

A Potencialidade da Maquete Produzida com Tecnologia 3D Repetier-Host como Ferramenta de Ensino: o Uso de Recursos Didáticos Tecnológicos na Educação Ambiental

The Potentiality of the Model Produced with Repetier-Host 3D Technology as a Teaching Tool: the Use of Technological Didactic resources in Environmental Education

Isabela Ferreira Rossi^a; Mireile Reis dos Santos^a; Roosevelt Heldt Junior^a; Karla Aparecida Zucoloto^a; Rogério Coli da Cunha^{*a}

^aInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Poços de Caldas. MG, Brasil.

*E-mail: isafrossi@gmail.com

Resumo

A Educação Ambiental (EA) foi concebida para mudar atitudes e valores relativos aos problemas de degradação ambiental em escala mundial. Contudo, no Brasil, de acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA, a EA não deve constituir um componente curricular obrigatório nas escolas. Ao contrário, ela deve ser transdisciplinar e abordar valores éticos focados no desenvolvimento socioambiental. Um grande gargalo para as práticas de EA nas escolas é a ausência de materiais didáticos que abordem questões ambientais regionais e locais, de forma contextualizada à realidade dos aprendentes. Neste contexto, as maquetes podem constituir ferramentas didáticas importantes em metodologias ativas de aprendizagem. Portanto, esta pesquisa buscou averiguar o nível de percepção socioambiental e geoespacialização da comunidade do IFSULDEMINAS - Câmpus Poços de Caldas em relação a Bacia Hidrográfica na qual a instituição se insere, além da criação de uma maquete impressa em 3D, utilizando Tecnologia Repetier-Host, para suprir as eventuais lacunas detectadas. Foi aplicado um questionário semi-estruturado, com enfoque nas questões geográficas, biológicas e ambientais para levantamento dos dados. Concluiu-se que existem lacunas educacionais quanto à prática da Educação Ambiental, como a falta de conhecimento dos elementos da paisagem natural do entorno próximo do aluno, evidenciando assim uma falha entre a teoria e a prática. Além disso, sugere-se que a EA deve ser trabalhada de forma crítica, política, transformadora e emancipatória em todos os níveis de ensino. A maquete tem grande potencial transformador e conscientizador, dando suporte e autonomia para o aluno reconhecer e compreender estes elementos abstratos no seu cotidiano.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Metodologias Ativas. Poços de Caldas. Ensino de Ciências Naturais.

Abstract

Environmental Education (EE) was intended to change attitudes and values about the troubles of environmental degradation on a world scope. However, in Brazil, according to the National Environmental Education Politic – PNEA, EE should not be a compulsory curricular component in schools. Unlike that, it must be transdisciplinary and address ethical values focused on socio-environmental development. The bigger bottleneck for EE practices in schools is the absence of didactic materials that approach regional and local environmental issues, contextualized to the reality of students. In this context, models can constitute important didactic tools for active learning methodologies. Therefore, this research aimed to determine the level of socio-environmental perception and spatial of the community of IFSULDEMINAS - Campus Poços de Caldas to the Watershed in which the one is inserted, besides the creation of a 3D printed model with the Repetier-Host Technology, to fill any gaps detected. The semi-structured survey was applied, focusing on geographic, biological, and environmental issues for data collection. It was concluded that there are educational gaps regarding the practice of Environmental Education, such as the lack of knowledge about the elements of the natural landscape around the student, thus evidencing a gap between theory and practice. In addition, it is suggested that EE should be worked on in a critical, political, transformative, and emancipatory way in every school level. The model has great transformative and awareness-raising potential, providing support and autonomy for the student to recognize and understand these abstract elements in their daily lives.

Keywords: Watershed. Active methodologies. Poços de Caldas. Teaching Natural Sciences.

1 Introdução

A Ciência se faz presente no dia-a-dia do aluno e precisa ser tratada como algo natural no seu cotidiano. Questionar, testar e refutar teorias precisa ser algo trabalhado desde os primeiros anos de aprendizagem do ser humano, pois assim já se estimula a criticidade inerente aos processos de ensino-aprendizagem e tão necessária à transformação social. De acordo com Moran (2018) o aprendizado ocorre ativamente desde o nascimento em processos de *design aberto*, a partir de situações concretas, para intervir na realidade e não apenas

adaptar-se a ela.

Neste sentido, a Educação Ambiental (EA) no Brasil, amparada pela Constituição Federal e pela Lei nº 9.795/99 - Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA (BRASIL, 1999), reafirma esta necessidade, quando diz que a EA é instrumento através do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, além de conhecimentos e habilidades voltadas para a conservação do meio ambiente, visando a sadia qualidade de vida e a sustentabilidade. De maneira complementar, e pensando no desenvolvimento educacional, nos progressos científicos e nos avanços

tecnológicos do país, foram criados documentos norteadores como Os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Frente à necessidade de um currículo mais aberto, que incorporasse discussões atuais e transversais, promovendo o debate sobre a relação da educação com a ciência, tais documentos visavam a formação cidadã crítica e plural, incluindo a diversidade dos saberes culturais, regionais e políticos (PEREIRA; BITTAR; GRIGOLI, 2021). Tais propostas, em teoria ampliariam o debate da prática docente e proporião um tipo de educação, por meio da qual, o aluno fosse capaz de compreender e exercer seu papel na sociedade (BRASIL, 2018).

