por outro lado está a escola, e seu papel formador, que não pode se eximir de suas responsabilidades. Segundo Mousinho a educação ambiental é um

processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais. Desenvolve-se num contexto de complexidade, procurando trabalhar não apenas a mudança cultural, mas também a transformação social, assumindo a crise ambiental como uma questão ética e política. (MOUSINHO, 2003, p. 158)

Diante desta realidade, apresentam-se estudos que resultam em alternativas que possibilitam amenizar os efeitos mencionados e que satisfaçam as necessidades da população. Assim surgiu a ideia da construção dos telhados verdes. Uma cobertura verde composta de solo e vegetação, com crescimento médio, plantado sobre uma base impermeável, camadas adicionais, como por exemplo, de um barramento para raízes, sistema de drenagem ou de irrigação.

Os efeitos positivos da vegetação sobre o ambiente urbano já são conhecidos e no caso da cobertura, diminuem as enxurradas, amenizam o calor nas edificações durante o verão e o conservam durante o inverno.

A diferença entre as coberturas utilizadas normalmente, telhas cerâmicas, fibrocimento, zinco, e as coberturas vegetadas é muito grande. Normalmente o objetivo é que o telhado retire o mais rapidamente possível a água que precipita sobre ele, enquanto as coberturas vegetadas têm a tendência de amortecimento das precipitações, fazendo com que água permaneça um tempo maior na cobertura e também possa ser reutilizada.

Os telhados verdes apresentam benefícios ambientais em diversas escalas e em propriedades singulares asseguradas às edificações como a termo-comportamental, moderando a temperatura do ar dentro de edificações, podendo diminuir em até 3°C em relação à temperatura externa (TEEMUSK e MANDER, 2010), consequentemente causando a diminuição do consumo de energia elétrica para arrefecimento em até 8% ao ano (THEODOSIOU, 2003).

As coberturas vegetadas também podem contribuir em escala maior, disponibilizando área para aumento da biodiversidade (BRENEISSEN, 2004) e da arborização urbana, limpeza de poluentes atmosféricos e agindo como dispositivo de retenção parcial da pluviosidade de entrada, o que reduz o fluxo de escoamento superficial entre 60% e 90%. Do contrário, somado a outros fatores poderia causar inundações (MONTERUSSO et al., 2004; NETO et al., 2005).

Existem alguns aspectos que devem ser considerados de acordo com o objetivo do telhado verde. Por exemplo, quando ele é planejado para apoiar o conforto ambiental da construção, as plantas a serem utilizadas devem ter características regionais, sendo implantadas para que tenham a menor manutenção possível. Por outro lado, quando um dos objetivos do telhado é também fornecer algum alimento, o projeto deve ser realizado de forma a viabilizar este fim com o menor uso de água tratada como forma de irrigação. Obviamente que a tendência é que a população possa utilizar estas coberturas como um meio de produção de alimentos para uso em sua residência, esta maneira de utilizar o telhado verde vem de encontro ao termo agricultura urbana.

As expressões agricultura urbana ou agricultura intraurbana e periurbana já são adotadas pelas agências das Nações Unidas e referem-se à utilização de pequenas superfícies situadas dentro das cidades ou em suas respectivas periferias para a produção agrícola e criação de pequenos animais, destinados ao consumo próprio ou à venda em mercados locais. (Machado e Machado, 2002, p.9).

Em alguns países (Haiti, Colômbia, Tailândia, Rússia) topos de coberturas e sacadas, têm sido usadas para produzir uma linha de produtos comercializáveis, de frutas e vegetais e até orquídeas (GARNETT, 1997). Entretanto, o uso de coberturas verdes leves e técnicas hidropônicas têm um grande potencial de uso. O meio drenante deve reter totalmente o substrato, sem deixar de drenar a água que está sendo recebida, quer seja por precipitação pluvial ou por aspersão forçada. Também este, deve ser leve e de preferência, com algum potencial de acúmulo de água. Em alguns sistemas, este é o elemento que encarece a sua montagem e que afasta sua utilização, devido à falta de recurso para esse investimento.

