

Engenharia didática reversa e o desenvolvimento da matemática mista usando o software GeoGebra na formação de professores para o campo

Renata Lourinho da Silva¹
Universidade Federal do Pará

Renato Borges Guerra²
Universidade Federal do Pará

RESUMO

Este trabalho consiste em mostrar a Engenharia Didática Reversa (EDR) proposto como dispositivo teórico-metodológico para a formação inicial e continuada de professores para o campo como provedora de condições para o desenvolvimento de práticas da matemática mista. Para isso, foi realizado observações sobre um curso de formação continuada de professores para o campo que contou com a participação efetiva de dois mestres produtores de matapi com vista a promover a integração do tempo comunidade e tempo escola. Os resultados desta pesquisa confirmam a hipótese da EDR como provedora de práticas da matemática mista, em particular favorecida pelo uso do GeoGebra, e apontam necessidades de pesquisas empíricas futuras para avaliações da EDR como metodologia de ensino e aprendizagem para as escolas do campo, além da modelagem matemática escolar.

Palavras-chave: Engenharia Didática Reversa; GeoGebra; Matemática mista; Formação de professores.

Reverse didactic engineering and the development of mixed mathematics using GeoGebra software in the training of teachers for the field

ABSTRACT

This study aimed to show the Reverse Didactic Engineering (EDR), proposed as a theoretical-methodological device for the initial and continuing training of teachers for the rural area as a provider of conditions for the development of mixed mathematics practices. To this end, observations were made on a continuing teacher training for the rural area, which counted on the effective participation of two master producers of matapi in order to promote the integration of community time and school time. The results of this research confirm the hypothesis of EDR as a provider of mixed mathematics practices, in particular, favored by the use of Geogebra, and shows the need for future empirical studies to assess the EDR as a teaching and learning method for rural schools, in addition to school mathematical modeling.

Keywords: Reverse Didactic Engineering; GeoGebra; Mixed mathematics; Teacher training.

La ingeniería didáctica inversa y el desarrollo de matemáticas mixtas utilizando el software GeoGebra en la formación de profesores para el campo

RESUMEN

Este trabajo consiste en mostrar la Ingeniería Didáctica Inversa (EDR) propuesta como dispositivo teórico-metodológico para la formación inicial y continua de docentes para el campo como proveedora de condiciones para el desarrollo de prácticas matemáticas mixtas. Para ello, se realizó la observación de un curso de formación continua docente para el campo, que contó con la participación efectiva de dos maestros productores de matapi para promover la integración del tiempo comunitario y el tiempo escolar. Los resultados de esta investigación confirman la hipótesis de EDR como proveedor de prácticas matemáticas mixtas, en particular favorecidas por el

¹ Doutora em Educação Matemática e Ciências pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora na Secretaria Municipal de Cametá (SEMEC), Cametá, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Travessa São Joaquim, 1565, Primavera, Cametá, PA, Brasil, CEP: 68400-000. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9094-9137>. E-mail: renatalourinhodasilva@mail.com.

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor do Instituto de Educação Matemática e Ciências-IEMCI/UFPA, Belém, PA, Brasil. Endereço para correspondência: Rua dos Tiradentes, 700 - Reduto, Belém, Pará, Brasil, CEP: 66053-330. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9228-2337>. E-mail: rgufpa@gmail.com

uso de Geogebra, y señalan la necesidad de futuras investigaciones empíricas para evaluaciones de EDR como metodología de enseñanza y aprendizaje para escuelas rurales, además de modelado matemático escolar.

Palabras clave: Ingeniería Didáctica Inversa; GeoGebra; Matemáticas mixtas; Formación de profesores.

INTRODUÇÃO

A formação de professores para o campo, seja inicial ou continuada, deve contemplar o trabalho dialógico entre o tempo comunidade e o tempo escola, como propõe DOEDEC (BRASIL, 2012) e, nesse sentido, iniciativas a luz da Pedagogia da Alternância buscam se consolidar, embora os professores do campo ainda manifestem grandes dificuldades em trabalhar de maneira relacionada o tempo escola e tempo comunidade e vice-versa.

Essa realidade deixa muito distante o objetivo pedagógico do ensino da atividade do campo integrada à atividade da escola, como destaca o estudo de Molina e Rocha (2014) quando afirma que ainda se tem um caminho a percorrer com relação aos cursos em desenvolvimento para a educação do campo, pois eles precisam criar condições aos professores para que se possa atuar nos contextos escolares e não escolares (SILVA; GUERRA, 2019).

Nesses termos, a tarefa de articulação dialógica entre saberes comunitários e saberes disciplinares da escola básica se constitui como uma problemática didática primordial aos professores da educação do campo, senão da escola fundamental.

A problemática geral de formação de professores, relativo aos saberes que vivem ou podem viver nas escolas, tem sido enfrentada a luz da Teoria Antropológica do Didático, daqui em diante TAD, por meio de Percursos de Estudo e Pesquisa (CHEVALLARD, 2009c), sendo visto daqui para frente como PEP, que ganhou novos contornos especificamente para a formação de professores para o campo proposto por Silva (2019) a partir da noção de Engenharia Didática Reversa - EDR.

Silva (2019) apresenta a EDR como uma organização praxeológicas complexa (SODRÉ, 2019), no sentido de admitir a presença de uma multitude de saberes, sobretudo, saberes práticos, que agem, sem necessariamente serem visíveis, nas práticas sociais que se desenvolvem no interior de atividades humanas do campo.

De outro modo, segundo Silva e Guerra (2019), a EDR herda as características de um PEP, no entanto assume esse percurso com duas fases: a fase identificada de desconstrução, em que a prática social é estudada com ênfase no domínio de saberes práticos do campo, mas não somente, e; a fase de reconstrução dessa prática, em que ela é estudada a luz dos saberes escolares, porém sem perder de vistas os saberes úteis e indispensáveis, disciplinares e não disciplinares.

Nesse sentido, a EDR ajuda a responder diferentes tipos de questionamentos sobre as práticas estudadas, inclusive sobre como uma prática social do campo pode ser modificada para alargar seu alcance e contribuir para a qualidade de vida do povo que realiza essa prática no campo, no sentido de criar condições para a concepção e execução de projetos para o desenvolvimento dessa prática para o campo, como refere Molina e Rocha (2014), Caldart (2009).

No contexto das práticas sociais do campo que manipulam saberes que são reconhecidos, de algum modo, pela comunidade do campo como saberes da matemática escolar, Silva (2019) mostrou que a EDR se constitui em dispositivo metodológico para a construção

de respostas ao problema de integração do tempo escola e tempo comunidade, tornando-os um só tempo, chamado de tempo de estudo.

Este artigo objetiva mostrar que, nesse contexto, a EDR se constitui também como metodologia de construção práticas como organizações de saberes disciplinares e não disciplinares, que se inserem nas atividades da matemática mista e, não menos importantes, da modelagem matemática escolar.

ENGENHARIA DIDÁTICA REVERSA E A MATEMÁTICA MISTA

Um PEP comporta diferentes trajetórias, individuais e coletivas, que pode relacionar campos de saberes distintos, por isso, chamado de multidisciplinar, que possibilita a entrada de saberes acadêmico, ou não, que podem estar, ou não, nas disciplinas escolares, pois as questões são levantadas de modo não determinado a priori, mas construídas ou modificadas ao longo do desenvolvimento do percurso individual e coletivo dos sujeitos (CHEVALLARD, 2009b). Esses questionamentos constituem a condição de existência e de funcionamento do PEP, pois criam situações cujas respostas podem criar ou modificar práticas que irão levar a novos questionamentos (CHEVALLARD, 1999).