No entanto, ao longo dos processos de revisão destes documentos, a EA se perdeu nas infinitas possibilidades de abordagem. Passou de protagonista em cadernos com temáticas sobre o meio ambiente, cidadania, trabalho e direitos humanos, à uma dimensão da educação escolar destinada apenas a questões envolvidas com a sustentabilidade socioambiental (BRANCO; ROYER; BRANCO, 2018). Este esgotamento do tema se faz ainda mais preocupante em escolas públicas, que enfrentam múltiplas adversidades, que vão desde os problemas organizacionais, administrativos e estruturais, à falta de recursos físicos, eletrônicos, humanos e didáticos.

Tendo em vista o avanço da tecnologia, compreende-se a necessidade de se modernizar os recursos e ferramentas utilizados durante as aulas (RODRIGUES; COLESANI, 2008), principalmente após a diluição e reducionismo da EA nos currículos. Com isto, as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) ganham força no cenário educativo, as quais são técnicas que buscam inserir o aluno de forma mais ativa no processo de ensino, tornando-o agente do seu próprio conhecimento, estimulando assim sua autonomia educacional (KFOURI et al., 2019; NASCIMENTO; COUTINHO, 2016; ZANIN; BICHEL, 2018).

Neste sentido, materiais que permitam a exploração e tornem o conteúdo mais concreto, como por exemplo a maquete, tornam-se ferramentas didáticas que servem de instrumento base para que o aluno deixe o seu papel passivo de receptor de informações e desenvolva sua autonomia, buscando, integrando e criando novas informações, correlacionando-as com o seu cotidiano pessoal e escolar, concretizando os conhecimentos construídos em sala de aula (COLESANI, 2008; KRASILCHIK 2000; RODRIGUES; SILVA et al., 2017). Na visão de Moran (2018) a aprendizagem potencializa a flexibilidade cognitiva e torna possível aprender de muitas maneiras com diversas técnicas e procedimentos.

Estes recursos não se limitam apenas ao uso do professor/aluno, mas ultrapassam os muros da escola, se tornando meio de comunicação entre a ciência e a sociedade. Ainda, estes materiais podem ser ferramentas capazes de promover a reintegração e devolver o protagonismo da EA nos currículos

escolares. Segundo Reigota (2014), todo material didático é válido, principalmente aqueles que estimulam os alunos a fugirem do seu lugar comum e a buscarem soluções que promovam o debate e a reflexão sobre problemas ambientais locais e/ou regionais na busca por possibilidades de mudança e soluções coletivas (LOPES; ABÍLIO, 2021).

A maquete é um recurso didático com múltiplas possibilidades de aplicações, não apenas para a área da Educação Ambiental, mas também para a geografia, geomorfologia, ciências naturais, ciências biológicas entre outras, sendo um recurso trans e interdisciplinar. No geral, maquetes são ferramentas educacionais construídas pensando na demonstração tridimensional de determinados objetos ou estruturas, que utilizam os sentidos humanos para a abstração e compreensão dos elementos elucidados (SILVA et al., 2017).

Com as novas tecnologias de impressão tridimensional a partir de tecnologia digital *Repetier-Host* e geração de *G-code*, é possível projetar maquetes de diversos elementos em escalas reais de abordagem. Uma das múltiplas possibilidades são as maquetes de bacias hidrográficas que podem atuar como temas geradores para diversas questões das ciências humanas e naturais, como geomorfologia, relevo, hidrografia, biodiversidade, entre outras. É possível trabalhar elementos da realidade regional de cada aprendente, como por exemplo o conhecimento ambiental e a geoespacialização regional do aluno, partindo da sua localidade mais acessível, a escola.

Através da maquete, o professor poderá identificar quais pontos devem e podem ser trabalhados com base na sua análise. A mesma possui potencial de suprir as demandas de aulas práticas de campo, tão necessárias para o processo de abstração e construção do conhecimento do aluno (ZANIN; BICHEL, 2018) e, muitas vezes não realizadas por motivos diversos. Ainda, pensando na diversidade e nas características de cada aluno, ao se trabalhar com a tecnologia da impressão 3D, pode-se criar mais formas, relevos e estruturas fidedignas à realidade regional onde os alunos estão inseridos, e também adaptar o material ao ensino de pessoas portadoras de necessidades educativas especializadas.

Exemplares de maquetes adquiridas no mercado, normalmente são caras e muitas vezes faltam recursos financeiros para investimentos como estes, que acabam fazendo com que a escola não tenha um material básico essencial e de boa qualidade, optando sempre pelo custo mais baixo, no caso o uso limitado do livro didático (DURIGAN DA LUZ; BRISKI, 2011). Como a tecnologia das impressões tridimensionais com o uso de filamentos *Acrilonitrila Butadieno Estireno - ABS* é algo que vem se popularizando do ponto de vista econômico, é possível se desenvolver diversos protótipos de maquetes, individualizadas a cada realidade. Zanin e Bichel (2018) alertam sobre a importância da inserção de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

Através da implantação de um modelo de gestão da construção das maquetes em impressoras tridimensionais,

uma escola pode se tornar a sede da tecnologia e dar suporte às escolas do seu entorno. Se implementadas em regiões municipais economicamente vulneráveis, tornam-se elementos capazes de suprir demandas didático-pedagógicas múltiplas. Guimarães e Vasconcellos (2006) acreditam que a interação entre instituições e espaços educacionais potencializa, populariza e amplifica os saberes científicos e sociais, contribuindo para a formação de um futuro melhor.

Dessa forma, o principal objetivo desta pesquisa foi averiguar o conhecimento e a percepção da comunidade do IFSULDEMINAS - Câmpus Poços de Caldas sobre a bacia hidrográfica das Vargens de Caldas (BHVC), na qual a instituição se insere, além da criação de uma maquete da referida BHVC, impressa em impressora 3D para suprir as eventuais lacunas detectadas. Ainda, pretendemos relacionar os resultados da pesquisa com as potencialidades do uso da maquete 3D como ferramenta capaz de promover a integração, o conhecimento e planejamento para conservação dos recursos naturais locais e regionais.