METODOLOGIA

O minicurso proposto teve como finalidade apresentar e desenvolver uma atividade que pode ser aplicada com estudantes de ensino médio e/ou fundamental, sobre a construção de um telhado verde, suas vantagens e a relação das áreas de Engenharia e Matemática.

Essa atividade possibilita ao professor trabalhar a Matemática dentro de seus papéis: formativo e instrumental. Formativo na medida em que contribui com a estruturação do pensamento do aluno e seu raciocínio dedutivo, e instrumental pois proporciona a esse estudante enxergar a Matemática como um conjunto de técnicas e estratégias que podem ser aplicadas a outras áreas do conhecimento e em suas atividades pessoais e profissionais. Em relação a esses papéis a serem desenvolvidos pela Matemática, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) colocam que:

Em seu papel formativo, a Matemática contribui para o desenvolvimento de processos de pensamento e a aquisição de atitudes, cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito da própria Matemática, podendo formar no aluno a capacidade de resolver problemas genuínos, gerando hábitos de investigação, proporcionando confiança e desprendimento para analisar e enfrentar situações novas, propiciando a formação de uma visão ampla e científica da realidade, a percepção da beleza e da harmonia, o desenvolvimento da criatividade e de outras capacidades pessoais. No que diz respeito ao caráter instrumental da Matemática no Ensino Médio, ela deve ser vista pelo aluno como um conjunto de técnicas e estratégias para serem aplicadas a outras áreas do conhecimento, assim como para a atividade profissional. Não se trata de os alunos possuírem muitas e sofisticadas estratégias, mas sim de desenvolverem a iniciativa e a segurança para adaptá-las a diferentes contextos, usando-as adequadamente no momento oportuno. (BRASIL, 1999, p. 40)

O minicurso foi dividido em etapas durante as quais o protótipo de telhado verde foi sendo construído e os conteúdos matemáticos aplicados a cada uma delas foram sendo discutidos.

Para Turrioni (2004, p. 66), o material concreto exerce um papel importante na aprendizagem, pois facilita a observação e a análise, desenvolve o raciocínio lógico, crítico e científico, auxilia o aluno na construção de seus conhecimentos e é fundamental para o ensino experimental. Segundo a autora, se o material manipulável for utilizado corretamente em sala de aula, com intenção e objetivo, pode tornar-se um grande parceiro do professor, auxiliando no ensino e contribuindo para que o aluno tenha uma aprendizagem significativa. Ao encontro disso, durante o minicurso utilizou-se materiais manipuláveis, conforme apresentados na Figura 1, alguns levados pelos ministrantes e outros confeccionados durante o mesmo. O uso desses materiais facilitou a visualização e desafiou o participante em suas descobertas.

Figura 1: Materiais manipuláveis utilizados no minicurso



Fonte: Registro fotográfico dos autores.

As etapas do minicurso foram: cálculo de área, confecção do material drenante, construção dos telhados e teste de precipitação. Os participantes do minicurso receberam material impresso com todas as etapas onde eles podiam fazer anotações e observações quanto aos materiais necessários, os conteúdos envolvidos e a aplicação deles na construção do telhado verde.

Para colaborar com a visualização do que é um telhado verde foi apresentado um sistema, conforme Figura 2, e para a confecção dos protótipos na sala de aula foram usadas duas mesas escolares.

Figura 2: Sistema de um telhado verde, composto de camada impermeável, camada drenante, substrato e planta.



Fonte: Registro fotográfico dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O encontro iniciou com uma conversa sobre o meio ambiente, a agricultura urbana, a escassez de recursos, principalmente da água, e meios de se fazer uso consciente dos mesmos. Também sobre como o ensino e a aprendizagem acontecem nas escolas, em especial da Matemática, que é uma disciplina que, por suas características, pode trabalhar de forma integrada a outras áreas do conhecimento.