Nesse contexto, a EDR é um PEP que se desenvolve em duas fases. A primeira fase é da desconstrução da prática social em estudo com subsídio dos mestres práticos, que é seguida, em segunda fase, da reconstrução da prática em estudo com auxílio dos saberes escolares.

A reconstrução objetiva aperfeiçoar a prática com a participação de saberes da escola, que podem não estar no currículo da escola do campo, estendendo-se a campos de saberes distintos não disciplinares e disciplinares (SILVA, 2019) e, sobretudo, nesse caso, com a matemática.

Esse modo de articular e integrar saberes matemáticos e não matemáticos, característicos da segunda fase da EDR a faz integrar-se no campo praxeológico da matemática mista, no sentido de Chevallard (2013), pois congrega a relação do concreto com o abstrato e vice-versa, e se difere, com isso, da matemática aplicada (SILVA, 2019).

Para além disso, a EDR por está fundamentada na TAD que busca modelar sistemas empíricos, nos leva para fora da sala de aula, isto é, para as diferentes práticas sociais, questionando os diferentes saberes, em particular, a matemática.

Chevallard (2013) reporta-se de Francis Bacon para falar sobre matemática mista envolver situações não matemáticas, com magnitudes concretas, como exemplo, a geometria prática. Entretanto, alerta sobre o cuidado que se deve ter, pois nem tudo que está em uma prática social pode ser matematizado, inclusive a própria prática.

Segundo Chevallard (2009a) há uma tendência muito expressiva em algoritmizar as coisas do mundo concreto, ou seja, em se olhar as coisas e dizer que tem matemática em tudo, sem ao menos levantar questionamentos sobre a existência dessas coisas. Nesse sentido Bourdier (1996) alerta que os sentidos podem nos enganar e assim devemos ter o cuidado quando fizermos uma pesquisa empírica, pois se pode cair em ilusão de ótica.

Chevallard (2013) diz que não se pode pensar a matemática mista como sendo matemática aplicada, pois a mista é articulação dos saberes não matemáticos com os saberes matemáticos, e com isso, faz uma crítica aos matemáticos, que rejeitam misturar-se com os problemas práticos da vida cotidiana, em que:

A passagem da matemática mista a matemática aplicada marca um distanciamento por parte dos matemáticos. Aplicar a matemática, por que não? Mas misturar, sem mas, a uma matemática distinta mistura-se com ela, jamais. Desta forma, um habitus matemático muito antigo se converteria matematicamente incorreto (CHEVALLARD, 2013, p. 61).

Chevallard (2013, p. 46-48) mostra que um problema de geometria prática leva a um problema de geometria teórica: “Como medir um diâmetro da tábua na teoria circular da mesa? E com isso, conclui que (...) de tal maneira, atrás do problema de geometria prática, tem um problema de geometria teórica”.

Em outras palavras, Chevallard (2013, p. 58) ressalta que:

Pensar em termos de matemática mista, em primeiro lugar, ir para o contato com o mundo, não ter medo de conviver com ela, procurar por essa miscigenação (...) o que chamo de Organização Matemática Mista (OMM), é fruto de semelhante hibridização.

Para, além disso, Chevallard (2013) diz que a matemática mista requer bastantes esforços para que impulse a perfeição das ciências e das artes, como a escultura das pedras, as ciências dos relógios de sol. Sua origem está na ciência da Grécia antiga, desenvolveu-se sob a égide da revolução científica dos séculos XVII e XVIII, relacionada aos trabalhos de Isaac Newton e sendo que Isaac, para estudar os fenômenos físicos, usava noções de engenharia, matemática, etc. (CHEVALLARD, 2013).

Portanto, a EDR além de ser um dispositivo de formação docente, também é um método de estudo e investigação que possibilita encontros com organizações praxeológicas da matemática mista, conectando o mundo concreto com o abstrato, ou seja, promove uma mistura, uma hibridização (CHEVALLARD, 2013).

Nessa perspectiva, a EDR ao promover o trabalho com a matemática mista mostra que os saberes matemáticos condicionam e são condicionados por outros saberes. De outro modo, o ensino da matemática está subordinado, nessa compreensão, as atividades que se fazem envolvendo objetos reconhecidos pela sociedade em que se insere esse tipo de escola (SILVA, 2019).

A EDR COMO GERADORA DE PRÁTICAS DA MATEMÁTICA MISTA

Defendemos que a EDR, nos contextos com matemática, promove uma epistemologia artificial sobre uma prática com matemática quando se questiona o jeito de fazer e pensar essa prática.

Para mostramos nossa assertiva no campo empírico, tomamos as observações realizadas em curso extensionista “construção e uso do matapi: diálogos entre tempo escola e tempo comunidade” que fora construído em concordância e interesse da comunidade do campo de Pacuí de Cima, do município paraense de Cametá, pois consideravam que a prática de fabricação de matapis tradicionais confeccionado com talas de jupaty, 3 estaria desaparecendo e que muitos jovens não a conheciam.

Esse curso foi realizado com 10 professores, dos quais 4 pedagogas que lecionam em turma de multisseriado nos anos iniciais do ensino fundamental; 5 professores que lecionam

³ Jupaty - É feito de talas de Jupaty (*Raphia taedigera*), um tipo de palmeira extraída na floresta (MORAES, 2005).

nos anos finais do fundamental com as disciplinas: Português, Matemática, Ciências Naturais, e História pela Faculdade de matemática/Campus Universitário do Tocantins Cametá /UFPA para revelar a EDR como dispositivo didático de integração do tempo comunidade com o tempo escola, segundo as condições preconizadas para a realização de um PEP, e como formação continuada multidisciplinar de professores para o campo, com direção de estudo de produtores de matapis, reconhecidos na comunidade como mestres, além da pesquisadora e seu orientador.

As análises mostradas a seguir foram encaminhadas seguindo as duas fases da EDR e sobre situações que segundo os professores em formação envolviam direta ou indiretamente a matemática escolar, inclusive quando recorreram ao de uso computacional com auxílio de *software* GeoGebra.

A primeira fase da EDR (desconstrução)

No total foram realizados 13 encontros, combinados entre comunidade de Pacuí de Cima e Campus UFPA Cametá, sendo que nos três primeiros, os professores construíram matapis a partir dos ensinamentos de José 4(mestre produtor de matapi).

A contar do 4º (quarto) encontro, usamos a transposição didática do saber que partiu da prática de construção do matapi (concreto) realizado pelos professores com ajuda de José e com isso, levantamos algumas questões para o estudo. As cinco primeiras questões envolveram saberes do campo da matemática, tais como: *Comprimento e altura do matapi? Distâncias entre as talas? Distâncias entre as línguas*⁵? *Diâmetro menor da língua? Diâmetro maior da língua?*