2 Material e Métodos

Para obtenção das informações sobre os conhecimentos e percepções da comunidade que compõe o IFSULDEMINAS - Câmpus Poços de Caldas sobre a Bacia Hidrográfica das Vargens de Caldas (local onde se insere o campus), e também sobre sua geoespacialização em níveis estadual e federal, utilizou-se o método de levantamento por carácter aleatório (com intervalo de confiança de 90%) por meio de um questionário semi-estruturado e escalonado composto de uma exploração introdutória contendo idade, gênero e origem (se era estudante – e de qual curso, se era servidor ou terceirizado), contendo ao todo 16 perguntas.

As questões foram agrupadas da seguinte forma:

a) de 1 a 13 abordavam o conhecimento técnico dos entrevistados sobre a localização geográfica da Bacia Hidrográfica (ex.: em que zona geográfica municipal – norte, sul, leste ou oeste – a BHVC se insere; onde se localizavam a nascente e a foz do rio que passa ao lado do campus); aspectos legais sobre Áreas de Preservação Permanente – APP e conservação de recursos hídricos (ex.: se o entrevistado sabia o que era uma nascente, uma mata ripária/ciliar, uma área de várzea); localização e contextualização da Bacia Hidrográfica das Vargens de Caldas (BHVC) em escala municipal, estadual e federal (ex.: se o entrevistado conhecia o nome da bacia hidrográfica na qual o campus se insere; se conhecia as bacias hidrográficas estaduais em Minas Gerais). As perguntas aplicadas foram:

Você sabe em qual região geográfica de Poços de Caldas o IFSULDEMINAS se insere?

Você sabia que existe um curso d'água (rio) que passa atrás do IFSULDEMINAS?

Você sabe onde esse curso d'água deságua?

Sobre a pergunta anterior, responda a seguir: “em uma escala de qualidade ambiental, como vc considera este rio?”

Você sabe o que é uma bacia hidrográfica (BH)?

Você sabe o que é um divisor topográfico?

Você sabe o que é uma nascente?

Você sabe o que é uma área de várzea?

Você sabe o que é mata ciliar?

Dos itens (5 a 9) você sabe se existe algum deles na região do entorno do IFSULDEMINAS?

Você sabe qual é o nome da Bacia Hidrográfica na qual o IFSULDEMINAS está inserido no Município de Poços de Caldas?

Você sabe em qual dessas bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, se localiza o município de Poços de Caldas?

Você sabe qual o nome da bacia hidrográfica na qual o IFSULDEMINAS e, conseqüentemente Poços de Caldas, estão inseridos em nível federal?

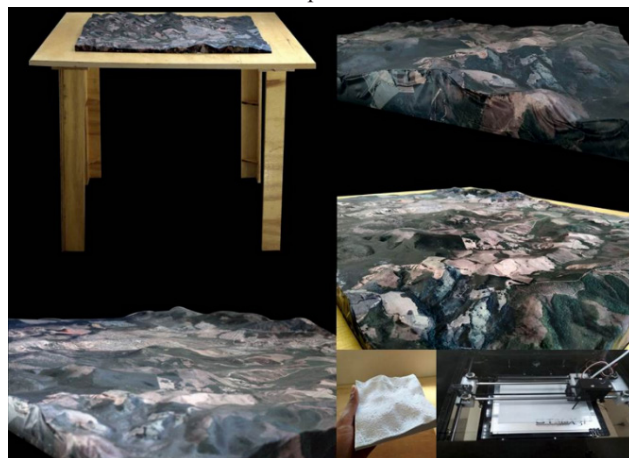
b) As questões de 14 a 16 foram focadas em como os entrevistados percebiam a qualidade ambiental de modo geral, em escala municipal e local/regional (Ex. como os entrevistados percebiam a qualidade ambiental do município e do entorno próximo ao campus). As perguntas aplicadas foram:

Você considera Poços de Caldas uma cidade com boa qualidade ambiental?

Como você considera o meio ambiente na região onde o IFSULDEMINAS está inserido?

Paralelamente construímos uma maquete da Bacia Hidrográfica das Vargens de Caldas (BHVC) através da impressora 3D do Câmpus, com fidelidade às características geomorfológicas da região em questão, a partir de imagens altimétricas do programa *Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*, de satélite (*INPE-LANDSAT 8*) de alta resolução e particionadas em 25 arquivos. Definimos a escala horizontal de trabalho (1:10.000) e tratamos os arquivos no *software* livre de código aberto *QGIS* com um *plugin* de conversão do arquivo *Tagged Image File Format - TIFF para StereoLithography - STL*. Nesta etapa inserimos a escala vertical, destacando as altitudes (desníveis do relevo em relação ao solo), efetuamos o fatiamento um a um dos arquivos através do aplicativo para impressão *3D Repetier-Host*, gerando assim o *G-code* de cada peça para impressão 3D. A maquete apresentou, então, uma área total de aproximadamente um metro quadrado fatiados em 25 placas de 14,3 x 18,8 cm (Figura 1).

Figura 1 - Maquete construída em impressora 3D, encapada com adesivo vinílico e montada em placa de mdf



Fonte: Os autores.

As placas foram então impressas e unidas no final do processo de impressão. Após esta etapa, realizou-se a impressão em adesivo vinílico impermeável, da imagem de satélite tratada da área, utilizando-se da imagem do *Google Earth*, no qual foi sobreposta e colada às placas 3D, finalizando-se assim a maquete.

