

Experienciando o laboratório de visualização matemática

– l@vim da UESC

Eixo Temático: Ensino e Aprendizagem de Matemática no Ensino Superior

Brunna Batista Costa. UESC. bbcosta.lma@uesc.br;
Tailane de Melo Santos. UESC. tmsantos.lma@uesc.br;
Kaio César de Santana Ferreira. UESC. kcsferreira.lma@uesc.br;
Rosane Leite Funato. UESC. rlfunato@uesc.br;
Afonso Henriques. UESC. henry@uesc.br.

RESUMO

Um Laboratório de Visualização Matemática, pode ser entendido como um espaço físico institucional propício para estudos, investigação, elaboração e construção de recursos didáticos ou modelos concretos que tenham propriedades que facilitam o entendimento de conceitos matemáticos, desde os mais simples aos mais abstratos, a partir da visualização, manipulação, experimentação e coordenação de registros de representação (*algébricos, geométricos, gráficos, numéricos e a própria língua materna*), apoiando-se na utilização de objetos industrializados, recicláveis, assim como nas técnicas e potencialidades de ambientes de aprendizagens. O Laboratório de Visualização Matemática (L@VIM) da UESC é um espaço físico institucional que funciona com base nessa definição, na Pesquisa, no Ensino e na Extensão, trabalhando principalmente com Projetos de Construção de Objetos Concretos (PCOC) materializados na Impressora 3D, a partir da modelagem e gestão de códigos em softwares específicos ou mediante as técnicas de palietagem e papietagem. Neste relato, discorreremos com a apresentação das atividades realizadas no L@VIM pelos membros do Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional (GPEMAC).

Palavras-chave: PCOC. Impressora 3D. Laboratório de matemática.

1 INTRODUÇÃO

O Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional (GPEMAC), criado na UESC pelo Professor Afonso Henriques e sua equipe em 1999, a partir do trabalho do mestrado (HENRIQUES,1999), vem implementando diversas pesquisas, e colabora com a integração de novos Professores e

alunos da própria instituição (UESC) interessados em desenvolver atividades de pesquisas e de extensão em diferentes níveis de ensino.

Desde a sua criação, o grupo tem realizado estudos abrangentes no âmbito de Ensino e Aprendizagem da Matemática, com ênfase na utilização de ferramentas tecnológicas predominantes na sociedade, como os computadores com os respectivos *softwares* educacionais. Percebe-se que, esse trabalho tem crescido bastante, devido à grande procura dos alunos que ingressam nos cursos de Matemática interessados em aprofundar seus conhecimentos mediante a realização de atividades extracurriculares, seja com aquisição de bolsas de iniciação científica, seja voluntariamente, predominando esta última alternativa.

É no Laboratório de Visualização Matemática (L@VIM) da UESC que ocorrem as atividades do GPEMAC, servindo esse espaço como suporte à Pesquisa, ao Ensino e a Extensão por meio da produção e utilização de materiais didáticos denominados Projetos de Construção de Objetos Concretos (PCOC), produzidos em uma impressora 3D. Além dos PCOC's, no L@VIM também são construídos Materiais Didáticos Tradicionais (MDT) produzidos com técnicas de *papietagem* e *paliagem* e jogos didáticos fabricados com materiais recicláveis.

Como aporte teórico das pesquisas, os membros do grupo utilizam três teorias: Teoria Antropológica do Didático (TAD) de Chevallard (1991), a Teoria de Registro de Representações Semiótica (TRRS) de Duval (1985) e, a Abordagem Instrumental (ABIN) de Rabardel (1995). Aliando essas teorias com a Análise Institucional & Sequência Didática como metodologia, são realizadas investigações de Problemas Matemáticos, por meio da análise de Livros Didáticos (LD), dos quais investimos na confecção de recursos didáticos para colaborar com a visualização no registro gráfico, pois facilita o entendimento de conceitos matemáticos associados.

O objetivo desse trabalho é, através das experiências aqui relatadas, inspirar professores e futuros professores de matemática a buscarem alternativas de produção de materiais didáticos concretos, não apenas para compor as prateleiras de laboratórios, mas como recursos para ensinar seus alunos da Educação Básica ou Superior.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO GPEMAC

Para fundamentar as suas pesquisas, o GPEMAC utiliza três teorias, sendo elas: Teoria Antropológica do Didático (TAD) de Chevallard (1991), a Teoria de Registro de Representações Semiótica (TRRS) de Duval (1985) e, a Abordagem Instrumental (ABIN) de Rabardel (1995). O GPEMAC baseia-se nessas teorias a fim de oferecer aos seus membros e visitantes do L@VIM uma abordagem didática que valorize a construção do conhecimento matemático por meio de situações concretas e significativas.