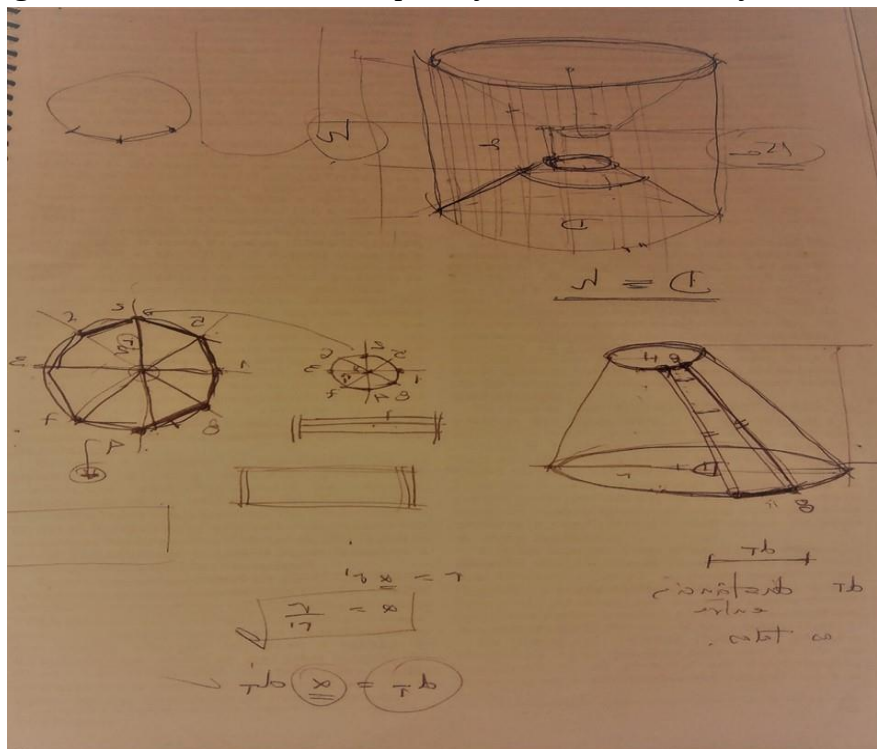
Para estudar essas questões foram necessários que os professores usassem medidas padronizados como a fita métrica para fazer o processo da contagem das talas, medir o comprimento, altura, distâncias entre as talas, entre as línguas do matapi, diâmetro. Dessa maneira, para ajudar no entendimento dessas noções, o orientador da formação fez um desenho de um possível aperfeiçoamento do matapi, introduzindo na formação estudo de obras sobre cilindro reto, equilátero, e sugeriu que se aumentasse o volume da esfera, poderíamos construir um novo matapi na forma equilátera, e talvez capturaria mais camarões.

Para além disso, essas questões contribuíram para a elaboração textualizada de como se faz um matapi na segunda fase da EDR (reconstrução), conectando os saberes culturais com os disciplinares: Matemática, Português, História, Geografia, Ciências, Arte, Religião, Física.

⁴ Nome fictício e corresponde ao gênero.

⁵ Termo usado pela comunidade de Pacuí de Cima e se assemelha a forma de um funil

Figura 1 – Desenho inicial de aperfeiçoamento da construção do matapi



Fonte: Dados da pesquisa

Esse desenho inicial impulsionou a EDR para a necessidade de trabalhar com a matemática mista, relacionando os saberes culturais sobre a construção e uso do matapi, e abstraindo deles outros saberes como os da Matemática (noções de cilindro, segmentos, distâncias, volumes, esferas, tronco de cones, diâmetros etc.); que por sua vez encaminhou ao estudo de outros saberes do campo da Física (influência do fluxo da água, quando o matapi está em uso); da História (tipo de matapi); das Ciências Naturais (tipo de ambiente), mas que somente se potencializou com o uso do GeoGebra.

A partir daí, mostramos o referido desenho em sala para os participantes, então dissemos que podíamos tentar fazê-lo no GeoGebra, com isso, a professora Priscila ⁶que tem domínio com o programa, conseguiu materializar a prática concreta em abstrata, e assim no 6º encontro ela apresenta aos colegas o modelo de matapi, e os ensinou cada passo da construção usando o GeoGebra. Dessa maneira, os ajudou a entender algumas noções sobre cilindro, volume, distâncias, comprimento, círculo, diâmetro, raio, pois como a formação foi multidisciplinar tínhamos professores de distintas áreas como vimos anteriormente e alguns deles não entendiam essas noções.

No entanto, antes de iniciar a aula, Priscila diz a turma que a construção do matapi no GeoGebra é realizado de forma diferente daquele manualmente, mas essas diferenças vão sendo percebidas pelos colegas ao longo do processo, não é revelado por ela a priori, que é uma das características da EDR o saber ser construído em ato.

Priscila: *Vou fazer essa construção do matapi no GeoGebra, mas que é um pouquinho não, praticamente, totalmente diferente da construção manual, que vocês fazem. Essa*

⁶ Nome fictício e corresponde ao gênero.

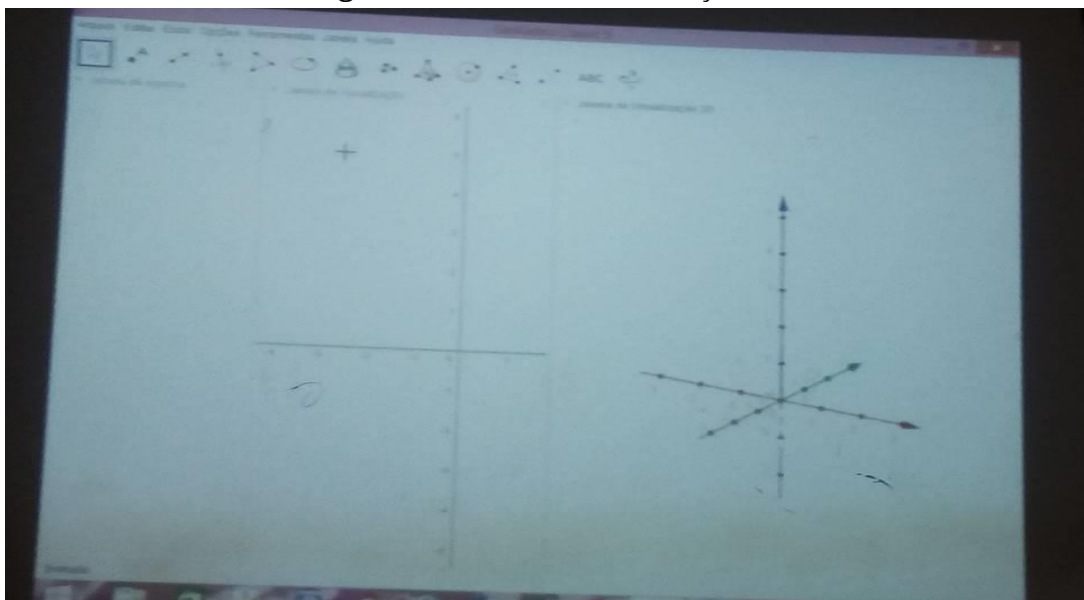
versão é do GeoGebra 5.0, mas tem outra versão mais avançada o 6.0. Só que o 6.0, eu achei mais complicado que esse aqui.

Dessa forma, Priscila mostra cada passo da construção do matapi feito no GeoGebra, anterior a isso, ela o construiu primeiramente na prática com ajuda de José, por isso, constrói um modelo constituído por segmentos de retas, que lembram as talas de jupaty e não de garrafa petes, uma vez que José rejeita essa prática devido agressão ao meio ambiente, em consonância ao que Araújo, et al (2014) dizem sobre matapis de garrafas petes e o tempo da decomposição do material no rio que é maior do que os de talas de jupaty. Além disso, seguiu as observações presentes na figura 1, congregando os saberes culturais com os escolares.

Passos da construção do matapi no GeoGebra

1º Passo: Para a construção do matapi no geogebra, precisamos abrir a janela de visualização 3D.