3 Resultados e Discussão

Ao longo de 3 meses de aplicação do questionário (3º trimestre de 2019) foram entrevistadas 316 pessoas de diferentes sexos e faixas etárias (>15 a <52 anos) e diferentes níveis de escolaridade, sendo distribuídos em: Mestrado profissional (1), Pronatec (1), Curso FIC (42), Servidores do IF (24), Cursos do Ensino Médio (133), Cursos Superiores (81) e Não identificados (34), preservando assim o máximo de representatividade da comunidade que compõe o IFSULDEMINAS - Campus Poços de Caldas.

Com relação às questões relativas à geoespacialização dos elementos em uma escala municipal, a maioria dos

entrevistados (93%) sabe que o ambiente no qual se inserem situa-se na zona sul do município de Poços de Caldas/MG, enquanto 7% (somados todos os resultados) desconhecem esta informação. Isto demonstra que a maioria dos entrevistados reside e/ou conhece bem a cidade retratada acima. No entanto, os que não conhecem merecem um olhar especial, no sentido de se entender quais fatores os impede de conhecer o espaço geográfico que frequentam, normalmente por longos períodos de sua formação educacional. Estes respondentes podem ser *proxies* para eventuais falhas no processo educacional e que envolvam as questões de ordem socioambiental mais locais.

Quando questionados sobre a existência do rio que corre ao lado da instituição, sobre sua nascente e onde o mesmo deságua (Q2, Q3), 219 entrevistados (69%) disseram saber da existência do rio, porém 224 (70%) não sabiam onde é sua foz, demonstrando desconhecimento mais aprofundado sobre este recurso no entorno do ambiente que frequentam (Quadro 1).

Quadro 1 - Proporção das respostas para as perguntas de conhecimento sobre elementos geográficos do rio e sua qualidade ambiental (Q2, Q3 e Q4), dentro do universo de respondentes sobre a localização geográfica municipal do campus (Q1).

Q1 - Resposta sobre onde acham que o IF se localiza	Q2			Q3			Q4					
	Não	Sim	Talvez	Não	Sim	Talvez	Muito limpo	Limpo	Não sei	Poluído	Muito Poluído	Não responderam
Centro	1	2	0	2	0	1	0	0	1	2	0	0
Zona Leste	4	6	2	7	3	2	0	0	7	4	1	0
Zona Norte	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
Zona Oeste	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0
Zona Rural	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Zona Sul	62	219	13	224	37	33	0	14	125	111	42	2
Não responderam	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
Total	72	229	15	240	40	36	0	14	139	118	43	2

Q2: Você sabia que existe um curso d'água (rio) que passa atrás do IFSULDEMINAS?; Q3: Você sabe onde esse curso d'água deságua?; Q4: Em uma escala de qualidade ambiental, como você considera este rio?

Fonte: dados da pesquisa.

Os entrevistados conseguem-se localizar em escalas geográficas maiores (municipal), mas desconhecem com mais profundidade e detalhamento os elementos naturais que compõem as paisagens próximas.

No que se refere à qualidade ambiental do Rio das Vargens de Caldas (Q4) 139 (44%) respondentes não souberam opinar, sendo a maioria destes, os mesmos respondentes que sabiam da localização geográfica do ambiente amostral no contexto municipal. Um total de 118 respondentes (37%) classificaram o rio como “poluído” e apenas 43 (13%) como “muito poluído” (Tabela 1). Mais uma vez o mesmo padrão se repetiu, sendo os mesmos respondentes conhecedores da localização geográfica municipal da região, aqueles que também souberam opinar sobre a baixa qualidade das águas do rio.

Percebe-se uma concentração de respostas quase

numericamente equivalentes entre “não saber opinar” e, “saber” que o recurso natural é/está poluído. Merecem destaque os 14 respondentes que consideraram o rio limpo. Para estes atores sociais, existe uma possibilidade, mesmo que remota, da utilização deste recurso hídrico como fonte primária humana, o que poderia gerar graves problemas de saúde para os mesmos, considerando que não existem estudos profundos e monitoramento constante sobre a classificação de potabilidade deste riacho. Este resultado evidencia uma completa desconexão por parte dos entrevistados, sobre as estruturas e elementos naturais locais/regionais presentes, o que incorre nos mesmos vícios da tradicional prática de ensino, que desvincula o ato de aprender do ambiente no qual o aprendiz está inserido. Oliveira (2006) destaca que cada ator social interpreta o espaço ambiental de acordo

com suas vivências, e, talvez promover experiências mais aplicadas à realidade do aluno seja, de fato, mais efetivo para a transformação social.