2.1 Teoria Antropológica do Didático (TAD)

Yves Chevallard, enfatiza a importância da reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem da matemática, bem como a importância da contextualização dos conteúdos matemáticos em situações significativas e concretas.

2.2 Teoria de Registro de Representações Semiótica (TRRS)

Raymond Duval aborda a relação entre a matemática e a linguagem, enfatizando a importância das representações simbólicas para a construção do conhecimento matemático. Nessa teoria, a aprendizagem da matemática deve se basear na compreensão das diferentes representações, incluindo símbolos, gráficos, diagramas e linguagem natural. Essa teoria aborda principalmente as diferentes formas que podem ser utilizadas para representar e tratar o mesmo objeto matemático. Por exemplo, ao denotar com letras, números e operações uma função quadrática, estamos trabalhando com o registro de representação algébrica, mas quando construímos o gráfico dessa função, há uma conversão do registro algébrico para o gráfico.

2.3 Abordagem Instrumental (ABIN)

A Abordagem Instrumental foi proposta por Pierre Rabardel, no ano de 1995 e segundo Henriques (2019, p. 38) essa teoria é resultado de trabalhos em ergonomia cognitiva, referindo-se à “aprendizagem da utilização e da aplicação de ferramentas tecnológicas ou qualquer outro recurso que se apresenta como instrumento”. Nessa abordagem é feita a distinção entre os significados de *ferramenta* e *instrumento* como é

definido por Henriques (2019, p.39), uma ferramenta, ou artefato, é “toda entidade material ou simbólica à disposição do sujeito com certas finalidades” já um instrumento é definido como “uma entidade mista composta pela ferramenta mais os esquemas de utilização elaborados pelo sujeito” (HENRIQUES, 2019, p.40).

Esse processo complexo no qual a ferramenta torna-se instrumento é denominado *gênese instrumental*, definida por Henriques (2019, p. 41) como “processo de aprendizagem no qual um *artefato* torna-se progressivamente um *instrumento*”, ou seja, é como um sujeito recebe uma ferramenta (artefato), analisa suas potencialidades e suas limitações aliando isso aos seus próprios conhecimentos, e a transforma em algo útil na resolução do seu problema, fazendo da ferramenta um instrumento em relação ao objeto para o qual a ação é dirigida.

A Abordagem Instrumental possui um modelo de análise das atividades denominado *Situações de Atividades Instrumentais* (SAI), proposto por Rabardel e Verillon (1995 apud HENRIQUES, 2007) a fim de explicitar as relações entre o *sujeito* e o *objeto* que sofre a ação (Figura 1).

Figura 1 – Modelo SAI



Fonte: (HENRIQUES, 2021, p. 260)

Esse modelo considera as interações entre o *Sujeito e o objeto* [S-O], o *Sujeito e o instrumento* [S-i], o *instrumento e o Objeto* [i-O] e o *sujeito e objeto*, pela mediação do *instrumento* [S(i)-O]. De acordo com Henriques (2007), esse sistema é parte de um *ambiente* constituído pelo conjunto das condições (potencialidades, limitações etc.) que intercede nas atividades instrumentais, permitindo a análise dos processos aliados a utilização de *artefatos*. São distinguidas por Rabardel (1995 apud HENRIQUES, 2007) duas dimensões no processo de *gênese instrumental*, a *instrumentação* onde “o sujeito

adapta o seu problema aos recursos do artefato” (HENRIQUES, 2007) e a *instrumentalização* na qual “o sujeito modifica as propriedades do artefato, para resolver o seu problema” (HENRIQUES, 2007).

3 ANÁLISE INSTITUCIONAL & SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A metodologia utilizada no desenvolvimento das pesquisas do GPEMAC é a Análise Institucional & Sequência Didática, composta por duas fases com quatro etapas cada uma (Figura 2). Nas seis primeiras etapas ocorre a pesquisa interna, definida por Henriques (2019, p. 27) como:

Uma sondagem realizada pelo pesquisador ou por um grupo de pesquisadores, sem intervenção de sujeitos externos. É o momento pelo qual o pesquisador procura compreender melhor o seu objeto de estudo. Ele conjectura, problematiza, formula hipóteses, questiona-se, define o quadro teórico, os objetivos, descreve o percurso metodológico da sua pesquisa, escolhe, analisa os elementos institucionais específicos e apresenta resultados parciais. (HENRIQUES, 2019, p. 27)

Nas etapas sete e oito, ocorrem a pesquisa externa, a qual Henriques (2019, p. 27) define como

uma sondagem realizada pelo pesquisador ou por grupo de pesquisadores envolvendo sujeitos externos como público-alvo. É o momento pelo qual o pesquisador aplica os estudos desenvolvidos na pesquisa interna. Esta aplicação pode ou não envolver seres humanos. Por exemplo, a aplicação de uma sequência para o estudo de práticas efetivas de estudantes de uma instituição é uma pesquisa externa. (Henriques, 2019, p. 27).