Figura 2 – Janela de visualização 3D



Fonte: Dados da pesquisa

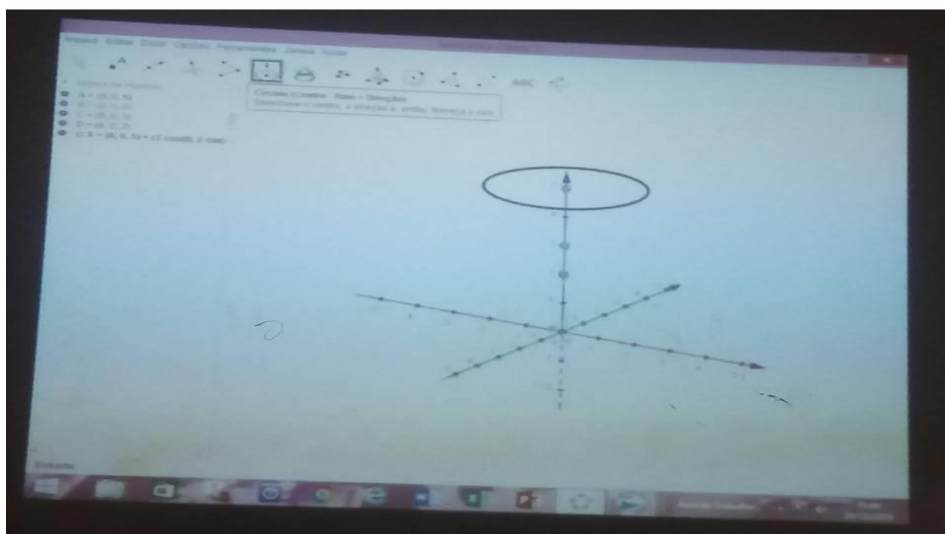
Carlos⁷: *No caso aí é X, Y e Z?*

Priscila: *É., mas aqui no caso não este marcado, tá marcado 5 no ponto A que é base principal, foi marcado 0 que é a outra base, o 3 que é o diâmetro menor e o 2, depois desses quatro pontos, tem essa opção aqui de círculo, centro, raio e direção. Para fazer esse matapi que é maior que o normal, eu vou fazer as bases dele com 2 e raio 2, se fosse esse nosso que construímos manualmente dava para fazer 1, 5 para poder ficar um matapi reto.*

2º Passo: Dentro da janela 3D temos o *Menu ferramenta*, nesse menu clicamos na **opção ponto** e marcamos quatro pontos no eixo. O ponto **A** vamos marcar no eixo, na altura 5 (preferência ímpar). O ponto **B** marcamos no eixo 0 (zero). O ponto **C** e **D** i marcamos no número (três) 3 e (dois) 2 respectivamente. Segue imagem abaixo:

⁷ Nome fictício e corresponde ao gênero.

Figura 3 – Marcação dos quatro pontos no eixo



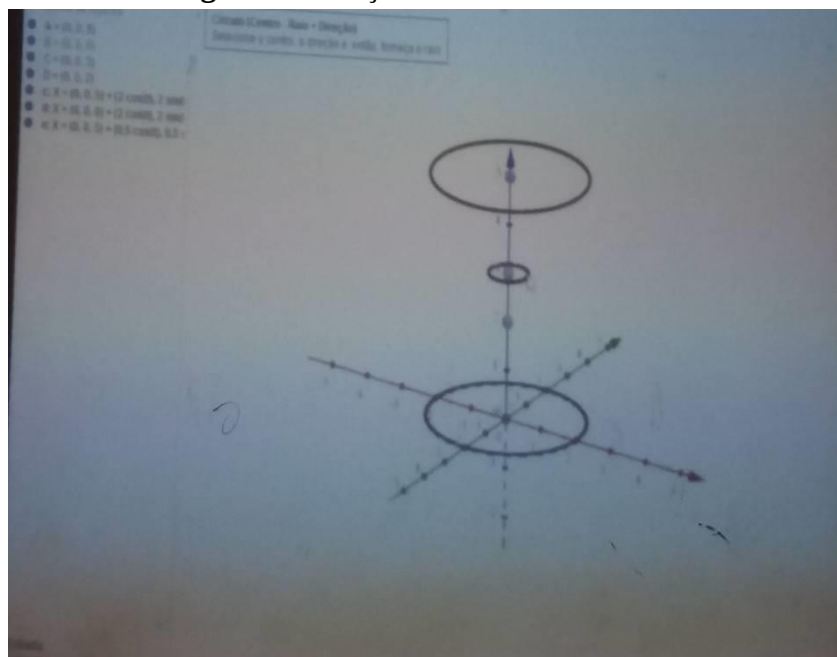
Fonte: Dados da pesquisa

3º Passo: criados os pontos **ABCD**, clicamos na opção **círculo (centro- Raio + Direção)** para fornecer o raio de cada ponto. Nos pontos **A** e **B** determinaremos a grossura e a base do matapi.

Neste exemplo, Priscila forneceu um raio de 1,5. Em seguida, se clica novamente no ícone da opção **círculo (centro- Raio + Direção)** e o mesmo processo é realizado para os pontos **C** e **D** com o círculo menor de raio 0,5.

Depois da construção desses passos, Priscila mostra que se pode perceber a língua do matapi, fechando essa entrada com os polígonos. Essa língua, como dito anteriormente lembra tronco de cone, como posto por Araújo, et. al. (2014).

Figura 4 – Traçando os raios do círculo

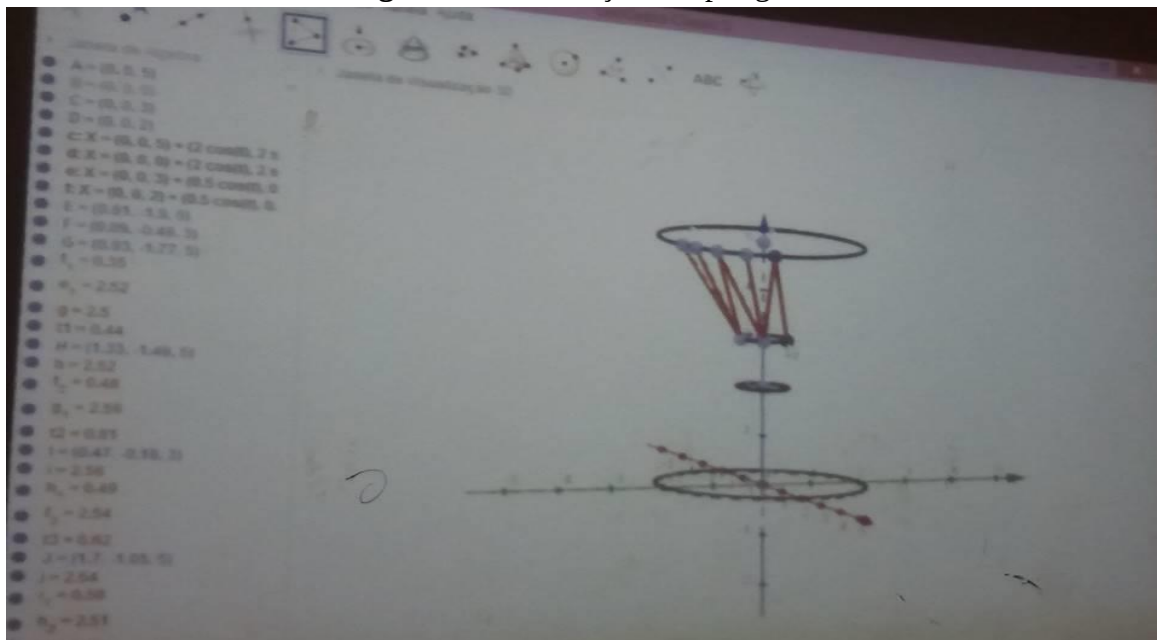


Fonte: Dados da pesquisa

4º passo: Agora clicar na **opção polígono** para fechar a entrada do matapi.