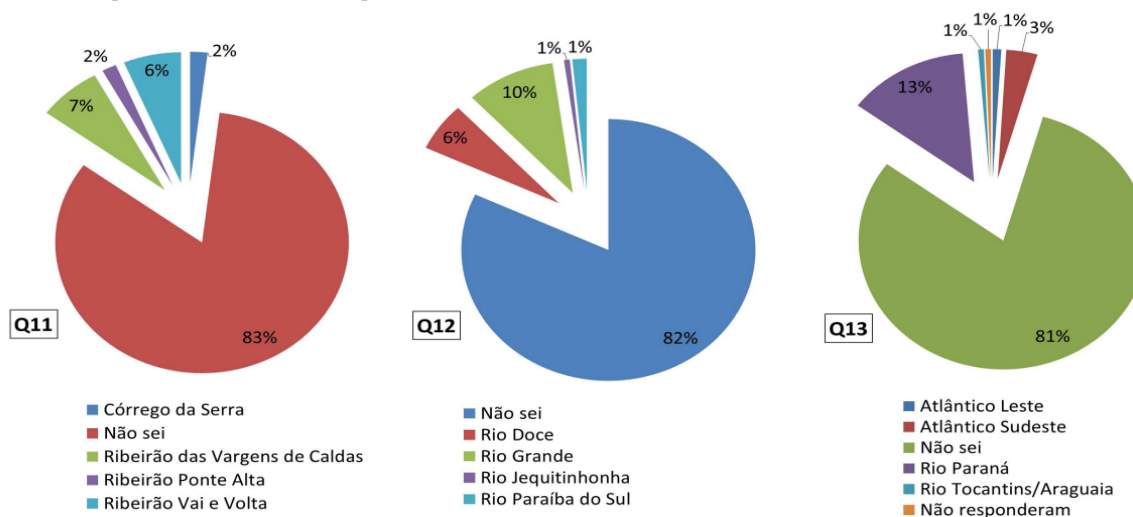
É necessário novas formas e métodos de se ensinar EA focada na criticidade e tendo como temas geradores as regionalidades, saindo dos métodos tradicionais e explorando as possibilidades integradoras (REIGOTA, 2014). E o uso da maquete durante aulas expositivo-práticas torna possível aproximar o aprendiz de sua realidade, estimular sua percepção sobre o ambiente e se inserir no mesmo de forma crítica e como agente atuante de mudanças planejadas (SILVA et al., 2017). Contudo, ficam as seguintes perguntas: em qual(s) momento(s) as práticas de EA devem ser inseridas? Como inserir a EA de forma transdisciplinar nos PPPs das escolas, se os docentes muitas vezes não têm a autonomia e tempo necessários para fugirem do planejamento político pedagógico disciplinar já constituído? Neste sentido, Santos (2018) destaca a importância e a potencialidade da inserção da EA como componente curricular nos cursos, como garantia de espaço formativo socioambiental mínimo para os aprendentes, mesmo que isso implique no risco da prática da EA a um único componente curricular. Dessa forma, seu “*espaçotempo*” formativo estará garantido.

Complementarmente, a maquete construída na impressora 3D, se apresenta como uma excelente ferramenta para possibilitar uma experiência imersiva numa perspectiva

tridimensional realista, principalmente para aquelas escolas que não possuem os recursos necessários para aulas de campo prático-expositivas. Segundo Durigan Da Luz e Briski (2011) a impressão pode suprir em partes esta deficiência, pois é relativamente barata e o tempo de confecção é curto, quando comparado a outros *softwares* do mercado e a construções manuais, o que viabiliza o uso do recurso e dribla a problemática envolvida na temática e preconizada por Pitano e Roqué (2015).

É importante destacar que não é tão simples construir manualmente materiais de boa qualidade para uso em sala de aula, devido a inúmeras causas, como carga horária excessiva dos professores, ausência de materiais e tempo, entre outras. Além disso, muitas vezes os livros didáticos, que atendem a um público mais geral e são disponibilizados para serem usados por 3 anos ou mais, abordam aspectos remotos do cotidiano dos alunos e questões mais próximas de suas realidades são negligenciadas (MENEZES; FONSECA; PEDREIRA, 2020). Vários são os livros didáticos que ensinam ciências naturais e conservação de recursos hídricos de forma fragmentada e pela perspectiva de bacias hidrográficas federais, enquanto que as bacias hidrográficas regionais e locais, muitas vezes são desconhecidas pelos atores sociais. As respostas às perguntas referentes ao conhecimento das bacias hidrográficas municipais, estaduais e federais corroboram esta evidência, conforme Figura 2.

Figura 2 - Porcentagens de respondentes para as perguntas Q11, Q12 e Q13, as quais perguntavam sobre as Bacias Hidrográficas em escala municipal, estadual e federal, respectivamente



Q11: Você sabe qual é o nome da Bacia Hidrográfica na qual o IFSULDEMINAS está inserido no Município de Poços de Caldas? Q12: Você sabe em qual dessas bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, se localiza o município de Poços de Caldas? Q13: Você sabe qual o nome da bacia hidrográfica na qual o IFSULDEMINAS e, consequentemente Poços de Caldas, estão inseridos em nível federal?

Fonte: dados da pesquisa.

Percebe-se que o nível de respondentes que “*não sabiam a qual bacia hidrográfica pertencia o Campus*”, nas diferentes escalas, diminuiu da escala local para a nacional (83%, 82% e 81%), respectivamente. Ao contrário, percebemos que o número de pessoas que conhecia as bacias hidrográficas na qual estava inserido, aumentou do nível municipal até o federal,

respectivamente (7% Vargens de Caldas; 10% Rio Grande e 13% Rio Paraná). Assim, os respondentes demonstraram mais conhecimento sobre as bacias hidrográficas em uma escala ampla e nacional, do que regional e local.

Refinando um pouco mais a escala de abordagem e partindo para questões mais técnicas e específicas sobre

Bacia Hidrográfica e Áreas de Preservação Permanente (APPs), observa-se que as questões Q5, Q7, Q8 e Q9 receberam majoritariamente respostas positivas. Isto é, a maioria demonstrou conhecer sobre estes elementos na teoria, porém, é possível perceber maior oscilação nas respostas quando foram perguntados se reconhecem estes elementos na paisagem próxima que os cerca (Quadro 2).

Quadro 2 - Número de respostas para as questões sobre Bacia Hidrográfica e Áreas de Preservação Permanente - APP na região

Questões sobre Bacia Hidrográfica e áreas de Preservação Permanente na região							
	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
Não	42	176	6	120	106	Não	101
Sim	179	87	297	131	175	Sim	115
Sim, parcialmente	94	52	12	64	34	Talvez	100
Não Respondeu	1	1	1	1	1	Não Respondeu	0

Q5: Você sabe o que é uma bacia hidrográfica (BH)?; Q6: Você sabe o que é um divisor topográfico? Q7: Você sabe o que é uma nascente? Q8: Você sabe o que é uma área de várzea?; Q9: Você sabe o que é mata ciliar? Q10: Dos itens (5 a 9) você sabe se existe algum deles na região do entorno do IFSULDEMINAS?"

