



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM**  
**MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT**  
**INSTITUIÇÃO ASSOCIADA: IFPI – CAMPUS FLORIANO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**OS IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSINO DE**  
**MATEMÁTICA NO IFMA – CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS**

**LUIZ LEONARDO DUARTE GARCIA**

**Orientador: Dr. ROBERTO ARRUDA LIMA SOARES**

**Coorientador: ANDRÉ LUIZ FERREIRA MELO**

**Julho/2019**  
**Floriano – PI**

**LUIZ LEONARDO DUARTE GARCIA**

**OS IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSINO DE  
MATEMÁTICA NO IFMA – CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Área de concentração: Matemática.

**Orientador: Dr. ROBERTO ARRUDA LIMA SOARES**

**Coorientador: ANDRÉ LUIZ FERREIRA MELO**

**Julho/2019**

**Floriano – PI**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

G216i Garcia, Luiz Leonardo Duarte  
Os impactos da implementação do laboratório de ensino de matemática no IFMA -  
Campus São João dos Patos / Luiz Leonardo Duarte Garcia - 2019.  
71 f. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano, Mestrado Profissional em Matemática, 2019.

Orientador : Prof Dr. Roberto Arruda Lima Soares.

Coorientador : Prof Me. André Luiz Ferreira Melo .

1. Ensino de matemática . 2. Laboratório . 3. Material didático . I.Título.

CDD 510

---



**INSTITUTO FEDERAL**  
Piauí  
Campus Floriano



**PROFMAT**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ - IFPI**  
**CAMPUS FLORIANO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT**

**LUIZ LEONARDO DUARTE GARCIA**

**“OS IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSINO DE  
MATEMÁTICA NO IFMA – CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS”**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Aprovada em: 25/07/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI  
**Orientador**

**Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI  
**Avaliador Interno**

**Prof. Dr. Afonso Norberto da Silva**  
Universidade Estadual do Piauí - UESPI  
**Avaliador Externo**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, arquiteto de toda criação, meu criador. Pelo dom da vida, por manter em mim a esperança em dias melhores e renovar constantemente o desejo de aprender matemática.

Aos meus pais, Valdetário Garcia e Mundinha Duarte, pela educação que me deram e por ter me ensinado o caminho da retidão.

Ao nobre professor e orientador, Dr. Roberto Arruda, pelas colocações pertinentes, brilhantes sugestões e críticas construtivas. Pela forma profissional e generosa com que conduziu este trabalho.

Ao diretor e professor Odimógenes Soares por trazer esse curso para o IFPI – Campus Floriano e pelo seu esforço incontestado em ofertar educação de qualidade.

Aos meus colegas de turma, Luan, Verônica, Ronildo, Valdimar, Francisco, Perivaldo, João Paulo, Jeferson, Marcelo, Thiago, Ledson, Lucielma e Jociel, pela convivência saudável e amigável que tivemos ao longo do curso.

A todos, meus sinceros agradecimentos por fazerem parte de minha vida.

## RESUMO

Ensinar e aprender matemática tem se tornado um desafio contínuo para alunos e professores. As buscas por metodologias e práticas inovadoras que impactem positivamente nos resultados acadêmicos estão presentes em muitos estudos científicos. Neste sentido, este trabalho foi concebido a partir da realização de uma pesquisa-ação no IFMA – Campus São João dos Patos com três turmas de alunos do ensino médio, uma turma do curso de licenciatura em matemática e cinco professores de matemática. O trabalho apresenta um relatório descritivo dos impactos gerados pela implementação de um laboratório de ensino de matemática na instituição. O processo iniciou-se no ano de 2018 com a construção e aplicação de atividades práticas no ensino de matemática, oferecendo novas metodologias até então não aplicadas na instituição e produzindo assim, novas perspectivas e significados. Cada professor participante recebeu a incumbência de realizar as aplicações das atividades nas turmas selecionadas, estando essas atividades em confluência com os conteúdos curriculares obrigatórios. Ao longo do processo foram realizados registros de diversas naturezas como anotações em diário de bordo, registros fotográficos, relatório das atividades e entrevista com alunos e professores. Os dados coletados foram analisados e usados para produção do relatório dos impactos gerados por este processo. Os resultados revelaram uma transformação significativa no entendimento dos conceitos, dos elementos matemáticos e aplicação de fórmulas por parte dos alunos. Impeliu alunos e professores a questionamentos e a investigação matemática. Além disso, observou-se mudanças metodológicas na prática pedagógica dos professores da instituição.

**Palavras-chave:** Ensino de Matemática, Laboratório, Material Didático.

## ABSTRACT

Teaching and learning math has become a continuing challenge for both students and teachers. The search for innovative methodologies and practices that positively impact academic results are present in many scientific studies. In this sense, this work was conceived from the accomplishment of an action research in the IFMA - São João dos Patos Campus with three classes of high school students, one undergraduate course in mathematics and five mathematics teachers. The paper presents a descriptive report of the impacts generated by the implementation of a mathematics teaching laboratory in the institution. The process began in 2018 with the construction and application of practical activities in mathematics teaching, offering new methodologies that were not applied at the institution and thus producing new perspectives and meanings. Each participating teacher was assigned the task of carrying out the applications of the activities in the selected classes, these activities being in conjunction with the mandatory curricular contents. Throughout the process, records of various natures such as logbook annotations, photographic records, activity reports and interviews with students and teachers were carried out. The collected data were analyzed and used to produce the report of the impacts generated by this process. The results revealed a significant transformation in the understanding of concepts, mathematical elements and application of formulas by the students. It pushed students and teachers into questioning and mathematical research. In addition, we observed methodological changes in the pedagogical practice of the institution's teachers.

**Keywords:** Mathematics Teaching, Laboratory, Didactic Material.

## ABREVIATURAS E SIGLAS

ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IFMA	Instituto Federal do Maranhão
LEM	Laboratório de Ensino de Matemática
MD	Material Didático
MEC	Ministério da Educação
NDE	Núcleo Docente Estruturante
NSA	Não Se Aplica
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
Saeb	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SI	Sistema Internacional
UFT	Universidade Federal do Tocantins



## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1- Alunos medindo a distância do poste ao ponto de observação .....	19
Figura 2 - Aluno medindo o ângulo de observação do poste. ....	19
Figura 3 – Poliedros de Platão.....	25
Figura 4 - Sólido de Arquimedes.....	26
Figura 5 - Jogos de Hex. ....	26
Figura 6 - Alunos construindo a câmara. ....	27
Figura 7 - Teodolito construído. ....	28
Figura 8 - Multiplano pronto. ....	28
Figura 9 - Aluno medindo as dimensões do quadrado.....	31
Figura 10 - Aluna medindo o diâmetro do círculo.....	31
Figura 11 - Aluna realizando os cálculos com os valores auferidos.....	32
Figura 12 - Alunos pesando as formas geométricas na balança. ....	32
Figura 13 - Aluna fazendo anotações da massa da forma plana.....	33
Figura 14 - Outras formas planas usadas na atividade.....	33
Figura 15 - Aluna fazendo anotações da massa da forma plana.....	34
Figura 16 - À esquerda, aluno medindo a dimensão da imagem do sol. À direita, aluna medindo a dimensão da câmara escura. ....	34
Figura 17 - Câmara escura construída pelos alunos.....	35
Figura 18 - À esquerda, alunos construindo a câmara escura com cano PVC. À direita, alunos medindo a imagem do sol projetada na câmara.....	36
Figura 19 - À esquerda, aluna construindo um icosaedro. À direita, alunos construindo um dodecaedro.....	36
Figura 20 - Sólido de Arquimedes construído pelos alunos.....	37
Figura 21 – Poliedro criado pelos alunos. ....	37
Figura 22 - Forma plana utilizada para aplicar a regra do trapézio. ....	38
Figura 23 - Alunos dividindo a figura em trapézios e fazendo as anotações das medidas. ....	39
Figura 24 - Professor explicando como usar o teodolito e aplicar na medição dos ângulos....	40
Figura 25 – Alunos medindo o ângulo para calcular a altura da quadra.....	40
Figura 26 – Alunos medindo a distância de observação do ponto a ser medido. ....	41
Figura 27 - Alunos construindo MD para representar a função cosseno. ....	42
Figura 28 – MD construído por alunos para representar a função cosseno. ....	42
Figura 29 - MD construído por alunos para representar a função cotangente.....	43
Figura 30 - Alunos medindo o diâmetro do círculo. ....	43
Figura 31 - Aluno fazendo os cálculos.....	44
Figura 32 - Alunos construindo retas e planos com o multiplano. ....	44
Figura 33 - Alunos construindo sólidos com o multiplano. ....	45
Figura 34 - LEM em construção.....	70
Figura 35 - LEM em construção.....	70
Figura 36 - LEM em construção.....	71
Figura 37 - Alunos visitando o LEM. ....	71

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
2. Referencial Teórico.....	13
2.1. Os desafios no ensino de matemática.....	13
2.2. A mediação no ensino de matemática.....	15
2.3. Materiais concretos no ensino de matemática.....	16
2.4. As potencialidades do LEM.....	20
2.5. Construção do LEM de forma participativa e integrada com a comunidade escolar.....	23
3. Materiais e Métodos.....	29
3.1. Aplicação de Atividades com Alunos e Professores.....	30
Atividade I: encontrando a massa de figuras planas através da área e da densidade. ....	30
Atividade II: medindo o diâmetro do sol. ....	34
Atividade III: verificando a fórmula de Euler e desigualdades nos poliedros. ....	36
Atividade IV: Aplicando a regra do trapézio. ....	38
Atividade V: Usando o teodolito para medir alturas.....	39
Atividade VI: Representações das funções trigonométricas seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente.....	41
Atividade VII: Calculando o valor de pi. ....	43
Atividade VIII: geometria de posição usando o multiplano.....	44
Atividade IX: construção de sólidos usando o multiplano.....	45
4. Resultados e Discussões.....	46
4.1. Resultados e discussões das atividades.....	46
Atividade I: encontrando a massa de figuras planas através da área e da densidade. ....	46
Atividade II: medindo o diâmetro do sol. ....	47
Atividade III: verificando a fórmula de Euler e desigualdades nos poliedros. ....	48
Atividade IV: Aplicando a regra do trapézio. ....	49
Atividade V: Usando o teodolito para medir alturas. ....	50
Atividade VI: Representações das funções trigonométricas seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente.....	51
Atividade VII: Calculando o valor de pi. ....	52
Atividade VIII: geometria de posição usando o multiplano.....	53
Atividade IX: construção de sólidos usando o multiplano.....	53
4.2. Entrevista com Professores.....	55
4.3. Entrevista com alunos.....	63
5. Conclusão.....	66

REFERÊNCIAS .....	68
ANEXOS.....	70

## 1. Introdução

O ensino de matemática, na conjuntura atual, se apresenta como um enorme desafio a ser superado. São diversos os motivos que explicam o baixo desempenho acadêmico nessa disciplina.