Figura 2 – Etapas da Análise Institucional & Sequência Didática

Análise Institucional & Sequência Didática (AI&SD)	
Fase I: Definições e Análises Preliminares	
1ª Etapa:	Tomada de decisões iniciais Definição do tema/assunto da pesquisa. Apresentação da problemática e/ou de questões da pesquisa em torno do tema/assunto (objeto do saber de referência). Definição dos objetivos gerais e específicos, bem como do referencial ou quadro teórico de base da pesquisa.
2ª Etapa:	Identificação de Instituições Identificação de uma instituição que seja de: <ul style="list-style-type: none"> Referência, Aplicação, ou Referência e Aplicação.
3ª Etapa:	Escolha de elementos institucionais Identificação e escolha dos elementos institucionais que se pretende analisar a partir daqueles apresentados no Quadro 1, eventualmente acrescidos de outros, com olhar no objeto de estudo ou do ensino visado, sem perda de vista das etapas precedentes.
4ª Etapa:	Estudo e apresentação da análise institucional de referência Estudo de cada um dos elementos institucionais escolhidos na 3ª Etapa e apresentação de análises correspondentes com base nas definições dispostas na 1ª Etapa. Apresentação de considerações e reflexão sobre a implementação de possíveis propostas, soluções ou contribuições em torno da problemática nas instituições envolvidas na 2ª Etapa.

Figura 2 – Etapas da Análise Institucional & Sequência Didática

Fase II: Organização, análises e aplicação de uma Sequência Didática	
Organização de uma SD	
5ª Etapa:	Organização de uma SD contendo ao menos uma sessão de aplicação de um dispositivo experimental constituído de tipo de tarefas propostas na praxeologia dos objetos de estudo envolvidos na pesquisa ou construídos com base nesta praxeologia analisada na 4ª Etapa.
Análise a priori	
6ª Etapa:	Realização e apresentação de análise matemática/didática de cada tarefa, proposta no dispositivo experimental, considerando os conhecimentos que se pretende investigar sobre o objeto em jogo, com referências na sua praxeologia.
Aplicação da sequência	
7ª Etapa:	Negociação com os elementos da instituição de aplicação, descrição das suas condições e realização do experimento (aplicação) propriamente dito.
Análise a posteriori e validação.	
8ª Etapa:	Realização da análise das práticas efetivas dos sujeitos da pesquisa e validação.

Fonte: Henriques (2019, p. 98-99)

4 LABORATÓRIO DE VISUALIZAÇÃO MATEMÁTICA (L@VIM)

O L@VIM é um espaço físico institucional adequado para a realização de pesquisas internas, modelagens e produção de recursos didáticos manipuláveis, contendo propriedades facilitadoras do entendimento de conceitos matemáticos dos mais simples aos mais abstratos (HENRIQUES, FARIAS e FUNATO, 2019).

Lá, construídos pelos membros do GPEMAC, existem jogos confeccionados com materiais recicláveis, jogos (Figura 3) adaptados para o ensino de matemática, modelos concretos fabricados com técnicas de papietagem, que consiste em uma técnica artesanal que utiliza papéis recortados, cola e um molde para obtenção de esculturas (Figura 4), palietagem, que é o processo de construção de esculturas utilizando palitos (Figura 5) e na impressora 3D (Figura 6), onde são impressos os Projetos de Construção de Objetos Concretos (PCOC).