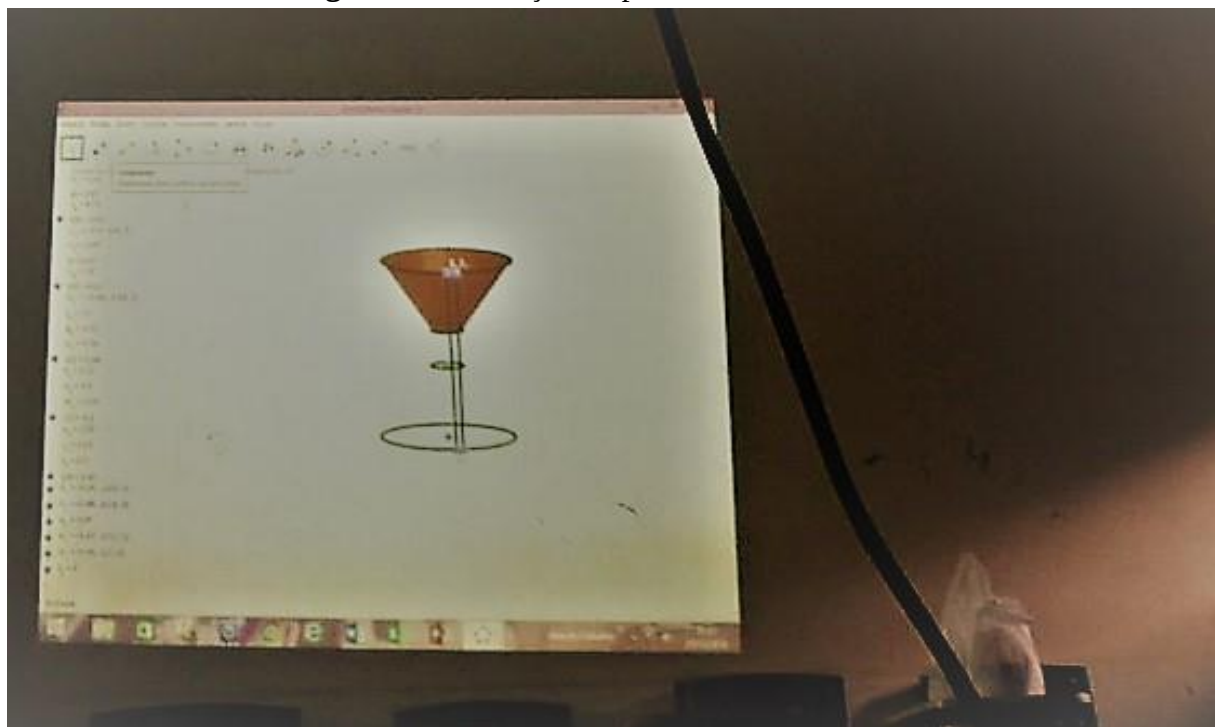
Depois da construção dos polígonos, clicamos com o botão direito em cima deles e clicamos na **opção propriedade na opção cor**.

Figura 5 – Construção dos polígonos



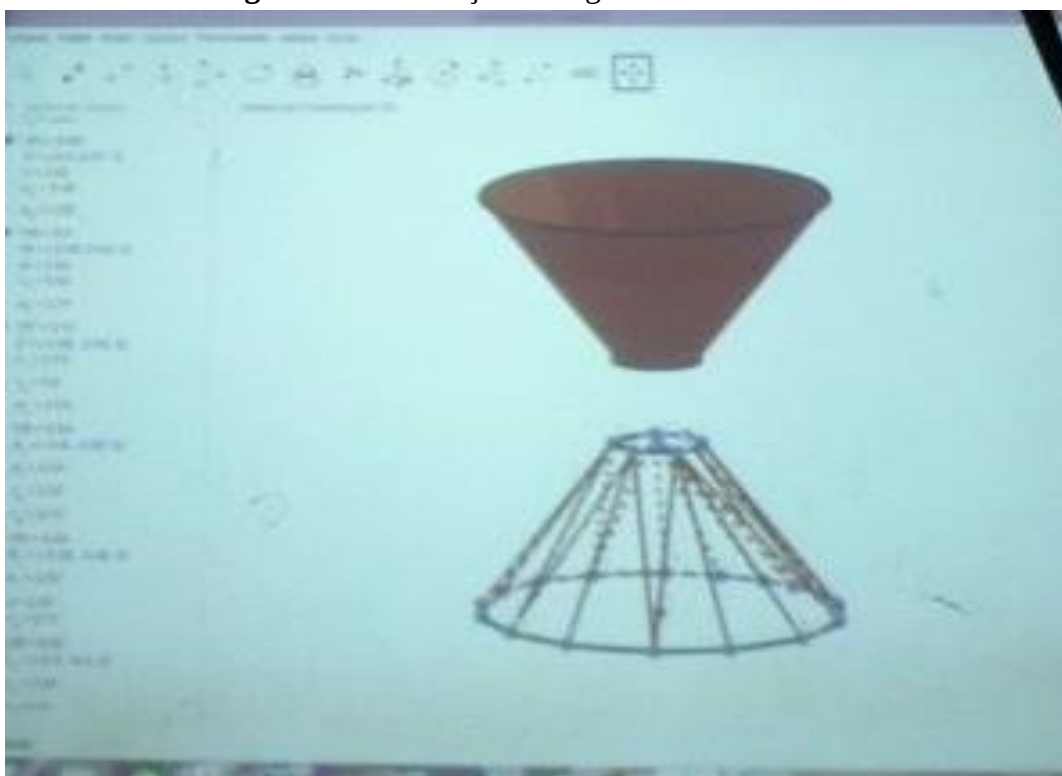
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 6 – Formação do primeiro tronco de cone



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 7 – Construção do segundo tronco de cone



Fonte: Dados da pesquisa

Carlos: *Essas bolinhas aqui são os pontos, é para excluí-los, né?*

Priscila: *É. A gente desmarca essas bolinhas, que formam os triângulos, não sei se vocês estão entendendo.*

Carlos: *Sim, já entendemos.*

Priscila: *Aí a gente vai ter a ideia de quantos polígonos a gente fez. Quantas talas seu José o senhor usa nessa língua aí?*

José: *Dependendo do tamanho. Esse aqui é 44, são 22 talas, por que o matapi é 44, varia, às vezes, 23, 24. Ele dá praticamente o mesmo trabalho que esse aqui, agora já tem 22, 23, deu 24 talas.*

José menciona que a quantidade de tala do matapi influencia na quantidade de tala da língua. Se forem 44 talas que se usam para a formação do tapete, então a quantidade de tala da língua será entre 22, 23, 24, pois ele usa a técnica de duas em uma, se for uma a uma seria próximo de 43, 44.

Dando continuidade à apresentação, Priscila mostra as distâncias entre as talas.

Priscila: *Essas distâncias entre as talas são de 5 mm.*

Sofia:⁸ *Agora tem que fazer a mesma coisa com o de baixo.*

Priscila: *Usei o segmento de reta para fechar aqui, porque se fosse uma reta não daria, porque se pegar a reta perpendicular aqui, vai pegar todinho, se eu trancar ela.*