A seguir, falou-se sobre o telhado verde, suas características, seus pontos positivos e negativos, apresentou-se a proposta do minicurso e os materiais que seriam utilizados para a construção de um protótipo de telhado verde.

A primeira etapa da construção do telhado verde foi realizar os cálculos das áreas. Primeiro, mediu-se as mesas que seriam utilizadas como base e as caixas de leite nas quais seriam colocados os materiais drenantes, calculando suas áreas e a quantidade de caixas de leite que seriam necessárias para cobrir as mesas.

Nesse momento foi possível fazer um comparativo entre as diferentes embalagens utilizadas para armazenar o leite e que a quantidade a ser utilizada depende do modelo escolhido. Durante a realização da etapa foram sendo discutidos quais conteúdos podem ser explorados pelos professores, como por exemplo, as operações básicas, cálculo de área, as diferentes figuras geométricas.

Na segunda etapa fez-se a confecção do material drenante, que é um material composto, formado por cimento, isopor e casca de arroz. Esta camada faz a função de drenar o excesso

de água no telhado e ao mesmo tempo reter o substrato que se encontra na parte superior. As proporções utilizadas de cimento, isopor e casca de arroz, foram determinadas a partir de um trabalho desenvolvido no Instituto Federal Farroupilha - *campus* Júlio de Castilhos.

A proporção utilizada foi 1:5:5 (1 parte de cimento para 5 partes de isopor e 5 partes de casca de arroz). Nesta etapa foi proposto aos presentes a revisão dos conceitos de razão e proporção, a fim de se efetuar o cálculo do material utilizado para construir a camada drenante. A Figura 3 traz exemplos das amostras testadas durante esse trabalho de pesquisa.

Figura 3: Amostras testadas em trabalho de pesquisa da camada drenante na proporção 1:5:5



Fonte: Registro fotográfico dos autores.

Com o material drenante pronto passou-se para as próximas etapas, a construção dos telhados e a simulação de precipitação.

Para a construção foram utilizadas duas mesas escolares como base, uma para a montagem de todo o sistema: camada impermeável, camada drenante, substrato e plantas e a outra para montar somente a camada impermeável, a fim de fazer um comparativo entre as duas formas de telhado.

A seguir, passou-se a construção, iniciando com a escolha da inclinação do telhado, calculando o quanto cada mesa escolar deveria ser “levantada” para que se conseguisse o ângulo ideal para esse telhado. Para isso, utilizaram-se os conhecimentos que os alunos/participantes possuíam de trigonometria no triângulo retângulo.

O próximo passo foi colocar os materiais necessários na constituição do telhado, ou seja, o material para impermeabilizar a base, o material drenante, a manta de filtragem, o substrato e a vegetação a ser plantada, nesse caso, utilizou-se de leiva de grama. A Figura 4 mostra essa construção.

Figura 4: Construção dos telhados.



Fonte: Registro fotográfico dos autores

Com a construção dos telhados pronta, os participantes realizaram a simulação da precipitação em cada telhado utilizando um regador com uma quantidade determinada de água. Verificando a quantidade de água recolhida na parte inferior de cada parcela.

Durante essa abordagem, mostrou-se as diversas maneiras de precipitação, por chuva, granizo ou neve. Em seguida, aspectos sobre a duração de uma precipitação e a intensidade, seu volume por tempo, e o quanto estes dados podem alterar nosso cotidiano.

A partir disto, calcularam a precipitação, em milímetros, das parcelas, a relação com a quantidade de água do regador e a área de telhado aplicado, e com a quantidade de água recolhida na parte inferior da parcela.

Realizou-se, ainda, mais uma simulação em cada parcela, com quantidades diferentes de água e também com tempos diferentes de aplicação. Em cada simulação foi calculado o volume de precipitação em milímetros e o tempo de amortecimento desta precipitação (tempo que a água permaneceu no telhado).

A partir dos cálculos realizados conversou-se sobre as precipitações, suas formas de ocorrência, intensidade e duração, e a relação com as áreas impermeabilizadas que são importantes, por exemplo, nas construções das residências.