Figura 3 – Alguns Jogos do acervo do GPEMAC



Fonte: Produção dos autores

Figura 4 – Papietagem feita no L@VIM



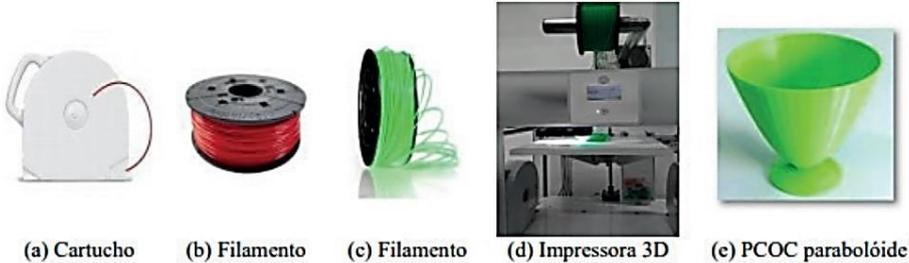
Fonte: Produção dos autores

Figura 5 – Paliagem feita no L@VIM



Fonte: Produção dos autores

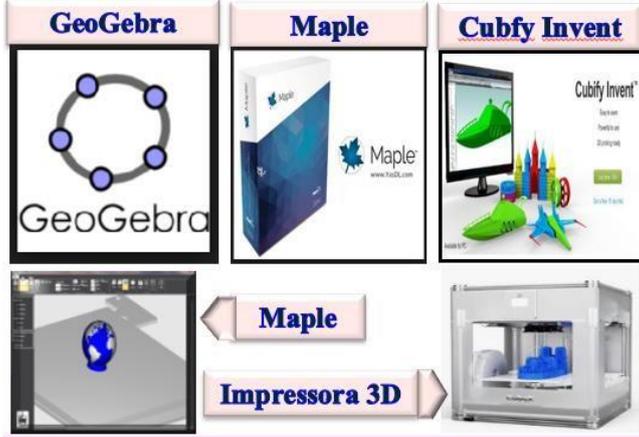
Figura 6 – Impressora 3D, elementos para impressão e PCOC impresso do L@VIM



Fonte: Produção dos autores

Para o desenvolvimento dos PCOCs, são realizados trabalhos nos Ambientes Computacionais de Aprendizagem apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Ambientes Computacionais de Aprendizagem



Fonte: Produção dos autores

Analisando o conteúdo de livros didáticos, é feita a programação desejada nos softwares *Maple* ou *Cubify Invent* e os modelos concretos são impressos em 3D (Figura 8).

Figura 8 – Exemplos de livros didáticos analisados no L@VIM, programações nos softwares e modelos impressos



Fonte: Produção dos autores

É também no L@VIM aonde os bolsistas do GPEMAC se reúnem com os professores orientadores, discutem ideias, leem artigos que sejam voltados para o embasamento teórico e buscam relacionar a teoria com a prática desenvolvendo oficinas (Figura 9) que são ministradas a públicos pré-determinados.

Figura 9 – Algumas oficinas do GPEMAC



Fonte: Produção dos autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista tudo o que foi exposto, esperamos ter cumprido com o objetivo desse relato, mostrando aos professores e futuros professores de matemática a possibilidade de construir alguns objetos matemáticos em modelos palpáveis, com a construção destes por meio das técnicas de papietagem e palietagem ou mais complexas, como com o a utilização da impressora 3D.

Esperamos, também, ter mostrado que é possível construir recursos didáticos como jogos matemáticos, utilizando materiais recicláveis, proporcionando a aprendizagem matemática e a conscientização ambiental dos alunos.

Tudo o que foi relatado aqui é possível graças a existência do L@VIM, o protagonista desse trabalho, evidenciando um espaço onde a matemática possa ser explorada em teoria e na prática e mostrando a importância para a colaboração de uma aprendizagem significativa, tanto em cursos de nível superior quanto na educação básica.

REFERÊNCIAS

HENRIQUES, Afonso. Abordagem Instrumental e aplicações. **Educação Matemática Pesquisa**: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática,

[S.L.], v. 23, n. 3, p. 247-280, 27 dez. 2021. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2021v23i3p247-280>.

HENRIQUES, Afonso. Análise Institucional & Sequência Didática como Metodologia de Pesquisa. In: I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática, 2016, Bonito - MS. Anais do I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática. Bonito - MS: LADIMA, 2016.

HENRIQUES, Afonso; FRIAS, Elisângela Sila; FUNATO, Rosane Leite. Exposição do Laboratório de Visualização Matemática e o papel da Impressora 3D na Produção de Recursos Didáticos. Anais do XIII Encontro Nacional de Educação Matemática, 2019, Cuiabá/MT. Disponível em: <<https://www.sbemmatogrosso.com.br/eventos/index.php/enem/2019/schedConf/presentations>>. Acesso em: 06 jun. 2023.

HENRIQUES, Afonso. Estudo de relações em sala de aula com a presença de ambientes computacionais de aprendizagem - PERSAC, Anais do I Colóquio Internacional sobre Ensino de Ciências e Didática das Ciências CIEDIC, Feira de Santana, 27-31 de outubro de 2014.

HENRIQUES, Afonso; ATTIÊ, João Paulo; FARIAS, Luiz Márcio. **Referenciais teóricos da didática francesa:** uma análise didática visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do software Maple. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduandos em Educação Matemática, v. 9, n. 1, p. 51-81, 2007. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/585/436>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

HENRIQUES, Afonso. **Saberes Universitários e as suas relações na Educação Básica** - Uma análise institucional em torno do cálculo diferencial e integral e das geometrias. Ibicaraí, Bahia: Via Litterarum, 2019.