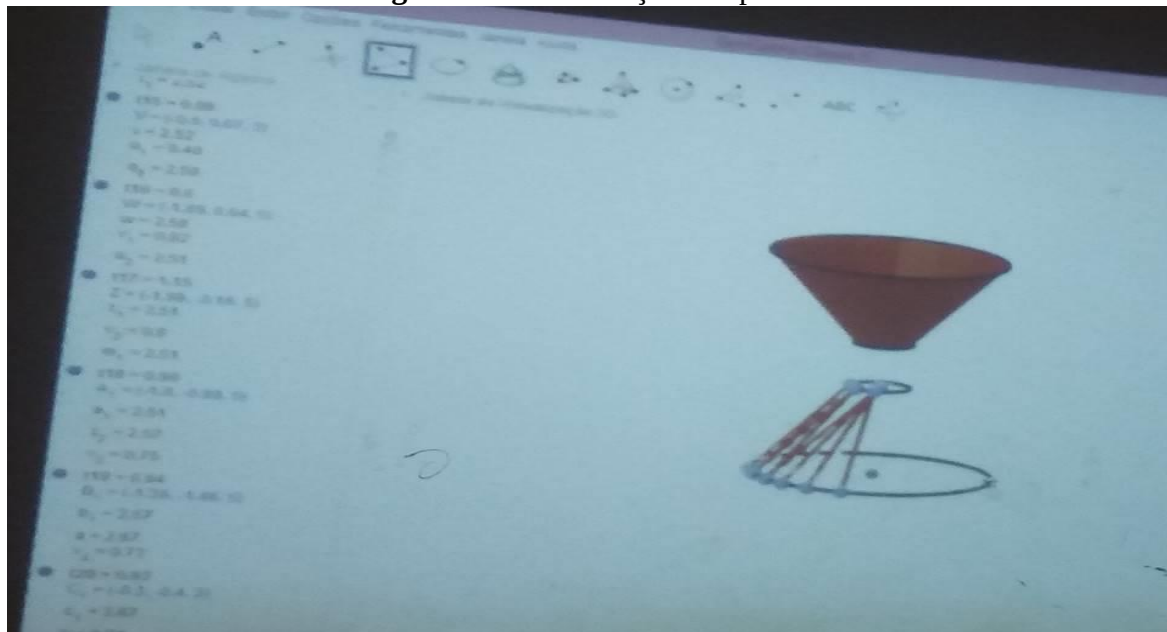
⁸ Nome fictício e corresponde ao gênero.

Tatiane⁹: *Se aumentar a distância, vai aumentar o comprimento?*

Priscila: *Da tudinho aqui 63, porque quanto mais esticar as distâncias vão ser maiores, a distância deve ser padrão, com certeza.*

5º Passo: Após inserir a cor e aumentar a visibilidade, devemos ir à janela de álgebra e desmarcamos os pontos, menos os pontos t_1 , t_2 , t_3 e t_n e os pontos dos círculos.

Figura 8 - Desmarcação dos pontos



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Sofia: *Aí tá acontecendo o inverso, aí ela tá construindo primeiro as línguas, e depois ela vai construir o tapete, e o manual como a gente fez o matapi, a gente fez primeiro os tapetes, depois as línguas para finalizar ele, ela vai finalizar com a construção do tapete para fechar ele e finaliza essa diferença do manual para o virtual. Esse foi o método que ela encontrou para fazer a construção.*

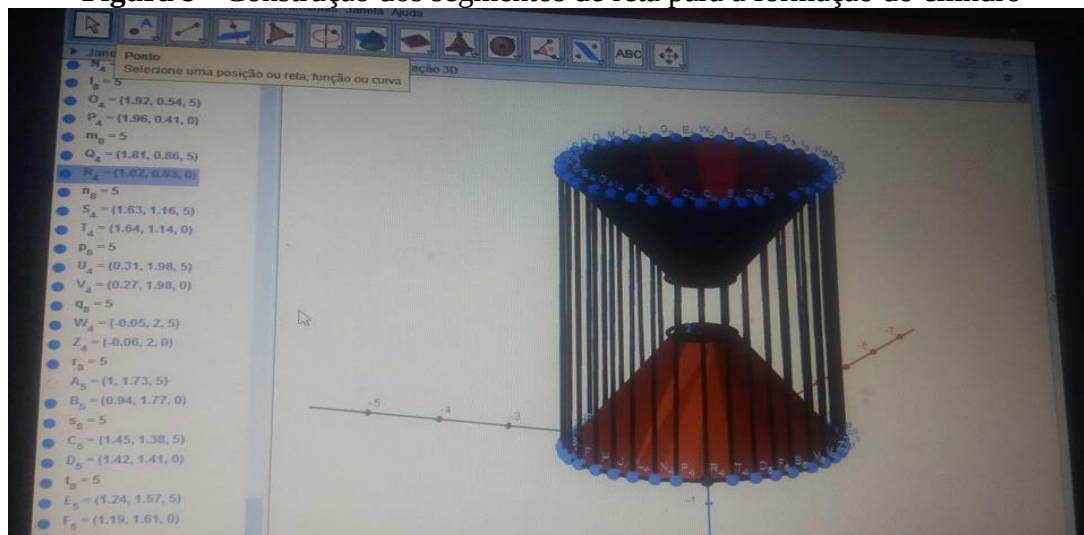
Nesse diálogo, Sofia explica aos colegas algumas diferenças que observou entre os matapis do concreto e o virtual (abstrato), sendo que o concreto se inicia pelo tapete, em seguida, acontece o tecimento da língua, em contrapartida, o virtual começa pela língua, e por conseguinte o tapete, então há uma inversão nesse processo de construção, ou seja, se observa os saberes culturais de construção do matapi no concreto com os saberes matemáticos usados para o desenvolvimento do virtual, que permitiu variação do saber nessa construção, adentrando com isso, para o campo da física, da engenharia, da arte, da língua portuguesa, da história, da geografia e outros, evidenciando um trabalho de matemática mista.

6º Passo: Para fechar o matapi, clica-se na **opção segmento de reta**, clicando no círculo **A** e **B** para formar esse segmento. Quando formar o primeiro segmento, usa-se a opção ponto formando os pontos **E** e **F**. Depois de clicar na opção **círculo dados eixo e um de seus pontos**, selecionando o eixo em seguida os pontos criados pelo círculo.

⁹ Nome fictício e corresponde ao gênero.

Ao serem formados os círculos, os desmarque na janela de álgebra, em seguida, podemos continuar fechando o matapi clicando na **opção segmento de reta** até se fechar, como se fosse a geratriz de um cilindro. Depois de fechar o matapi, desmarque na janela de álgebra todos os pontos que o segmento de reta formou.

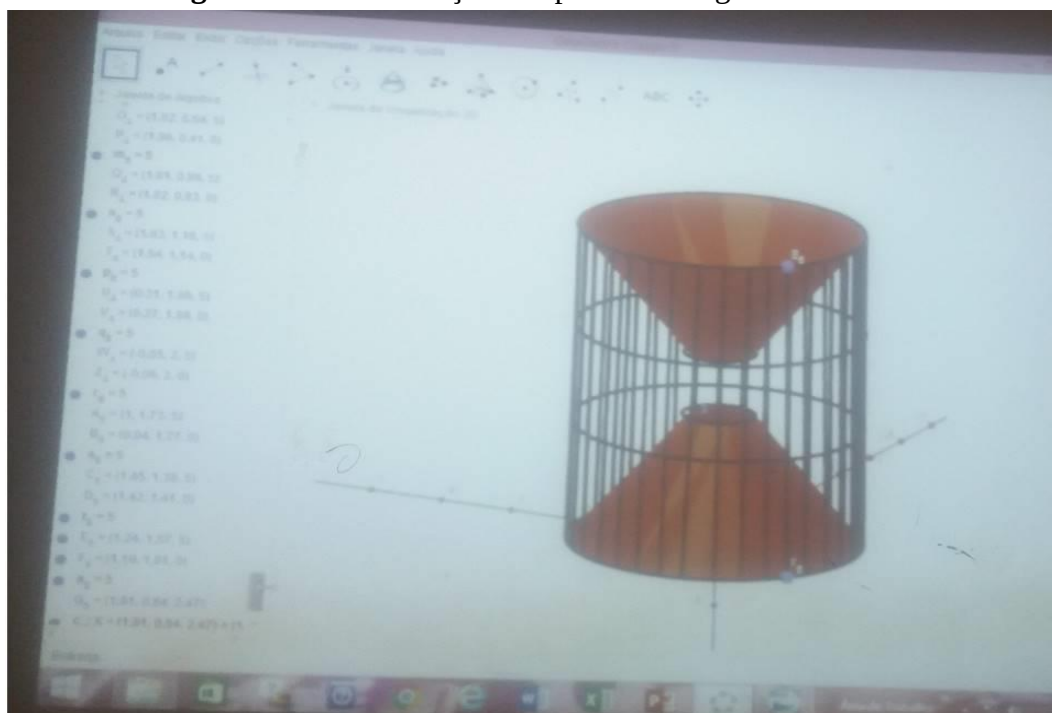
Figura 9 - Construção dos segmentos de reta para a formação do cilindro



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

7º Passo: Desmarcar os pontos do segmento de reta usamos a **opção polígono** para fazer a porta de saída dos camarões, finalizando a construção do matapi.