Dados do Saeb (2017) mostram que sete de cada dez alunos do 3º ano do ensino médio têm nível insuficiente em português e matemática, menos de 4% dos estudantes dessa etapa tem conhecimento adequado nessas disciplinas. Em matemática, 23% tem nível 0, o mais baixo da escala de proficiência e 71,67% tem nível insuficiente.

O baixo rendimento dos alunos gerou estereótipos e hoje conhecemos a matemática como uma ciência abstrata, complexa, de difícil compreensão e reservada para poucos, quase que um conhecimento esotérico. Toda a comunidade matemática tem criado programas e medidas que possam transcender esses obstáculos, tornando a matemática mais concreta e simples.

A criação da OBMEP e dos programas adjacentes à olimpíada de matemática objetivam divulgar a ciência, aumentar o interesse e melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes. As mudanças constantes dos PCN's e as novas diretrizes do MEC revelam as tentativas contínuas de tornar a matemática menos abstrata, simples e com aplicabilidade.

Uma forma de contextualização e de abordagem de conteúdos matemáticos é a utilização do LEM como ferramenta de mediação no ensino de matemática. O LEM possibilita a apresentação de conteúdos matemáticos de forma concreta, menos axiomática e aplicada a realidade do aluno.

A maioria das escolas do país não possui LEM e os professores ainda não tem a qualificação necessária para trabalhar com materiais concretos. Como exemplo, o IFMA – Campus São João dos Patos, em que há laboratórios nas áreas de informática, física, química, biologia, alimentos e vestuário, mas não tem laboratório na área de matemática.

Percebemos também que a maioria dos professores desta instituição, com exceção de apenas dois, não tem formação na área de Laboratório de matemática e não tinha o hábito de utilizarem materiais concretos em suas aulas.

É neste contexto que surge a proposta deste trabalho, implementar um LEM no Campus para oferecer uma nova forma de como abordar a matemática em sala de aula, possibilitando aos alunos e professores o acesso a novas práticas.

O trabalho constitui numa pesquisa-ação em que o autor, dados as condições atuais, se insere no ambiente estudado e inicia um processo de transformação por meio da implementação do LEM em conjunto com a comunidade escolar.

O processo inicia com a mobilização da comunidade escolar, conscientizando alunos e professores da relevância desta proposta para a instituição de ensino. Destacamos também as possíveis mudanças em toda região, uma vez que a pesquisa envolve uma turma do curso superior de matemática, impactando diretamente na formação dos docentes.

Todo processo é observado do início ao fim, foram feitas anotações em diário de bordo, registros fotográficos e entrevistas com os participantes.

Ao final do trabalho apresentamos, de forma detalhada, as mudanças que ocorreram neste período, os impactos significativos na instituição e na comunidade como um todo.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Os desafios no ensino de matemática

Educação é um processo contínuo e complexo, o educador está diariamente exposto a diversos problemas de naturezas distintas. Ao analisar qualquer situação-problema sempre devemos considerar muitas variáveis que a fomenta. Podem interferir no problema fatores sociais, culturais e econômicos.

Sabemos que a educação brasileira tem amargado os piores resultados, e a disciplina de matemática é decisiva nesse ranking. São diversos fatores que contribuem para esse fracasso. Para Chagas, são cinco os principais fatores desse insucesso:

- inadequação do ensino de matemática em relação ao conteúdo, à metodologia de trabalho e ao ambiente em que se encontra inserido o aluno em questão;
- ‘má’ formação de professores, ou seja, falta de capacitação docente;
- programas de matemática não flexíveis e muitas vezes baseados em modelos de outros países e, conseqüentemente, são modelos que não representam a realidade sócio-econômica do país;
- falta de compreensão e domínio dos pré-requisitos fundamentais que ajudariam esse estudante a obter um bom desenvolvimento nas aulas de matemática;
- desvalorização sócio-econômica dos professores (CHAGAS, 2004, p.241).

A primeira e terceira causa citadas pela pesquisadora tem despertado atenção especial, uma vez que presenciamos diariamente, em sala de aula, alunos com dificuldades de concentração, desmotivados e a falta de elo entre o conteúdo curricular e a realidade do discente. Para superar essa segregação entre teoria e prática os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio destacam que:

O critério central é o da contextualização e da interdisciplinaridade, ou seja, é o potencial de um tema permitir conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, ou, ainda, a relevância cultural do tema, tanto no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da Matemática, como à sua importância histórica no desenvolvimento da própria ciência (BRASIL, 2000, p.43).

Além disso, as bases legais do PCNEM (2000, p.15) reforçam que o ensino deve contemplar a aplicação da teoria na prática e enriquecer a teoria na prática.

Portanto, para atingirmos melhores resultados é importante manter a teoria integrada com a prática, tornando-as indissociáveis.

Para Santos (2007, p.27), tem-se cristalizado na mente dos estudantes a idéia de que matemática é uma ciência de “difícil compreensão”. Desse modo, a matemática ao se configurar para os alunos como algo de “difícil compreensão”, sendo de pouca utilidade prática, produz representações e sentimentos que vão influenciar no desenvolvimento da aprendizagem.

A causa apontada por Santos (2007, p.27) é corroborada por Silva (2005, p.3), em que ele afirma que o conceito pré-formado de que “matemática é difícil” está inserido no ambiente escolar sendo verificado com os altos índices de reprovação.

Tal fato é ainda influenciado pelo “algebrismo” matemático, tornando a ciência ainda mais abstrata e com pouca utilidade prática.

No entanto, o domínio da álgebra é essencial para desenvolver novos campos da matemática que estão além do concreto, como geometria projetiva, álgebra linear e análise matemática, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997, p.24). Assim, o “algebrismo” matemático se faz necessário e não pode ser usado como subterfúgio.

Para Lima (2006, p.36), as deficiências surgem devido à má formação dos docentes. A maioria dos professores pode até dominar habilidades de matemática na educação básica, no entanto, é provável que não dominem as competências necessárias para lecionar a matemática nesse nível. Essa fragilidade na formação dos professores causa ruptura no processo de formação contribuindo com o fracasso em anos posteriores.

Segundo Santos (2007, p.33), não existe uma receita pronta para enfrentar os desafios de ensinar matemática, mas ele sugere que a solução parta de uma prática pedagógica que desenvolva o raciocínio lógico, estimule o pensamento autônomo, a criatividade e a capacidade dos alunos de resolver problemas. Afirma ainda que os educadores matemáticos devem procurar alternativas para aumentar a motivação para a aprendizagem, desenvolver a autoconfiança, a organização, concentração, atenção, raciocínio lógico-dedutivo e o senso cooperativo, desenvolvendo a socialização e aumentando as interações do indivíduo.

Os trabalhos realizados pelos acadêmicos nos sugerem um problema de ampla complexidade e que uma possível solução deve também ser ampla e complexa, contemplando não apenas um, mas diversos meios que minimizem as dificuldades.

É nessa perspectiva que surge a proposta de implementação do LEM na escola como ferramenta mediadora nas aulas de matemática e que possibilite a apresentação de uma matemática menos abstrata, mais contextualizada e mais próxima da realidade do aluno.

## **2.2. A mediação no ensino de matemática**

No processo de mediação do ensino o professor se coloca entre o aluno e a aprendizagem. É essencial que o professor rompa a ideia que ele é detentor do conhecimento, ou seja, de todo o saber sendo que o nosso papel como professor é fazer a mediação do conteúdo, mostrando para os alunos que eles podem descobrir coisas novas e incentivando-os na construção do conhecimento. Portanto, mediar é facilitar o processo para que as informações se transformem em conhecimento e gere novas aprendizagens. Para De Moura:

Para que a aprendizagem se concretize para os estudantes e se constitua efetivamente como atividade, a atuação do professor é fundamental ao mediar à relação dos estudantes com o objeto do conhecimento, orientando e organizando o ensino. As ações do professor na organização do ensino devem criar, no estudante, a necessidade do conceito, fazendo coincidir os motivos da atividade com o objeto de estudo. O professor, como aquele que concretiza objetivos sociais objetivados no currículo escolar, organiza o ensino: define ações, elege instrumentos e avalia o processo de ensino e aprendizagem (DE MOURA; 2010, p.216).

O professor tem um papel fundamental na construção de novos saberes, sua responsabilidade aumenta, pois necessita adaptar-se às diferentes linguagens e criar oportunidades para além das situações educativas, transcendendo a sala de aula. Assim, é importante o professor mediar à relação dos estudantes com o objeto do conhecimento, organizando o ensino e possibilitando a criação da necessidade dos conceitos. Essa interação possibilita a inclusão do professor e aluno em sala de aula, buscando e usando sempre a criatividade para que todos venham a fazer uma aula criativa, dinâmica e não uma coisa rotineira de todos os dias.