Após essa abordagem foi realizada a discussão sobre cálculo de volume de precipitação, a relação deste com a área de precipitação e a conversão em unidade usual de volume de precipitação, os milímetros.

CONCLUSÕES

Atualmente é crescente a procura por espaços para a construção de ambientes autossustentáveis, bem como repensar a relação ser humano/natureza, e de buscar estratégias que possibilitem o reaproveitamento de recursos e espaços em grandes centros urbanos. O telhado verde apresenta-se como uma alternativa aos que possuem a preocupação com o meio ambiente e visam a economicidade, além de se tornar uma opção para a produção de alguns alimentos saudáveis, isto é, produtos orgânicos.

Com este estudo pode-se afirmar que é de fundamental importância a aplicação da Matemática como ferramenta nas diversas áreas do conhecimento, uma vez que pode ser trabalhadas de maneira contextualizada e próxima do cotidiano dos estudantes contribuindo consideravelmente na construção de conhecimentos, e fazendo a diferença ao meio social em que o sujeito está inserido.

Desta forma, por meio da atividade de construção do telhado verde foi possível trabalhar conceitos matemáticos tais como, razão e proporção, área e volume e também noções geométricas, como por exemplo, ângulo, e com isso dar maior significância ao aluno.

Sabedores que a Matemática é, muitas vezes, uma disciplina que não desperta o interesse dos estudantes, ao optar por envolvê-los em uma atividade prática é possível desmistificar esse estigma preconcebido. Esta atividade vem como uma oportunidade aos professores de integrar conceito e prática, tornando menos desgastante os conteúdos, que geralmente são apenas transmitidos de forma mecânica.

Acredita-se que o professor, independente da área, deve assumir seu papel de educador e buscar estratégias para tornar suas aulas interessantes, com significado e com abordagens voltadas para a realidade do aluno. Na Matemática, trabalhar com temas que envolvem sustentabilidade e meio ambiente além de auxiliar no desenvolvimento de um cidadão responsável, também vai dar novo sentido à Matemática que é ensinada na escola.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, U. Temas transversais, pedagogia de projetos e mudanças na educação. São Paulo: Summus, 2014.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMT, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivo/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acessado em agosto de 2018.

BRENEISSEN, S. Green roofs: How nature returns to the city. *Acta Horticulture*, 643:289-293, 2004.

D'AMBRÓSIO, U. Sociedade, cultura matemática e seu ensino. *Educação e pesquisa. Revista da Faculdade de Educação – USP*. São Paulo, v. 31, nº1, jan./mar. 2005.

GARNETT, T. Digging for change: The potential of urban food production. *Urban Nature Magazine*, 3(2):62-65, 1997.

MARICATO, E. Metrôpole periférica, desigualdade social e meio ambiente. In: VIANA, G.; SILVA, M.; DINIZ, N. *O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil*. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2001.

LOMBARDO, M. A. *Ilha de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo*. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. de T. *Agricultura urbana*. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2002.

MONTERUSSO, M. A. Runoff water quantity and quality from green roof system. *Acta Horticulture*, 639:369-376, 2004.

MOUSINHO, Patrícia. Glossário. In: TRIGUEIRO, André (Coord.). *Meio ambiente no século 21*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

NETO, A. P. et al. Análise quali-quantitativo do escoamento superficial gerado pela água de chuva através da cobertura verde leve. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 2005, Belo Horizonte, MG. v. 1, p. 31-34, 2005.

PAIS, L. C. *Ensinar e Aprender Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

TEEMUSK, A.; MANDER, Ü. Temperature regime of planted roofs compared with conventional roofing systems. *Ecological Engineering*, 36:91-95, 2010.

THEODOSIOU, T. G. Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique. *Energy and Buildings*, 35(9):909-917, 2003.

TURRIONI, A. M. S. *O laboratório de educação matemática na formação inicial de professores*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geografia e Ciências Exatas, Rio Claro, 2004.