Figura 10 - Desmarcação dos pontos do segmento de reta



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 11 - Construção da janela que se coloca a isca



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Após a apresentação do matapi construído no GeoGebra, surgiram alguns questionamentos para melhorar a construção do mesmo. Conforme diálogos.

José: *Dá para fazer 70 por 41?*

Priscila: *Dá*

José: *Então, faça.*

O questionamento de José sobre 70 por 41, se refere ao tamanho /altura do matapi com 70 cm e a quantidade de tala 41.

Priscila: *70 das talas?*

José: *É o comprimento dele, a altura;*

Zeca: *É um mais grosso, mas com mesmo comprimento desse aí, é esse que tá aí. Aí ele vai ficar mais bonito.*

Priscila: *Aqui dá para aumentar.*

Carlos: *Ele está falando de 70, mas eu estou pensando na dimensão desse raio.*

Priscila: *A não ser que se mova esse ponto mais acima, tá movendo o eixo, mas não significa que vai dá 70 cm, o senhor entendeu? Mas vai subir mais.*

José: *Tem que subir mais.*

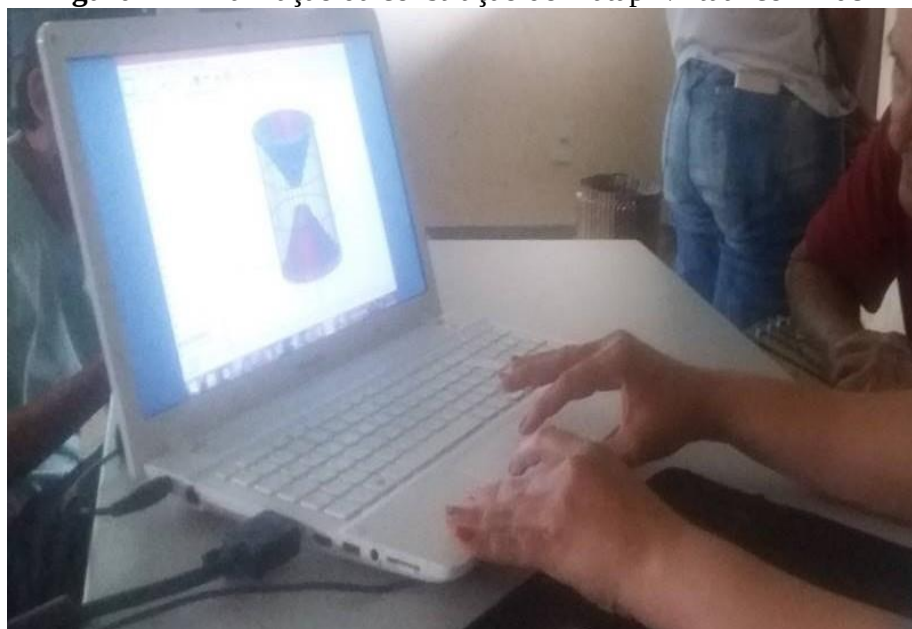
Priscila: *Vou tentar fazer aqui.*

Figura 12 - Segmento de reta aumentado aproximadamente em 70 cm



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 1 - Finalização da construção do matapi virtual com 70cm



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em síntese, Priscila, com ajuda de José e demais colegas, conseguiram aumentar o segmento de reta, formando com isso, um matapi com 70 cm de comprimento. Ao término desse encontro, José, com posse desse novo modelo de matapi construído no GeoGebra, ao chegar à sua casa, o construiu.

Segunda fase da EDR - Reconstrução do matapi por meio do GeoGebra

Na segunda fase da EDR, tivemos a construção textualizada de como se faz um matapi partindo dos saberes culturais de construção e uso, mas também introduzimos nele saberes disciplinares como os da matemática, a partir de modelos feitos no GeoGebra, por isso, o manual apresenta uma hibridização dos saberes culturais, como, por exemplo, o uso da palavra

língua, que lembram um tronco de cone; outro termo que utilizamos é o termo roda (recordam a forma de um círculo) que são produzidas com cipó de cebola braba ¹⁰ e agrachama ¹¹.

Enquanto os saberes disciplinares, como os de Matemática estão no uso de medidas padronizadas como a fita métrica para o cálculo de distâncias entre as talas e línguas, etc.; Ciências (tipo de fio de náilon); Geografia (valorização da cultura local), História (evolução dos matapis), Arte (beleza arquitetônica), Física (cálculo para fluxo de água), Química (tipo da água que influência na captura do camarão); Biologia (tamanho do camarão que influencia na construção das distâncias entre as talas).

Alistamos a seguir um recorte do manual construído a partir do auxílio do geogebra, constituindo-se com isso em uma Organização da Matemática Mista (OMM).

Modelo 1 de matapis construídos com auxílio do GeoGebra

Figura 14 - Matapi do modelo 1



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Construção do Tapete

- 53 talas de 70cm de comprimento, cortadas no formato duas em uma;
- 4mm distância entre as talas do tapete do matapi;
- 4mm ou 5mm fio de náilon;
- Dividir o tapete em quatro partes iguais, sendo a distância de um trançado para outro de

¹⁰ É um tipo de planta extraído da floresta. Nome científico *Clusia grandiflora* splitg, família Clusiaceae (SILVA, 2019)

¹¹ É um tipo de planta extraído da floresta- nome científico *Clytostoma binatum* (trunb). Sandwith. Família Bignoniaceae (SILVA, 2019)

21 cm. Em cada divisão, usar náilon de 2,20cm de comprimento;

- Comprimento x Altura: 74cm por 70cm.

Construção da Língua

- 24 talas nas línguas;
- Diâmetro da borda maior 22cm;
- Diâmetro da borda menor 3 cm;
- Comprimento da tala da língua 25 cm;
- Para o segundo trançado da língua, utiliza-se náilon tipiti de 3 capas e para o seu fechamento, utiliza-se náilon nº 36;
- A distância entre as duas línguas é de 25 cm.

Construção da Porta

- Abertura da porta: 8 cm por 19 cm;
- Cortar 06 talas para a porta;
- Utiliza-se 2 pedaços de náilon de 65 cm de comprimento para tecer a porta.

Modelo 2- Medidas de construção do matapi – Geogebra

Figura 15 - Matapi construído com auxílio do GeoGebra e náilon de 4mm



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Construção do Tapete (Medidas)

- Comprimento x Altura do tapete: 51cm por 94cm;
- 58 talas de 51 cm de comprimento que equivale aproximadamente 20 polegadas;
- 5mm distância entre as talas do tapete do matapi;
- Usar fio de náilon de 4mm ou 5mm em diante;
- Dividir o tapete em quatro partes iguais, sendo a distância de um trançado para outro de

06 cm. Em cada divisão, usar náilon de 2,20cm de comprimento.

Construção da Língua

- Usar 27 talas para a construção da língua, cortada no formato duas em uma;
- Diâmetro da borda maior 09 polegadas, equivalente a 23 cm;
- Diâmetro da borda circular menor 2,5 polegadas, aproximadamente 6cm;
- Comprimento da tala da língua de 24cm;
- A distância entre as duas línguas de 10cm, que equivale aproximadamente 4 polegadas;
- Para fazer o trançado da parte circular da borda menor, utiliza-se náilon tipiti de três capas e para o fechamento, utiliza-se o náilon nº 36.