É necessário ter disponibilidade para instigar o aluno a abraçar o conhecimento, provocar reflexões, despertar o desejo de aprender, fazer conexões contribuindo para a realização da construção livre e crítica do conhecimento. O professor deve trabalhar a dinâmica da sala de aula permitindo que o ambiente seja colaborativo e proporcione o fazer do aluno sob sua orientação. Em consonância com o desenvolvimento dessas habilidades estão os Parâmetros Curriculares Nacionais:

Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao



conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender (BRASIL, 2000, p.4).

De acordo com De Moura (2010) a busca pela organização do ensino, tratando a prática com a teoria é que constitui a atividade do professor, mais especificamente, a atividade de ensino. Se essa atividade viabilizar a transformação da realidade escolar por meio da transformação dos indivíduos envolvidos (professor e aluno), então se constituirá como práxis pedagógica.

Despertar o interesse dos alunos nas aulas de matemática não é tarefa fácil, principalmente quando utilizamos de metodologias ultrapassadas e agimos isoladamente no quadro com pincel sem antes oferecer o necessário para atrair o aluno. É importante apresentar o conteúdo ao aluno, mostrar sua importância e criar um significado para que ele perceba a necessidade de assimilar aqueles conceitos. Para Almeida (2009), seria papel do professor incentivar e valorizar as pequenas descobertas e favorecer a autonomia do pensamento dos alunos, tendo como meta o desenvolvimento de suas habilidades e competências. A utilização de meios mediadores do LEM facilita essa transmissão de conhecimento e desenvolve a autonomia intelectual do educando.

Portanto, o espaço do LEM é um ambiente ideal para desenvolver e promover essas habilidades, visto que é um espaço de construção do conhecimento individual e coletivo. Nesse espaço, professores e alunos podem dar expansão à sua criatividade, dinamizar o trabalho e enriquecer as atividades de ensino aprendizagem, tornando o processo muito mais dinâmico, prazeroso e eficaz a fim de atender às demandas e às necessidades do mundo moderno que é inspirar alunos e gerar significados na aprendizagem.

### **2.3. Materiais concretos no ensino de matemática**

Ao nascer, todos nós temos naturalmente incluso em nossa constituição individual os cinco sentidos: tato, paladar, olfato, audição e visão, exceto, é claro, as pessoas que nascem com alguma deficiência. É por meio dos nossos sentidos que começamos a interação com o meio e através deles absorvemos informações que serão processadas pelo cérebro e transformadas. São as informações absorvidas pelos sentidos que servem de base para formação do pensamento, para levantar hipóteses e retirar conclusões. Assim, qualquer

aprendizagem começa com o concreto e depois segue para o abstrato, pois a mente necessita de algo anterior como base para processar informações e retirar conclusões. Em concordância com essa idéia, Comenius e Gomes afirmam que:

Efetivamente, porque nada pode ser objeto da inteligência que primeiro não tenha sido objeto dos sentidos, a mente recebe dos sentidos a matéria de todos os seus pensamentos e não pode desempenhar a função de pensar senão por meio da sensação interna, ou seja, contemplando as imagens abstraídas das coisas (COMENIUS; GOMES, 1966, p.60).

Matemáticos famosos faziam uso de materiais concretos para auxiliá-los em suas buscas. Arquimedes, por exemplo, tinha mania de afundar formas geométricas em sua banheira enquanto tomava banho. Foi por meio de práticas como essas que ele ganhou intuição para muitas de suas descobertas que foram, posteriormente, demonstradas algebricamente. Um pouco mais recente o matemático francês Henri Poincaré recomendou a visualização de imagem do objeto estudado para facilitar a compreensão.

Para Almeida (2009), atividades práticas constituem uma rica fonte investigativa que oportuniza a promoção do desenvolvimento de uma matemática inovadora sobre o assunto e apresentando aos alunos uma experiência viva e gratificante.

Ainda nessa linha de pensamento, um antigo provérbio chinês diz: “se ouço, esqueço; se vejo, lembro; se faço, compreendo”. Portanto, o uso de objetos concretos na aprendizagem é uma prática comum e antiga.

O LEM é um espaço riquíssimo de materiais concretos que possibilitam um ensino mais significativo e dinâmico, além de permitir o desenvolvimento de outros materiais e atividades práticas. Qualquer objeto ou instrumento que seja útil ao processo de ensino-aprendizagem como giz, calculadora, filme, livro, embalagem, transparência, quebra-cabeça, jogo, etc., segundo Lorenzato (2006), constitui um Material Didático (MD). Apesar dos diferentes tipos de MD's iremos aqui nos restringirmos aos materiais concretos manipuláveis.

Ainda de acordo com Lorenzato (2006), os MD's podem desempenhar várias funções como apresentar um assunto agregando um tom introdutório; motivar os alunos; auxiliar na memorização de resultados e facilitar a redescoberta pelos discentes.

O MD por si só não garante o sucesso da aula e um bom aproveitamento. É necessário organização e engenhosidade do professor. Mas a presença do MD em nossa prática é sem dúvidas um elemento rico de possibilidades.

Uma atividade bastante simples que pode ser realizada com alunos do Ensino Médio é o uso do teodolito no cálculo de medidas inacessíveis. A aplicação dessa atividade aborda o assunto de relações trigonométricas no triângulo retângulo.

Para realizar essa atividade precisamos de trena, calculadora científica e um teodolito. O teodolito pode ser facilmente construído conforme detalhado no item 4 seção 2.5. A atividade consiste em medir alguma distância ou altura que não temos acesso. A título de exemplo, podemos medir a altura de um poste aplicando as relações trigonométricas. Para isso, necessitamos auferir algumas medidas seguindo os passos abaixo:

1. Escolha um ponto de observação um pouco distante do poste a ser medido;
2. Com a trena, meça a distância do ponto de observação ao poste (figura 1);
3. Meça a altura do ponto de observação;
4. Com o teodolito, meça o ângulo de observação do topo do poste (figura 2);
5. Registre tudo no caderno e, com auxílio da calculadora, realize os cálculos e descubra a altura do poste.

**Figura 1-** Alunos medindo a distância do poste ao ponto de observação



**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 2 -** Aluno medindo o ângulo de observação do poste.



**Fonte:** O autor, 2018.

## 2.4. As potencialidades do LEM

No decorrer dos tempos, com o surgimento de uma nova ciência, marcado pela descoberta e implantação do método científico nas pesquisas, a introdução de laboratórios como instrumentos de mediação e produção de conhecimento tornou-se cada vez mais presente. Com isso, há uma tendência em aplicar o uso de laboratórios no ensino. Nesse sentido, conclui Antonio e Andrade:

Torna-se, então, indispensável criar um espaço onde o aluno seja sujeito da aprendizagem e professores possam planejar suas aulas com atividades não apenas voltada para o desenvolvimento do conteúdo específico, mas também de habilidades que enriquecerão a formação geral do aluno. Todo profissional precisa de um ambiente apropriado para bem desempenhar o seu papel, por isso a necessidade de um Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) (ANTONIO; ANDRADE, 2008, p.4).

O método científico consiste em fazer observações, levantamento de hipóteses, experiências para a verificação dessas hipóteses e comprovação ou refutação. Aguiar (1999) afirma que esses passos tornam a aprendizagem mais significativa e possibilita ao aluno maior compreensão a fim de que ele próprio comece a questionar e investigar.

É nessa perspectiva de relacionar a vivência do aluno com o ambiente escolar, em particular, com o conteúdo curricular aplicado em sala que iremos conceber na escola, de forma participativa e integrada, um espaço que oportunize a realização de novas experiências, contextualização dos conteúdos e integração de teoria e prática. A esse espaço chamaremos de Laboratório de Ensino de Matemática.

O LEM pode ser considerado um local que tem por função facilitar a metodologia do professor e a aprendizagem do aluno, através da construção de materiais didáticos, despertando a criatividade e uma melhor compreensão dos alunos, podendo ser também uma ferramenta usada para originar indagações e obter respostas para essas indagações. Segundo Lorenzato:

O LEM é uma sala-ambiente para estruturar, organizar, planejar e fazer acontecer o pensar matemático, é um espaço para facilitar, tanto ao aluno como ao professor, questionar, conjecturar, procurar, experimentar, analisar e concluir, enfim, aprender e principalmente aprender a aprender (LORENZATO, 2012, p.7).

Para Turrioni e Perez (2006), a função principal do laboratório é a pesquisa, confecção de materiais que facilitem a transmissão do conteúdo, fixação, aprendizagem e ensino dos conceitos matemáticos.

Então, o LEM pode tornar as aulas mais dinâmicas, fazendo com que o professor atinja o seu objetivo de forma bem ágil, fazendo-o ganhar tempo. Mas para isso é necessário iniciar com a construção do LEM, que deve contar com a colaboração de todos os que formam o âmbito escolar, principalmente professores e alunos, assim contribuindo para o processo educacional. A priori, a construção do LEM exige conhecimento, empenho e a identificação das necessidades dos alunos e da escola.

A participação de todos pode fazer do LEM um local diferenciado, destinado a elaboração de projetos, coleta de dados, depósitos de materiais, produção de atividades experimentais e várias outras funções. É importante ressaltar que o LEM deve ser utilizado de forma diferente para cada nível de ensino, já que na Educação Infantil deve-se focar no desenvolvimento da autonomia intelectual. No Ensino Fundamental isto deve continuar acontecendo, porém deve ser direcionada a ampliação de conhecimentos, buscando atingir os objetivos matemáticos. De acordo com Almeida:

O que não se pretende ver futuramente é a Matemática sendo ensinada sem a preocupação com a realidade e o cotidiano do aluno, mas, ao contrário, com sua participação em experiências matemáticas e na manipulação de materiais que enriqueçam as aulas, tornando-as mais prazerosas e motivadoras em uma proposta de melhoria nos mecanismos de aprendizagem (ALMEIDA, 2009, p. 3).