Fonte: dados da pesquisa.

Isto fica evidente no número de respondentes indecisos (“talvez”) para a questão Q10. Em outras palavras, estes atores conhecem os conceitos na teoria, mas não são capazes de reconhecê-los na prática cotidiana de suas vivências, demonstrando o quanto esses elementos são desconhecidos e abstratos no imaginário intelectual dos participantes do questionário. Além disso, 30% (101 respondentes) afirmaram não saber que existem estes elementos naturais no entorno próximo ao seu espaço ocupado.

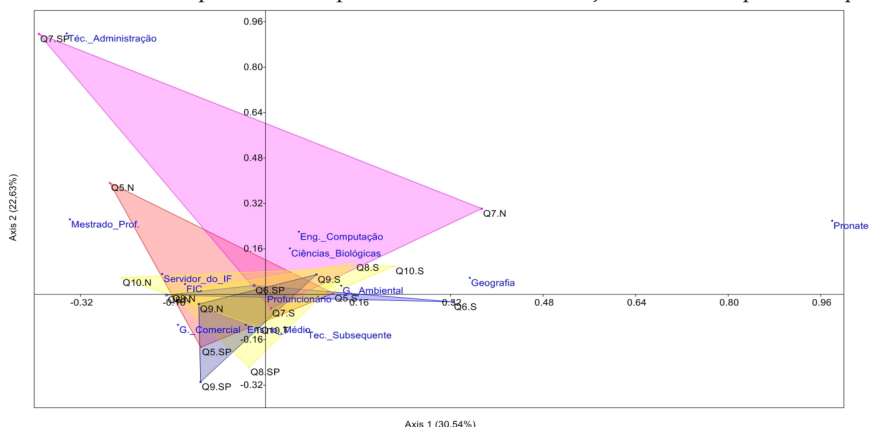
Aparentemente, para estes respondentes, estes elementos não compõem suas realidades ou há uma aparente desconexão entre estes agentes sociais e seu ambiente natural. Segundo Freire (1997), o aprendente precisa ter autonomia para saber ler o mundo a sua volta, decodificando e compreendendo de forma crítica todos os ambientes e aspectos que circundam o seu cotidiano. Ensinar sobre questões socioambientais através de MAA e com o auxílio de ferramentas intuitivas

e aplicadas como a maquete, pode fazer toda a diferença para a transformação das realidades locais (DURUGAN DA LUZ; BRISKI, 2011; RODRIGUES; COLESANI, 2008; REIGOTA, 2014; SILVA et al., 2017).

Respostas com “Sim, parcialmente” para a questão Q6 evidenciaram também uma incongruência entre o conhecimento teórico e o prático, quando o termo “divisor topográfico” foi pouco reconhecido por parte dos entrevistados. Neste caso, é importante destacar até mesmo o pouco conhecimento teórico sobre o termo, pois 176 respondentes disseram não saber o que significa. A maquete também pode auxiliar neste processo de construção do conhecimento, pois será possível para os alunos, inclusive, delimitar os divisores de água na maquete 3D conforme a concebemos, visto que ela representa a realidade fidedigna do relevo da bacia hidrográfica em questão. Segundo Pitano e Roqué (2015) esta é a maior potencialidade proporcionada pela maquete no processo de ensino e aprendizagem. A mesma, permite representar o espaço geográfico e dá a percepção do abstrato no concreto, de maneira tridimensional, fazendo com que o aluno compreenda os elementos da paisagem, tendo noção prática das proporções, orientações, localização, e a relação dos fenômenos físicos e humanos na modificação do espaço geográfico, conforme também preconiza Durigan Da Luz e Briski (2011).

Quando analisamos o conhecimento dos respondentes para as mesmas questões acima (Q5 a Q10: conhecimento mais técnico sobre bacia hidrográfica e APP’s) pelo nível de escolaridade e cursos ofertados na instituição, percebemos um nítido gradiente de agrupamento dos respondentes associados ao componente 1 (axis 1), que explicou 30,54% da variabilidade dos dados. A maioria que afirma saber mais sobre estes elementos (maioria das respostas afirmativas) pertence a cursos superiores oferecidos pelo IFSULDEMINAS - Câmpus Poços de Caldas (Geografia, Engenharia da Computação, Ciências Biológicas e Gestão Ambiental). Ao contrário, percebe-se um agrupamento dos respondentes de nível médio e/ou cursos de formação rápida, no que se refere às respostas negativas ou parcialmente positivas (Figura 3).

Figura 3 - Análise de correspondência simples demonstrando associações entre os respondentes por nível de escolaridade



Fonte: dados da pesquisa.