Amarração das Rodas

- Utilizar o barbante enfiado na agulha palheta para reforçar a amarração de cada uma das rodas que compõe a parte interna do matapi, total 4 rodas;
- Usar esse mesmo processo para costurar a língua ao corpo do matapi.

Construção da Janela do Matapi

- Fazer o corte da janela entre as duas línguas;
- Fazer um corte de 8cm por 8cm;
- Utilizar 06 talas de 12 cm de comprimento para fazer essa janelinha;
- Para fazer a amarração da janela, utiliza-se 02 pedaços de náilon de 65cm.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A Engenharia Didática Reversa possibilita o engendramento do tempo escola e tempo comunidade em um só tempo, o tempo de estudo, por considerar a necessidade do estudo de uma prática do campo no interior da sala e externo a ela. Esse percurso de estudo revela os condicionamentos mútuos de diferentes saberes, escolares e práticos, que tornam possível a realização da prática em relação com outras práticas que dela dependem. Nesse caso, a prática de fabricação de matapi em relação a prática de pesca.

Os condicionamentos mútuos para a realização da prática estudada em relação com outras práticas, também condicionantes, revelaram saberes matemáticos dependentes de outros saberes não matemáticos e, portanto, de modo híbrido com outros saberes, por exemplo, uso do GeoGebra potencializou o estudo com o matapi e deixou claro a relação dessa prática concreta do campo com a construção abstrata, permitindo questionamentos sobre variações de comprimento e altura do matapi, distâncias entre as talas, distâncias entre as línguas, diâmetro e implicações sobre o uso desse instrumento.

Nesse sentido, o produto praxeológico da EDR sobre a construção e utilização do matapi se insere nas atividades da matemática mista (CHEVALLARD, 2013). Esse pensar é ratificado quando observando as experiências empíricas com essa prática, pois os saberes matemáticos da escola foram substancializados nas medidas dos matapis, nas contagens das talas, no

espaçamento entre elas, bem como da geometria teórica substantiada por meio da noção de cilindro reto e cilindro equilátero, tronco de cone, segmentos de retas, diâmetros, que por sua vez, encaminhou as noções trigonométricas sobre polígonos, raio, circunferência, cálculo de distâncias.

Para além dessas noções de matemática, os estudos envolveram a Língua Portuguesa quando foi discutido sobre a variação linguística da palavra matapi, língua, boca, roda; História sobre evolução dos matapis; Geografia, acerca do local onde se deve colocar o matapi; a Biologia sobre o tipo de comida, meio ambiente, tamanho do camarão; Arte sobre o modelo de construção; Religião sobre situações místicas do matapi panema (matapi que não captura camarão), Física sobre fluxo da água, influência da maré para a captura do camarão; Química sobre a cor da água que intervém na captura do camarão ser a noite e não ao dia, ou seja, houve uma hibridização desses saberes.

Enfim, até os movimentos realizados com o matapi virtual evidenciou um trabalho de matemática mista, pois permitiu experimentar o matapi físico correspondente de modo a responder questionamento sobre desenvolvimento sustentável, por exemplo, quando foi sugerido a construção de novos matapis com náilon de 4mm e 5mm em substituição ao 3mm que a comunidade comumente usava, devido os de 3mm capturar camarões mais miúdos do que graúdo (COSTA et al., 2016). Isso, por sua vez, encaminhou estudo de obras sobre o desenvolvimento sustentável, como o desmatamento, reflorestamento, preservação ambiental, tipo de comida que o camarão ingere, influência de hidrelétrica, etc. Em tudo, os saberes matemáticos atendiam intenções e interesses para além da matemática e, portanto, da matemática mista.

Os resultados aqui encontrados foram limitados à formação de professores para o campo e deixa aberto o questionamento sobre quais condições devem ser impostas sobre a EDR para que seja uma metodologia de ensino e aprendizagem de alunos das escolas do campo. Nesse mesmo sentido, das condições, como metodologia para o ensino e aprendizagem da modelagem matemática escolar.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Maria Vera Ferreira de et. al. Pesca e procedimentos de captura do camarão-da-Amazônia. **Biota amazônia**. Macapá, v. 4, n. 2, p. 102-112, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>> . Acesso em: 20 jul 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão - SECADI. **Educação do campo**: marcos normativos. Brasília: SECADI, 2012. 96p disponível em: <http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/bib_educ_campo.pdf> . Acesso em: 22 mar. 2018.
- BOURDIER, Pierre. **As regras da arte**: gênese e estrutura do campo literário. São Paulo: companhia das letras, 1996.
- CHEVALLARD, Yves. A análise das práticas na teoria antropológica da didactico1 de ensino. **Recherches em Didactique des mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221-266, 1999.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica**. 3 ed. Buenos Aires: Aique grupo, 2009a.

CHEVALLARD, Yves. **La TAD face au professeur de mathématiques**. Toulouse. 2009b.

CHEVALLARD, Yves. La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et éléments de réponses à partir de la TAD. in Margolinas et al.(org.) : En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV^a École d'Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). Recherches en Didactique des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage, v. 1, p. 81-108, 2009c.

CHEVALLARD, Yves. **La Matemática en la escuela**: Por una revolución epistemológica y didáctica. Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2013.

CALDART, Roseli Salete. Educação do campo: notas para uma análise de percurso. **Trabalho de educação**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.15- 64, maio/junho de 2009. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/pibidsociais/caldart>>. Acesso em: 25 de maio de 2017.

COSTA, Danilo Acatauassú da Silva et. al. seletividade do matapi nas capturas de *Macrobrachium amazonicum* no baixo rio Tocantins, Amazônia, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 42, n. 2. p. 403-417, 2016. Disponível em: <https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/42_2_10BIP-1194p403-417.pdf>. Acesso em: 10 de jun. 2018.

MOLINA, Mônica C.; Rocha, Maria Isabel Antunes. Educação do campo: história, práticas e desafios no âmbito das políticas de formação de educadores – reflexões sobre o prona e o procampo. **Revista Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v.22, n.2, p.220-253, jul. /Dez.2014. Disponível em: <<http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/index> > Acesso em: 22 abr. 2018.

MORAES, Sergio Cardoso de. **Saberes da pesca**: uma arqueologia da ciência da tradição. 2005. 230f. Tese (doutorado em educação) - Centro de ciências sociais aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005

SILVA, Renata Lourinho da. **Engenharia didática reversa como um dispositivo de formação docente para a Educação do campo**.2019. 300f.Tese (doutorado em educação matemática) – Instituto de Educação e Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

SILVA, Renata Lourinho da; GUERRA, Renato Borges. **O problema didático concreto do diálogo entre tempo escola e tempo comunidade na Educação do Campo**. REMATEC, v. 13, n. 29, p. 24-34, 3 jan. 2018. Disponível em: <<http://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/144>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.
DOI:10.37084/REMATEC.1980-3141.2018.n29.p26-45.id144

SODRÉ, Gleison de Jesus Marinho. **Modelagem matemática escolar**: uma organização praxeológica complexa.2019. 161f. Tese (doutorado em educação matemática) – Instituto de Educação e Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019

Submetido em: 14 de Outubro de 2020.

Aprovado em: 12 de Dezembro de 2020.

Publicado em: 18 de Janeiro de 2021.

Como citar o artigo:

SILVA, R. L.; GUERRA, R. B. Engenharia didática reversa e o desenvolvimento da matemática mista usando o software GeoGebra na formação de professores para o campo.

Revista de Matemática, Ensino e Cultura - REMATEC, Belém/PA, v. 16, n. 37, p. 26-45, Jan.-Abril, 2021. DOI: [https://doi.org/ 10.37084/REMATEC.1980-3141.2021.n37.p26-45.id314](https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2021.n37.p26-45.id314)