Consequentemente, no Ensino Médio deve ser cobrado através do uso do LEM uma maior observação e criticidade diante das interpretações realizadas. Desse modo, é incomum não se utilizar o LEM nos cursos de graduação, afinal a aprendizagem torna-se mais integrada ao conteúdo, motivando e fazendo-se importante para autoconstrução do saber.

Abaixo apresentamos algumas experiências exitosas com o LEM:

- O LEM do Centro Universitário de Itajubá - MG

Teve suas atividades iniciadas no ano de 2000 e contou com ajuda de alunos do curso de licenciatura para a sua formação e aprimoramento. Além da confecção do material, o LEM tenta oferecer a possibilidade de ampliar e solidificar seus conhecimentos, oportunidade de desenvolver consciência crítica e incutir nos visitantes o interesse pela pesquisa. Hoje, o LEM é um projeto consolidado na instituição.

De acordo com os relatos, na primeira visita de alunos, notou-se que o LEM foi uma grande novidade para os alunos. Eles ficaram entusiasmados e outros mostraram receio e um pouco de resistência. Foi necessária conscientização por parte do professor, pois eles não haviam vivenciado aquela experiência.

No decorrer da construção houve questionamentos e discussões sobre o que eram realmente atividades significativas para aprendizagem. Essas discussões promoveram a pesquisa bibliográfica em revistas e sites que enriqueceram ainda mais o ambiente. De acordo com Turrioni e Perez:

Constatou-se que as atividades do LEM facilitavam o processo ensino-aprendizagem, pois havia muitas trocas de ideias dentro das equipes, entre as equipes e também entre as equipes e a professora. Notou-se principalmente a interação que os alunos conseguiam fazer entre a teoria e a prática vivenciada. O trabalho em grupo facilitou a busca do desenvolvimento das atividades, pois existiam trocas interindividuais e coletivas. Algumas equipes conversavam com outras para que não houvesse trabalhos repetidos (TURRIONI; PEREZ, 2006, p. 68).

As discussões continuaram e os alunos não só repetiam a construção do material, mas adicionava melhorias e também criaram seus próprios materiais. Desenvolveram a criatividade. As trocas de ideias se estenderam por todo departamento e até alunos de outros cursos se envolveram no processo o que possibilitou a integração de toda a comunidade escolar.

Para Turrioni e Perez (2006), apesar do laboratório está construído e ser um espaço consolidado, o importante não é o material presente, mas a construção contínua e as possibilidades que surgem de investigar e questionar, fundamentada na teoria construtivista que impulsiona a busca para avaliar novos conceitos.

- O LEM da Universidade Federal do Tocantins

O LEM do Campus Arraias – TO da UFT teve seu projeto escrito em 2008. De acordo com Khidir, Gonçalves e Rodrigues os objetivos do LEM eram:

- Intervir de forma objetiva na formação didática do futuro professor e do licenciando;
- Potencializar estudos sobre a formação do professor e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem;
- Produzir e utilizar material didático-pedagógico para o desenvolvimento de atividades para o ensino e a aprendizagem da Matemática;
- Possibilitar a vivência de práticas de Ensino da Matemática, tendo como parâmetro a estruturação didática do processo de ensino e seus elementos constitutivos;
- Proporcionar situações para que os licenciandos compreendam conceitos matemáticos e suas metodologias de ensino (KHIDIR; GONÇALVES; RODRIGUES, 2018, p.4).

O LEM incentivou docentes e discentes da universidade a desenvolverem projetos voltados para educação básica.

O grupo criou o Clube da Matemática. De acordo com Khidir, Gonçalves e Rodrigues (2018) os objetivos do clube eram: formar um grupo de estudos de matemática; realizar estudos avançados sem limitações da série do aluno; despertar o interesse dos alunos por meio de atividades diferenciadas e preparar os alunos para obtenção de bons resultados acadêmicos.

Neste projeto selecionaram os melhores alunos de 6º e 7º anos e aplicaram as metodologias diferenciadas. No ano seguinte introduziram o clube para todos os alunos das escolas municipais de Arraias.

Os idealizadores do LEM relatam que o ambiente passou a funcionar como um local de estudos e pesquisas para alunos e professores onde permitem elaborar práticas de ensino para a sala de aula.

O Laboratório também influenciou em mudanças estruturais do curso superior, o colegiado do curso propôs a reformulação do PPC e instituiu o LEM como parte desse projeto.

## **2.5. Construção do LEM de forma participativa e integrada com a comunidade escolar**

O processo de construção do LEM exige uma preparação adequada e um bom planejamento já que o LEM despertará novas indagações aos alunos, além de materiais simples e de fácil uso, também é necessário saber o momento em que o LEM deve ser aplicado e com a quantidade de alunos que deve ser usado. Incluindo também o material didático (MD) que ajude a compor o LEM e auxilia no ensino. Lorenzato enfatiza:

A atuação do professor é determinante para o sucesso ou fracasso escolar. Para que os alunos aprendam significativamente, não basta que o professor disponha de um LEM. Tão importante quanto à escola possuir um LEM é o professor saber utilizar corretamente os MDs, pois estes, como outros instrumentos, tais como o pincel, o revólver, a enxada, a bola, o automóvel, o bisturi, o quadro-negro, o batom, o sino exigem conhecimentos específicos de quem os utiliza (LORENZATO, 2012, p.23).

Para que o MD seja executado de forma correta e com eficiência só depende do professor dar atenção e ter conhecimento sobre cada material, para se ter sucesso no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

A construção do LEM deve ser baseada de acordo com o contexto de cada instituição escolar, principalmente pelo fato de existir diversos tipos, com diferentes objetivos e recursos. Mas o LEM é constituído basicamente por:



- Jogos e quebra-cabeças;
- Sólidos;
- MD's produzidos pelos alunos;
- MD's industrializados;
- Instrumentos de medidas, calculadoras e computadores;
- Desafios matemáticos, ilusões de ótica, paradoxos e etc.

Citamos algumas sugestões de desafios e paradoxos:

#### Paradoxo I: O barbeiro da cidade

Bastante conhecido, o paradoxo do barbeiro é um enigma proveniente do paradoxo de Russel que diz o seguinte: em uma cidade há apenas um barbeiro que faz a barba de todos aqueles, e somente dos homens da cidade que não barbeiam a si mesmo, quem barbeia o barbeiro?

Esta pergunta é paradoxal porque, pela a afirmação acima, ele pode ser barbeado por: ele mesmo, ou o barbeiro (que passa a ser ele mesmo). No entanto, nenhuma das duas será possível por que:

A: Se o barbeiro barbear-se a si mesmo, então o barbeiro (ele mesmo) não deve barbear a si mesmo.

B: Se o barbeiro não se barbeia a si mesmo, então ele (o barbeiro) deve barbear a si mesmo.

Assim, nenhuma das duas é possível.

#### Paradoxo II: O enigma do prisioneiro

Outro problema de lógica, o enigma do prisioneiro conta a história de um homem que foi capturado por um rei que o tornou seu prisioneiro. Ao descobrir que ele pertencia a um grupo inimigo o rei ordenou aos seus súditos que o executassem. Porém, estabeleceu a seguinte condição: o prisioneiro devia fazer uma afirmação qualquer. Se esta afirmação fosse verdadeira, ele seria enforcado. Se a afirmação fosse falsa, ele seria fuzilado. O que ele teria que dizer para que se livrasse da morte?

O homem afirmou: “eu serei fuzilado!”. Considerando essa afirmação verdadeira, ele teria que ser enforcado. Mas se for enforcado a afirmação se tornaria falsa. Considerando a afirmação falsa, ele deveria ser fuzilado. Mas se for fuzilado a afirmação seria verdadeira e o prisioneiro deveria ser enforcado. Sendo assim, não há como executar o prisioneiro.

Em seu livro, O homem que calculava, Tahan e De Linhares (2010, p.10) apresenta diversos enigmas e desafios que podem compor o laboratório. Por exemplo, o desafio da divisão dos 35 camelos entre os três irmãos árabes.

Quanto aos jogos, sólidos e outros materiais didáticos existe uma variedade muito grande de opções e os professores e alunos podem usar a criatividade para construir qualquer objeto. A troca de ideias contribui bastante para a criação de novos materiais. Abaixo, apresentamos alguns exemplos:

### (1) Sólidos Geométricos

Material: linha nylon, canudo, régua e tesoura.

Procedimentos: corte os canudos em tamanhos iguais para que formem poliedros regulares. Coloque a linha dentro do canudo e monte o sólido desejado.

Conteúdos explorados: Definições, poliedros de Platão, relação de Euler e desigualdades.

**Figura 3** – Poliedros de Platão.



**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 4 - Sólido de Arquimedes.**



**Fonte:** O autor, 2018.

## (2) Jogo de Hex

**Material:** caneta (ou pincel), régua, botões (duas cores distintas), uma placa de madeira (45 cm x 45 cm x 5 mm).

**Procedimento:** Construa um quadrado grande próximo à borda da placa. Divida o lado do quadrado em 15 partes iguais, de modo que fique 15 x 15, construindo 225 quadrados. Em cada quadrado pequeno construído, trace sua diagonal no sentido inferior ao superior.

**Conteúdos explorados:** raciocínio lógico.

**Figura 5 - Jogos de Hex.**



**Fonte:** O autor, 2018.

### (3) Câmera escura

Material: papel seda branco, tesoura, cola, um prego, um objeto cilindro (uma lata de leite ou um cano PVC com uma das partes tampada de modo que não entre luz) e uma régua.

Procedimentos: coloque um anteparo de seda na extremidade aberta e use o prego para fazer um furo na parte tampada. Aconselhamos a fazer um furo bem pequeno.