É possível que os alunos pertencentes aos cursos superiores tenham mais possibilidades de contato concreto com questões ambientais pertinentes ao conteúdo elencado nesta pesquisa, principalmente por terem mais acesso às visitas técnicas e aulas práticas de campos, que de acordo com Lima e Assis (2005) são fundamentais para o aluno, no processo de confronto da teoria e prática durante o processo de construção do conhecimento. Além do mais, este grupo de alunos geralmente já chegam com maior conhecimento sobre tecnologias, o que muitas vezes lhes permitem explorar mais detalhadamente o seu ambiente natural (ZANIN; BICHEL, 2018). O acesso a estes recursos pode estar possibilitando a estes agentes uma maior conexão entre a teoria e a prática para os elementos abordados, e, a maquete pode potencializar ainda mais o processo de ensino e aprendizado para este público. Não podemos deixar de destacar também que três dos cursos superiores ofertados flertam com a área ambiental e ciências da terra, tendo inclusive a disciplina Educação Ambiental como componente curricular nos seus Projetos Pedagógicos (Anexo A), o que, segundo Santos (2018) pode estar oferecendo maiores oportunidades de vivências práticas com o entorno da instituição e garantindo uma formação socioambiental mínima favorável destes agentes. No que se refere ao Ensino Médio, o acesso a ambientes externos ao Câmpus acaba tornando-se pouco viável, mesmo que as visitas técnicas e/ou trabalhos de campo sejam conduzidos pelo professor e auxiliares técnicos. Ainda há toda uma dificuldade em relação ao número de pessoas e também aos cuidados redobrados que os mesmos requerem, por serem menores de idade. No entanto, é inquestionável a importância de trabalhos de campo para os alunos, e este deve ser constantemente buscado pelo docente. Questões de ordem técnica (ex.: apresentar a área escolhida, seus recursos naturais, os objetivos da prática) e comportamentais dos alunos, durante os trabalhos de campo, devem ser previamente discutidos e planejados a fim de potencializar o aprendizado (LIMA; ASSIS, 2005). E a maquete da região pode constituir material didático primordial nesta etapa (RODRIGUES; COLESANI, 2008).

Os resultados desta pesquisa nos mostram que há uma lacuna, uma desconexão, entre a teoria e a prática, que os conceitos apresentados no questionário acerca da BHVC não são compreendidos pelos entrevistados, ao passo que os mesmos se tornam elementos abstratos no imaginário e na concepção de conhecimento e entendimento acerca do assunto. Segundo Loureiro (2003, 2005), esta lacuna pode ser decorrente da prática conteudista, na qual a escola não se preocupa ou não dispõe de recursos para correlacionar os conteúdos aprendidos com a realidade do aluno. Ou ainda, arriscamos a concordar com Santos (2018), que talvez estes resultados se relacionem com a ausência da EA como prática curricular pedagógica efetiva em todos os níveis de ensino na escola.

Portanto, faz-se necessária uma melhor contextualização sobre o que está sendo transmitido por parte do professor

e o que de fato está sendo aprendido por parte do aluno, principalmente quando se utiliza recursos didáticos padronizados e que abordam questões tão distantes do cotidiano local. Vê-se a necessidade de mudança de percepção em relação ao local onde residimos, a forma como cuidamos do mesmo e a forma como repassamos as informações adiante para as futuras gerações, pensando em uma maior participação da sociedade perante a resolução dos problemas ambientais regionais que nos cercam (RODRIGUES; COLESANI, 2008).

De acordo com a neurociência, aprendemos em rede, e qualquer iniciativa para abrir os espaços escolares para o mundo circundante do aprendiz contribui com seu processo de aprendizagem. Segundo Guimarães e Vasconcellos (2006), a função social da educação e da ciência, interligados com os pressupostos da educação ambiental crítica, podem contribuir grandemente para a formação da sustentabilidade socioambiental, mas para isto é necessário que a população esteja cientificamente alfabetizada, politicamente consciente e engajada. Para isto, é preciso rever as estratégias de ensino utilizadas para que a educação seja emancipatória e ao mesmo tempo transformadora da realidade dos aprendizes, por meio da ação destes atores em suas próprias realidades (LOPES; ABÍLIO, 2021).

Assim, as ações pensadas para uma Educação Ambiental crítica, política e transformadora precisam considerar todos os elementos sociais, ambientais, culturais e socioeconômicos em escala local, regional e mundial (RODRIGUES; COLESANI, 2008; REIGOTA, 2014). Segundo Branco, Royer e Branco (2018) e Pereira, Bittar e Grigoli (2021), os currículos escolares precisam ser reestruturados, fugindo dos métodos e práticas educacionais reducionistas, fragmentados e de abordagem ineficaz. Vemos que com o uso da maquete, estes resultados sobre percepções e saberes podem ser mais bem explorados quando observados com mais detalhes, partindo de novas perspectivas pautadas nas realidades locais de cada aprendente, conforme demonstrado por Silva et al. (2017).

4 Conclusão

Concluimos que existem lacunas educacionais quanto a Educação Ambiental, como a falta de conhecimento dos elementos da paisagem natural no cotidiano do aluno, evidenciando assim uma falha entre a teoria e a prática, principalmente nos anos de ensino básico e cursos técnicos. Com a educação formal que dispomos hoje, os estudantes aprendem o mínimo possível e de forma desconectada de seus cotidianos e realidades. Porém, quando consideramos uma aprendizagem ativa, é desejável que os educadores estejam atentos para a implementação de uma educação crítica, política e transformadora, em cada processo da aprendizagem dos alunos, para que assim consigamos atingir os objetivos educacionais da forma mais positiva possível, superando as questões conteudistas e focando nos processos compreensivos, principalmente no que se refere à Educação Ambiental.

A busca por alternativas mais modernas e recursos mais

autoexplicativos e de vivências imersivas, como a maquete, também devem ser mais explorados em todos os aspectos educacionais tradicionais e também da EA formal e não formal. Embora a maquete impressa em tecnologia de impressora 3D pareça uma ferramenta didática tecnológica inalcançável e muito sofisticada para certas regiões, é possível inseri-la no contexto educacional através de interações entre instituições de ensino federais e aquelas estaduais e municipais. Além do mais, as instituições devem oportunizar ao seu corpo docente capacitação que lhes permita alcançar estas metodologias.