Conteúdos explorados: medidas, transformação de unidades, semelhança de triângulos.

**Figura 6** - Alunos construindo a câmara.



Fonte: O autor, 2018.

### (4) Teodolito

Material: canudo, transferidor, um nível de bolha, canos PVC, duas placas de madeira, uma serra e parafusos.

Procedimentos: com os canos PVC monte uma base (figura 7), fixe o transferidor em uma das placas e use a outra placa de madeira para produzir uma base que será fixada com o parafuso. Coloque o nível em um lugar adequado e finalize a construção.

Conteúdos explorados: medição de ângulos, lei dos senos, lei dos cossenos e relações trigonométricas.

**Figura 7 - Teodolito construído.**



**Fonte:** O autor, 2018.

### (5) Multiplano

**Material:** duas placas de madeira, quatro pedaços de madeira, pregos, furadeira e um barbante.

**Procedimentos:** perfure as duas placas em linhas horizontais e verticais (escolha um espaçamento entre os furos adequado – entorno de 2 cm). Monte seu multiplano conforme a figura 8.

**Conteúdos explorados:** geometria de posição e geometria espacial (conceitos).

**Figura 8 - Multiplano pronto.**



**Fonte:** O autor, 2018.

### 3. Materiais e Métodos

O IFMA - Campus S. J. dos Patos localizado no sertão maranhense atua na educação em diversos níveis: educação básica, técnica e superior. O campus oferta os cursos integrados ao ensino médio nas áreas de logística, vestuário, alimentos e informática, oferta cursos técnicos nas mesmas áreas citadas e três cursos superiores de administração, física e matemática.

Atualmente o campus conta com três laboratórios de informática, um de física, um de química, um de biologia, um de alimentos e um de vestuário. Embora o campus ofereça um curso superior de Licenciatura em matemática, ainda não contava com um laboratório em sua estrutura.

Diante da conjuntura descrita, decidimos construir um LEM no campus e analisar os efeitos gerados na implementação desta nova estrutura.

A metodologia adotada foi uma pesquisa-ação, pois o pesquisador se introduziu no ambiente a ser estudado não só para observá-lo e compreendê-lo, mas principalmente para transformá-lo. Conforme define Fiorentini e Lorenzato:

A pesquisa-ação é um tipo especial de pesquisa participante, em que o pesquisador se introduz no ambiente a ser estudado não só para observá-lo e compreendê-lo, mas, sobretudo para mudá-lo em direções que permitam a melhoria das práticas e maior liberdade de ação e de aprendizagem dos participantes. Ou seja, é uma modalidade de atuação e observação centrada na reflexão-ação. Apresenta-se como transformadora, libertadora, provocando mudança de significados (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p.112).

O trabalho foi aplicado em três turmas do ensino básico dos cursos integrado de logística e integrado de redes de computadores e uma turma do curso de licenciatura em matemática. As atividades foram aplicadas a um público de 142 alunos e 5 professores de matemática que contribuíram com relatórios e entrevistas. Também fizemos anotações constantes e observações em diário de bordo.

Inicialmente, fizemos uma mobilização da comunidade escolar (alunos e professores) para construirmos objetos que iriam compor o LEM. Passamos por um processo de conscientização, motivação e preparação dos envolvidos para a construção dos MD's. Para a construção, associamos a cada conteúdo trabalhado em sala pelo professor uma atividade que

promovesse a construção e aplicação de algum instrumento do LEM. Dessa forma, ao final dos trabalhos, montamos nosso laboratório e inserimos novas práticas pedagógicas.

As aplicações foram realizadas da seguinte forma: o professor regente divide a turma em cinco grupos de trabalhos (classificamos de grupo A, B, C, D e E) e propõem a construção do MD associado ao conteúdo curricular e segue sua aula teórica normalmente, expondo os conceitos e exemplificando. Em um segundo momento, quando o material solicitado foi construído, o professor explica os conceitos e a teoria com uso do MD mediando à explicação. Desta forma, realizamos a aplicação de várias atividades, algumas descritas no capítulo seguinte. As atividades contemplaram as quatro turmas e os cinco professores.

Ao final da aplicação das atividades fizemos anotações, observações e entrevistas com os participantes e pedimos a confecção de um relatório por cada grupo. Como a aplicação envolveu muitos participantes e realizamos bastantes aplicações, alguns comentários e respostas foram repetidos e, por isso, selecionamos os mais pertinentes.

### **3.1. Aplicação de Atividades com Alunos e Professores**

Nesta seção descrevemos as aplicações da maioria das atividades realizadas com alunos e professores, apresentando detalhes das aplicações e registros fotográficos.

#### **Atividade I: encontrando a massa de figuras planas através da área e da densidade.**

Utilizando o MD construído pelos alunos, realizamos algumas medidas e cálculos. É importante destacar que estamos utilizando placas de madeira de espessura constante (em nossa aplicação: 2 cm) e, por isso, não levaremos em consideração a espessura porque ela não muda. Assim, podemos considerar simplesmente a densidade da superfície, ou seja, a massa contida em  $1\text{ cm}^2$  de nosso material (uma placa de madeira de 2cm de espessura).

Primeiramente, antes de serem serradas, medimos as tábuas e pesamos para calcularmos a densidade ( $d = 1,65\text{ g/cm}^2$ , aproximadamente). Usamos a densidade do material para, através da área da superfície, calcular a massa da forma plana.

Seguimos a atividade medindo as dimensões das figuras formadas, para calcular a área.

**Figura 9** - Aluno medindo as dimensões do quadrado.



**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 10** - Aluna medindo o diâmetro do círculo.



**Fonte:** O autor, 2018.

Depois de medir as dimensões, aplicamos as fórmulas estudadas em sala para calcular as áreas e regra de três para calcular a massa através da área e da densidade.



**Figura 11** - Aluna realizando os cálculos com os valores auferidos.



**Fonte:** O autor, 2018.

Por último, pesamos as formas planas para verificarmos que o peso calculado era aproximadamente igual a massa real do objeto.

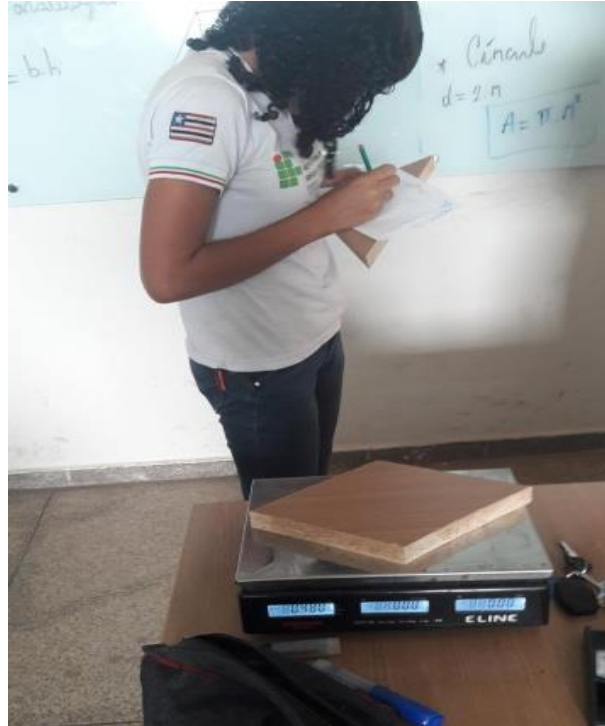
**Figura 12** - Alunos pesando as formas geométricas na balança.



**Fonte:** O autor, 2018.

Para essa atividade fizemos o uso de várias formas planas: quadrados, retângulos, triângulos, paralelogramos, trapézio, losango e círculo.

**Figura 13** - Aluna fazendo anotações da massa da forma plana.



Fonte: O autor, 2018.

**Figura 14** - Outras formas planas usadas na atividade.



Fonte: O autor, 2018.

Além de formas planas conhecidas também construímos outras formas planas (figura 14). Deixamos os alunos à vontade para escolherem a forma que quisessem. Com as figuras

planas variadas os alunos pesaram e, através da massa e a densidade, encontraram a área aplicando regra de três simples.

**Figura 15** - Aluna fazendo anotações da massa da forma plana.



Fonte: O autor, 2018.

### Atividade II: medindo o diâmetro do sol.

Inicialmente, pedimos aos alunos que trouxessem o material para construirmos a câmara escura, conforme descrito no item 3 da seção 2.5. Após a construção do MD, auferimos as medidas do tamanho da câmara escura (a lata de leite, figura 16), da imagem do sol e pesquisamos a distância da terra ao sol.

**Figura 16** - À esquerda, aluno medindo a dimensão da imagem do sol. À direita, aluna medindo a dimensão da câmara escura.



Fonte: O autor, 2018.

Como as medidas da imagem, do objeto e da distância da terra ao sol eram, respectivamente, milímetros, centímetros e quilômetros, os alunos realizaram a conversão das medidas para unidades do SI. Em seguida, aplicaram as regras de semelhança de triângulo e descobriram o diâmetro do sol, concluindo assim o objetivo da atividade.

Apesar de tratarmos de aproximações, o grupo A não obteve êxito no primeiro momento, pois construíram a câmera com um furo muito grande e o valor calculado não foi o desejado. Esse grupo refez a atividade, consertando o erro.

**Figura 17** - Câmara escura construída pelos alunos.



**Fonte:** O autor, 2018.

O grupo E construiu a câmera com um cano PVC de um metro de comprimento. Assim, a imagem gerada pelo sol foi maior e, com isso, obtiveram uma maior aproximação do resultado desejado.



**Figura 18** - À esquerda, alunos construindo a câmara escura com cano PVC. À direita, alunos medindo a imagem do sol projetada na câmara.

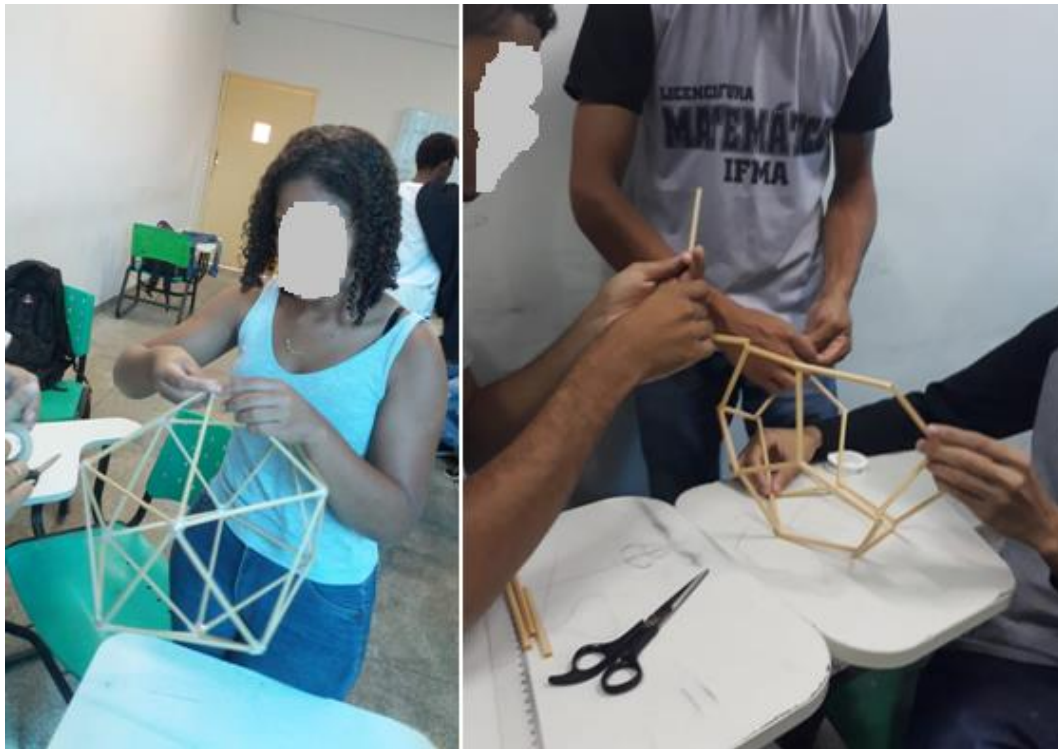


Fonte: O autor, 2018.

### **Atividade III: verificando a fórmula de Euler e desigualdades nos poliedros.**

Para realização desta atividade, utilizamos os cinco poliedros de Platão, o sólido de Arquimedes, outros poliedros e não poliedros. A construção desses objetos foi detalhada no item 1 da seção 2.5.

**Figura 19** - À esquerda, aluna construindo um icosaedro. À direita, alunos construindo um dodecaedro.



Fonte: O autor, 2018.

Com o auxílio do MD, definimos elementos como vértices, arestas e faces. Definimos também diagonal da face e diagonal do poliedro. Em seguida definimos poliedros e não poliedros.

**Figura 20** - Sólido de Arquimedes construído pelos alunos.



**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 21** – Poliedro criado pelos alunos.



**Fonte:** O autor, 2018.

Após a introdução dos conceitos de sólido, poliedro, não-poliedro e dos elementos do poliedro, aplicamos a fórmula de Euler. Para isso, pedimos que os alunos contassem o número de vértices, arestas e faces e, em seguida, verificassem a validade da fórmula. Também utilizamos os dados colhidos dos poliedros para verificar as desigualdades apresentadas nas aulas teóricas. Com os objetos sólidos que não são poliedros, contamos o número de vértices, arestas e faces e verificamos que a relação de Euler não se verificava.

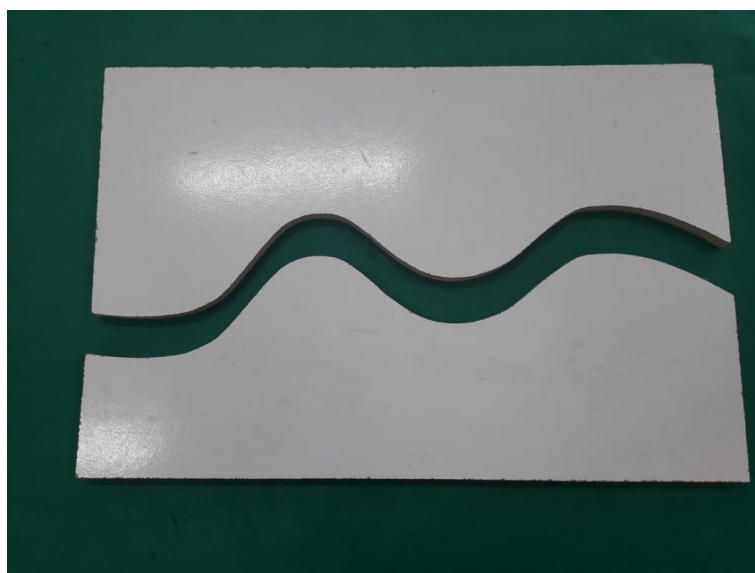
#### **Atividade IV: Aplicando a regra do trapézio.**

A regra do trapézio é uma maneira de calcularmos áreas de figuras planas em que podemos dividi-las em vários trapézios e somar suas áreas. É uma analogia a soma de Riemann, considerando que faremos partições na figura e quando essas partições tendem a aumentar, a área fica cada vez mais próxima da desejada.

Para realizar essa atividade utilizamos uma placa de madeira e cortamos na forma da figura abaixo. Realizamos essa atividade juntamente com a atividade I, por se tratar de um assunto mais complexo decidimos aplicar com apenas duas equipes.

Como o formato é um retângulo, medimos as dimensões e calculamos a área total da placa.

**Figura 22** - Forma plana utilizada para aplicar a regra do trapézio.



**Fonte:** O autor, 2018.

Em seguida aplicamos a fórmula do trapézio:

1. Sugerimos aos alunos que dividissem o comprimento em três partes iguais;

2. Ao dividir, deveriam formar três trapézios e auferir suas medidas (altura, base menor e base maior);
3. Para finalizar, pedimos que calculasse a área de cada trapézio e somasse tudo.

**Figura 23** - Alunos dividindo a figura em trapézios e fazendo as anotações das medidas.



Fonte: O autor, 2018.

As duas equipes calcularam as áreas de cada pedaço de madeira. Ao somar, o resultado obtido foi bem próximo da área do retângulo. No segundo momento pedimos que realizassem a mesma atividade, agora dividindo em cinco partes iguais e observassem o novo resultado.

#### **Atividade V: Usando o teodolito para medir alturas**

Essa atividade experimental consiste em usar o teodolito para medir alturas aplicando as relações trigonométricas no triângulo retângulo. Neste caso, medimos a altura da quadra esportiva da escola.

Após a construção do teodolito (detalhada no item 4 da seção 2.5) em sala, o professor explicou como usá-lo para medir ângulos.



**Figura 24** - Professor explicando como usar o teodolito e aplicar na medição dos ângulos.



**Fonte:** O autor, 2018.

Em seguida, os alunos foram para o campo colher os dados da atividade para aplicar nas fórmulas estudadas em sala.

**Figura 25** – Alunos medindo o ângulo para calcular a altura da quadra.



**Fonte:** O autor, 2018.

Cada grupo observou o ponto mais alto da quadra de distâncias diferentes. Portanto, os dados coletados foram todos diferentes.

**Figura 26** – Alunos medindo a distância de observação do ponto a ser medido.



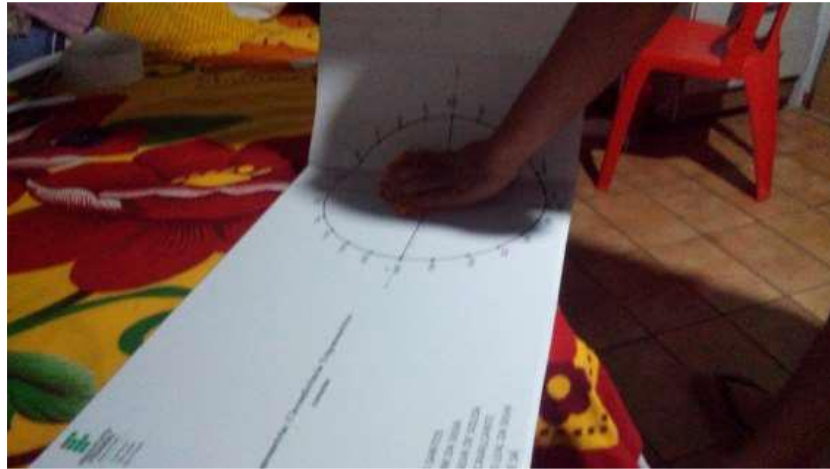
**Fonte:** O autor, 2018.

Após medirem e fazerem as anotações no caderno, os alunos realizaram os cálculos e chegaram aos resultados. Embora com dados diferentes, todos chegaram a resultados bem próximos.

**Atividade VI: Representações das funções trigonométricas seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente.**

A atividade tem como objetivo criar objetos concretos que representem as funções trigonométricas. Após a aula teórica sobre as funções trigonométricas os grupos se reuniram para pensarem como representar tais funções. Recebemos as ideias dos grupos e foram colocadas sugestões. Em seguida, os alunos realizaram a segunda fase que era a construção do MD.