A maquete como recurso didático pode permitir interlocução entre os agentes envolvidos na dinâmica educacional, além de traduzir os conceitos abstratos e ressignificar os conhecimentos, construir e ampliar o sentimento de pertencimento do educando ao seu espaço geográfico. Quando bem explorada nos permite tornar o aprendizado muito mais realista e mais condizente com a realidade do aluno, pois transforma estes elementos abstratos em algo palpável e visual.

Agradecimentos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Poços de Caldas e Reitoria

Referências

- BRANCO, E.P.; ROYER, M.R.; BRANCO, A.B.G. A abordagem da Educação Ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. *Nuances*, v.29, n.1, p.185-203, 2018. doi: <https://doi.org/10.32930/nuances.v29i1.5526>
- BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. *Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999*. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília-DF, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 9 out. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Último acesso em: 15 jun 2021.
- DURIGAN DA LUZ, R.M.; BRISKI, S.J. Aplicação didática para o ensino da geografia através da construção e utilização de maquetes. *Rev. Geogr. Am. Central.*, v.2, p.1-20, 2011.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- GUIMARÃES, M.; VASCONCELLOS, M.M.N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. *Educar*, n.27 p.147-162, 2006. doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-40602006000100010>
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v.1, n.14, p.85-93, 2000.
- KFOURI, S.F. et al. Aproximações da Escola Nova com as Metodologias Ativas: ensinar na era digital. *Rev. Ens., Educ. Ciênc. Hum.*, v.20, n.2, p.132-140, 2019. doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2019v20n2p132-140>.
- LIMA, V.B; ASSIS, L.F. Mapeando alguns roteiros de trabalho de campo em Sobral (CE): uma contribuição ao ensino de Geografia. *Rev. Casa Geog.*, v.6/7, n.1, p.109-121, 2004/2005.
- LOPES, T.S.; ABÍLIO, F.J.P. Educação ambiental crítica: (re) pensar a formação inicial de professores/as. *Rev. Bras. Educ.* *Amb.*, v.16, n.3, p.38-58, 2021.
- LOUREIRO, C.F.B. Educação ambiental transformadora. *Amb. Educ.*, v.8, p.37-54, 2003.
- LOUREIRO, C.F.B. Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. *Educ. Soc.*, v.26, n.93, p.1473-1494, 2005.
- MENEZES, J.P.C.; FONSECA, S.S.; PEDREIRA, A.J.L.A. Uma análise teórica sobre a temática hídrica em livros didáticos de Biologia do PNLD 2018. *Ensino em Re-Vista*, v.27, n.3, p.1155-1180, 2020. doi: <https://doi.org/10.14393/ER-v27n3a2020-16>.
- MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.
- NASCIMENTO, T.E.; COUTINHO, C. Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências. *Multiciênc. Online*. v.2, n.3, p.134-153, 2016.
- PEREIRA, K.A.B.; BITTAR, M.; GRIGOLI, J.A.G. *A transversalidade e a interdisciplinaridade em educação ambiental: uma reflexão dentro da escola*. Disponível em <https://docplayer.com.br/7731151-A-transversalidade-e-a-interdisciplinaridade-em-educacao-ambiental-uma-reflexao-dentro-da-escola.html>. Acesso em: 20 jul. 2021.
- PITANO, S.C.; ROQUÉ, B.B. O uso de maquetes no processo de ensino aprendizagem segundo licenciandos em Geografia. *Educ. Unisinos* v.19, n.2, p.273-282, 2015. doi: <https://doi.org/10.4013/edu.2015.192.7669>.
- REIGOTA, M. *O que é Educação Ambiental*. São Paulo: Brasiliense, 2014.
- RODRIGUES, G.S.S.C.; COLESANTI, M.T.M. Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. *Soc. Nat.*, v.20, n.1, p.51-66. 2008.
- SANTOS, R.S.S. Disciplinas de Educação Ambiental nos Cursos de Licenciatura: potencialidades e desafios. *Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos*. v.6, p.170-180, 2018.
- SILVA, A.C.M. et al. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. *Arquivos do MUDI*, v.21, n.02, p.20-31, 2017.
- ZANIN, E.; BICHEL, A. A importância das ferramentas tecnológicas para o processo de aprendizagem no Ensino Superior. *Rev. Ens. Educ. Ciênc. Hum.*, v.19, n.4, p.456-464, 2018. doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2018v19n4p456-464>

Anexo: A

Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas:

Turmas 2015 e 2016. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1NtQ0bDRuYD3uX4mnTsvMk8_jf6MIYcP7/view>.

Turmas 2017 e 2018. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1hwTeX_LBmJsf4TsTuBv7jkZeadaf8SN/view>.

Turma de 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/12ZEIAFoV9Cz3QJXToOnilcpSCrb85_7h/view>.

Turmas a partir de 2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1E99Ajq3jaY5A1fhWoV7NV7C95mbSXA5i/view>>.

Projeto Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental:

Turmas 2014 e 2015. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1KSkLyztrNV33EILTPNgiwNURUHFfLb3q/view>>.

Turma de 2017. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/>>

1rFMZEmggH7eBGP7Dl4R6W33TAhzYe4e9/view>.

Turma de 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/12ZhRdb2Yz_Oed_JDgoxbsgCjdb3vnDBI/view>.

Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Geografia:

Turmas de 2015 e 2016. Disponível em: < <https://drive.google>.

com/file/d/1LSVvA7Qatr-D5o5Xk2vE062YxRP4Vgzn/vie

Turmas de 2017 a 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1qaa6roYwVt_9jIXCBCoQf5PDtFvAz8b8/view>.

Turmas a partir de 2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1pHxOykUEb1zM25QypOVAz4e5ue15KYgN/view>>.