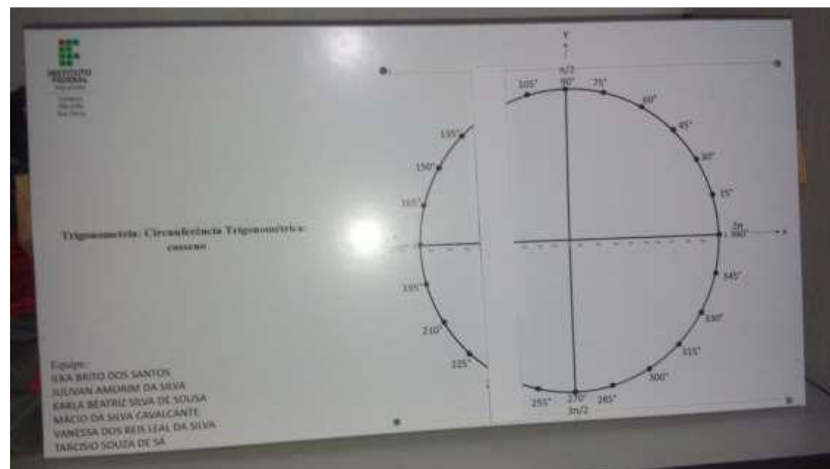
**Figura 27** - Alunos construindo MD para representar a função cosseno.



**Fonte:** O autor, 2018.

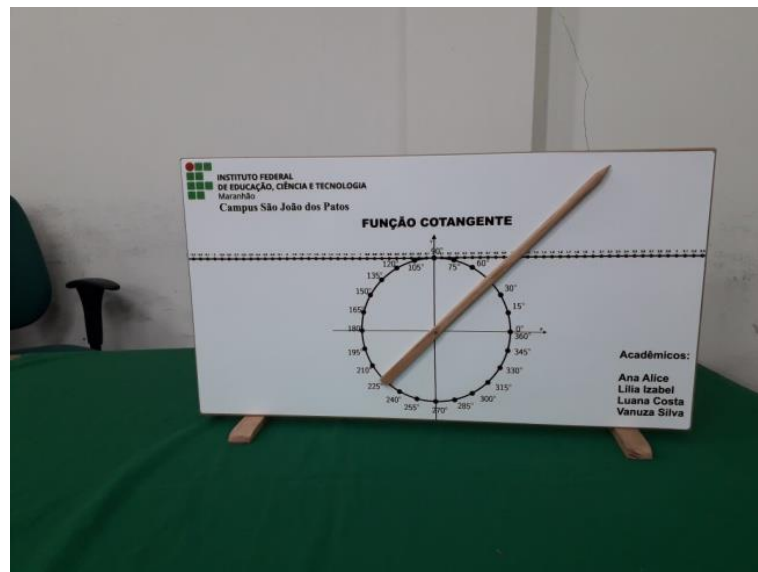
Após a construção do MD, realizamos a terceira fase da atividade que era explicar os conceitos usando o material. Realizamos uma aula explicando as funções trigonométricas com a mediação do MD.

**Figura 28** – MD construído por alunos para representar a função cosseno.



**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 29** - MD construído por alunos para representar a função cotangente.



Fonte: O autor, 2018.

### Atividade VII: Calculando o valor de pi.

Esta atividade é considerada bem simples e rápida. Primeiramente, os alunos auferem as mediadas do comprimento e do diâmetro do círculo trigonométrico (MD presente em nosso LEM) usando um barbante e uma régua.

**Figura 30** - Alunos medindo o diâmetro do círculo.



Fonte: O autor, 2018.

Após anotar os resultados, com auxílio de uma calculadora dividiram os valores medidos do comprimento pelo diâmetro e, assim, chegaram ao resultado desejado.



**Figura 31** - Aluno fazendo os cálculos.



Fonte: O autor, 2018.

### **Atividade VIII: geometria de posição usando o multiplano.**

Nesta atividade o professor explica os conceitos iniciais da geometria de posição. Ao criar uma situação hipotética os grupos observam e reproduzem em seu multiplano. Em seguida, o professor explica tais conceitos usando o objeto formado como mediador da aula.

**Figura 32** - Alunos construindo retas e planos com o multiplano.



Fonte: O autor, 2018.

A construção do multiplano foi detalhada no item 5 da seção 2.5.

**Atividade IX: construção de sólidos usando o multiplano.**

A atividade consiste em construir os sólidos geométricos como: prismas, pirâmides e troncos de pirâmides aplicando os conceitos e identificar seus elementos (aresta, altura, vértice, apótema e etc). Em seguida, medimos os elementos com o uso da régua e calculamos volume, área da base e área lateral.

**Figura 33** - Alunos construindo sólidos com o multiplano.



**Fonte:** O autor, 2018.

## 4. Resultados e Discussões

Neste capítulo apresentamos os comentários de alunos e professores sobre as atividades descritas no capítulo anterior, uma entrevista realizada com três professores e com três alunos. Em seguida, comentamos cada atividade e a entrevista, expondo as principais mudanças que ocorreram.

### 4.1. Resultados e discussões das atividades

#### **Atividade I: encontrando a massa de figuras planas através da área e da densidade.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo A: Foi um momento de colocar em prática as fórmulas explicadas pelo professor. Fica mais interessante construir as formas, medir, fazer os cálculos e, em seguida, verificar a massa. Realizar essa atividade nos ajuda a fixar melhor as fórmulas e aplicá-las.

Grupo C: Foi fantástico! Em um só trabalho podemos usar várias fórmulas explicadas em sala. A parte mais surpreendente foi quando medimos a massa e os resultados estavam bem próximos do calculado.

Grupo D: Todos do grupo ficamos surpresos com os resultados. Não sabíamos que era possível encontrar a massa através das medidas.

Professor A: Com essa atividade pude resgatar e explorar diversos conteúdos dentro da geometria plana, para realizá-la aplicamos medidas, transformação de unidades, cálculo de áreas, densidade e regra de três. A atividade foi bastante significativa, pude observar o empenho dos grupos realizando as medidas e fazendo os cálculos. Também foi um ponto importante da atividade quando eles mediram a massa dos objetos e o resultado estava aproximado do calculado. Eles ficavam surpresos com os resultados.

Observou-se o empenho e dedicação dos grupos em realizar as medidas dos objetos e fazerem os cálculos orientados pelo professor para descobrirem a massa dos objetos. Ficou notório o interesse em verificar se realmente a massa calculada no processo era realmente a massa medida na balança. Os resultados não eram exatos, mas muito próximos. Os erros eram entorno de 3% a 5%.

A atividade explorou diversos conteúdos como medidas, transformação de unidades, regra de três e cálculo de área de figuras planas oportunizando a memorização e fixação de

conteúdos que já não eram mais vistos pelos alunos no ensino médio. Para Passos (2006), quando um material explora diversos conteúdos em uma só aplicação ele é considerado um bom material didático, pois a variedade de aplicações possibilita os alunos estabelecerem ligações entre os conceitos inerentes à manipulação do objeto.

Portanto, esta atividade pode ser considerada de grande potencial por explorar as mais variáveis habilidades.

### **Atividade II: medindo o diâmetro do sol.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo A: Para adquirir um resultado aproximado, realizamos o experimento duas vezes, com resultados diferentes. Como observado, essa primeira parte falhou devido o tamanho do furo ter sido muito grande, o resultado não foi muito aproximado. Então, repetimos o experimento. Dessa vez, cobrimos o furo já feito e com uma ponta de grafite fizemos um menor, obtendo um resultado mais aproximado. Ele foi o mais aproximado do comprimento real do diâmetro Sol, no caso 1.391.016 Km, porque o tamanho do furo feito no fundo da lata foi menos que o anterior.

Grupo C: Achamos uma aula bastante produtiva, pois colocamos em prática os conteúdos da aula do professor com a atividade experimental. Foi mais proveitoso e ajudou a gente a fixar melhor a aula teórica.

Grupo E: Através de um experimento simples e sem custo algum é possível aplicar as regras de semelhança de triângulos. Essa atividade nos possibilitou aplicar o conteúdo visto em sala de aula. A atividade experimental é muito importante para fortalecer nosso aprendizado. Foi bem legal!

Professor B: Essa atividade foi bastante significativa. Os alunos puderam aplicar as regras de semelhança de triângulo estudadas em sala. Ao realizarmos atividades desta natureza



rompemos o rito comum de nossas aulas e apresentamos uma nova metodologia. Com esse método saímos um pouco da teoria e nos direcionamos para a prática. Aplicar essas atividades torna a matemática uma ciência menos abstrata e mais prática. Por ser uma atividade em que os próprios alunos desenvolvem, ou seja, colocam a mão na massa, percebemos que eles interagem mais na aula e ficam mais atentos, curiosos e surpresos com os resultados. Atividades como essa marcam pra sempre a vida do aluno.

Desde o processo de construção do MD até a aplicação da atividade percebemos a interação do grupo em busca de resultados. A prática explorou conteúdos como transformação de unidades e semelhança de triângulos. Os alunos começaram a questionar os resultados quando comparados, pois perceberam que o objeto maior aumenta a imagem do sol e, conseqüentemente, as precisões das medidas, permitindo uma maior aproximação do comprimento real do diâmetro do sol.

Atividades como essas fomentam o trabalho em equipe, promovendo a integração entre os colegas e o compartilhamento de informações e ideias. Esses resultados estão em confluência com o que afirmam Antonio e Andrade:

No LEM o trabalho em grupo torna-se indispensável; pois o trabalho em grupo não apenas propicia troca de informações, mas cria situações que favorecem o desenvolvimento da sociabilidade, da cooperação e do respeito mútuo entre os alunos, possibilitando aprendizagens significativas (ANTONIO; ANDRADE, 2008, p.4).

### **Atividade III: verificando a fórmula de Euler e desigualdades nos poliedros.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo B: A primeira explicação do conteúdo com desenhos no quadro não fica tão clara como a explicação com os poliedros construídos por nós. É bem mais simples aprender vendo o objeto.

Grupo D: Quando construímos o que estamos estudando, participamos melhor da aula. Fica mais proveitosa e interessante.

Grupo E: Foi interessante usar a fórmula de Euler nos poliedros que construímos. A parte que achamos mais interessante foi quando contamos as faces, arestas e vértices de objetos que não são considerados poliedros que construímos e ao aplicar a relação de Euler verificamos que não era válida, pois não estávamos trabalhando com poliedros.

Professor D: Ao propormos a construção do material aos alunos automaticamente fazemos um convite a integrar-se a aula. A construção do MD chama o aluno a participar. Após a construção eles aplicaram as fórmulas estudadas. Pude observar a curiosidade e o empenho deles para verificarem a validade da teoria junto à prática. É bem diferente quando simplesmente desenho no quadro e crio os exemplos, fica algo meio que jogado e retirado do nada. Quando usamos o MD introduzimos e explicamos melhor o conteúdo.

A construção e aplicação dos poliedros e objetos considerados não poliedros foram essenciais para introduzir conceitos. Após apresentar o conceito formal de poliedro verificamos que os sólidos construídos realmente cumprem as condições, com exceção de dois objetos que construímos propositalmente para não satisfazer determinadas condições. Além da definição, foram explicados os conceitos de vértice, aresta, face, diagonal da face e diagonal do poliedro.

Com a visualização dos objetos percebemos uma facilidade de assimilação dos conceitos e absorção das ideias. Verificamos a consubstanciação da ideia teórica dos conceitos matemáticos materializada em situações concretas concebidas por alunos e professores. Essa visualização dos entes matemáticos de forma concreta vai de encontro com as orientações de Poincaré, em que ele recomendou a visualização da imagem do objeto estudado para facilitar a compreensão. Utilizar objetos concretos para facilitar o entendimento é uma prática antiga, Arquimedes de Siracusa já fazia isso em seus estudos.

Em um segundo momento, aplicamos a relação de Euler e as desigualdades. Uma vez definido os elementos dos poliedros, os alunos contaram as faces, arestas e vértices e aplicaram na fórmula verificando sua validade em cada caso. Esse cenário descrito se torna um ambiente facilitador do ensino, conforme afirma Rêgo e Rêgo:

Alguns princípios a serem promovidos em sala de aula, defendidos por Irene Albuquerque (1951), dentre os quais, possibilitar variadas experiências de ensino relativas ao mesmo conceito matemático; atribuir significado para aprendizagem; criar situações para que o aluno descubra padrões, regras e relações e “criar um ambiente agradável em torno do ensino de matemática, promovendo sucesso e evitando o fracasso” são facilitados no espaço de um LEM (RÊGO; RÊGO, 2006, p.54).

#### **Atividade IV: Aplicando a regra do trapézio.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo B: Gostamos da atividade, foi uma estratégia interessante. Como sabíamos calcular a área do trapézio bastávamos dividir a figura em trapézios. Claro que a área não é a mesma,

mas quando aumentamos o número de divisões é visível que a área se aproxima cada vez mais da área que estávamos calculando.

Grupo E: É uma fórmula legal para calcular áreas de figuras que são “incomuns”. Nunca tínhamos visto essa fórmula. Achamos interessantes que ao juntarmos às áreas das duas placas de madeira a área obtida foi bem próxima do retângulo.

Professor A: A atividade é uma aplicação da fórmula do trapézio, os alunos aplicam a fórmula da área em vários trapézios e observam que quando o número de trapézios aumenta a área somada tende a ser igual à área total da figura. O método é uma analogia a soma de Riemann no sentido em que ao aumentarmos o número de divisões (partições) nos aproximamos da área da figura. É notório o empenho do grupo à busca de resultados e na medição dos dados para realizarem os cálculos.

#### **Atividade V: Usando o teodolito para medir alturas.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo C: Gostamos muito da atividade, pois com ela podemos ver pra que serve as fórmulas da tangente explicada em sala.

Grupo D: É muito interessante colocar em prática as fórmulas que o professor explicou em sala porque vemos na prática como podem ser aplicadas no dia a dia.

Grupo E: Achei os resultados interessantes, pois embora nosso grupo tenha realizado observações de distâncias diferentes dos outros, obtemos o mesmo resultado.

Professor C: Foi uma atividade bastante produtiva, desde a construção a aplicação. Pude observar o empenho e a dedicação dos alunos na produção dos teodolitos, até mesmo aqueles alunos menos interessados estavam ativos e participando. Aplicar as relações trigonométricas em um exemplo prático, em que os alunos são os geradores dos dados é muito mais eficiente que simplesmente criar dados aleatórios sem nenhum significado. Com o teodolito os alunos puderam medir os ângulos e, em seguida, realizar os cálculos da altura da quadra, que era o problema proposto.

Com essa atividade podemos explorar as relações trigonométricas para calcular a altura da quadra. Para a execução os estudantes precisaram usar, além do teodolito, trena e calculadora científica.

Os grupos calcularam a mesma altura de diferentes pontos de observação. Deste modo, os dados de medição de ângulos e distância foram distintos, mas os resultados finais de cada grupo foram bem próximos.

Portanto, a atividade proporcionou a geração de dados que foram processados pelos alunos com uso de fórmulas matemáticas e calculadora científica. A busca pela produção e coleta dos dados torna o aluno participante da construção do seu conhecimento e um buscador de resultados. Neste sentido, os PCNs afirmam:

Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização (BRASIL, 2000, p.4).

#### **Atividade VI: Representações das funções trigonométricas seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo A: Nosso grupo representou as funções secante e cossecante, no primeiro momento tivemos um pouco de dificuldade na representação, mas com as sugestões do professor conseguimos construir o MD.

Grupo B: A gente ficou responsável em representar a função cotangente. O objeto por si explica de forma clara os quadrantes em que esta função é positiva e negativa. Com o objeto, torna-se bem simples perceber a relação entre o ângulo e valor da cotangente do ângulo.

Grupo C: Nós construímos a função cosseno. Fica bastante claro entender onde o cosseno é negativo e positivo. Também é interessante verificar a relação entre os valores do cosseno e o ângulo.

Professor A: Com esta atividade representamos todas as funções trigonométricas. Os MD's produzidos pelos alunos permitiram definir, de forma prática, todas as funções de modo que as dúvidas apresentadas quanto às projeções sobre os eixos cartesianos ficaram esclarecidas. Os alunos conseguiram associar a relação entre o círculo trigonométrico e o modo como definimos as funções.

Com os objetos construídos e o auxílio da calculadora fizemos a verificação de vários ângulos aplicando as seis funções. O aluno escolhia o ângulo e verificava as projeções e interseções. Em seguida, usava a calculadora para conferir o valor.

No cenário anterior, em que o professor definiu as funções apenas por desenhos no quadro, percebemos que os alunos se tornavam simples receptores de informações. Essa forma de exposição não é muito eficiente, pois nem sempre conseguimos manter a atenção do aluno em nossa explicação. No entanto, quando o aluno se torna um construtor de seu conhecimento ele passa a ser sujeito ativo e não passivo. Neste sentido afirma Turrioni e Perez:

O material concreto exerce um papel importante na aprendizagem. Facilita a observação e análise, desenvolve o raciocínio lógico, crítico e científico, é fundamental para o ensino experimental e é excelente para auxiliar o aluno na construção de seus conhecimentos (TURRIONI; PEREZ, 2006, p.61).

### **Atividade VII: Calculando o valor de pi.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo C: É incrível! Realmente o resultado sempre é próximo de 3,14. Fizemos em casa com objetos circulares e obtivemos resultados parecidos. Com essa atividade entendemos melhor o porquê do valor de pi ser 3,14 e que se dividirmos o comprimento pelo diâmetro da circunferência o resultado será sempre pi.

Grupo D: Os resultados são surpreendentes! Realizamos a mesma atividade com a mesa redonda lá de casa e chegamos a resultados próximo de 3,14. Agora sim, entendemos porque o comprimento do círculo é o produto do valor de pi pelo seu diâmetro.

Professor C: É uma atividade bastante simples, sugeri aos alunos que fizessem em casa com outros objetos circulares. Com o círculo trigonométrico do LEM, um barbante, uma régua e auxílio de uma calculadora conseguimos chegar ao valor aproximado de pi. Claro que as imperfeições da medição e da construção do material não nos permitem chegar a um valor mais próximo. Porém, não era esse o objetivo real da atividade. O que nós queríamos de fato era deixar claro na mente do aluno que ao dividir o comprimento do círculo pelo diâmetro obtemos o valor de pi e, com isso, concluir que o comprimento pode ser calculado multiplicando o valor de pi pelo valor do diâmetro. Como eles realizaram a atividade, retiraram as medidas e fizeram os cálculos, participaram diretamente da construção do conhecimento, provavelmente, isso ficará marcado. Eu pude notar o empenho deles no desenvolvimento da atividade.

Para realizar essa atividade usamos os círculos trigonométricos do LEM. Inicialmente o professor usou o objeto para mediar na definição de elementos como corda, diâmetro, raio e

comprimento. No segundo momento, os alunos mediram o diâmetro e o comprimento dos seus objetos circulares e em seguida, com o auxílio da calculadora, calcularam a razão entre as medidas encontrando valores próximos de pi.

A ideia de dividir o comprimento pelo diâmetro se estendeu para outros objetos circulares, conforme descreve os alunos nos comentários. Essa liberdade de ação e investigação em busca da verdade é de extrema relevância. Essa autonomia nas ações do aluno em busca do conhecimento é corroborada por Rêgo e Rêgo, em que afirmam:

Por meio de experiências pessoais bem sucedidas, o aluno desenvolve o gosto pela descoberta, a coragem para enfrentar desafios e para vencê-los, desenvolvendo conhecimentos na direção de uma ação autônoma (RÊGO; RÊGO, 2006, p.43).

Isso mostra que a prática promoveu a liberdade de pensar e a autonomia intelectual do aluno.

#### **Atividade VIII: geometria de posição usando o multiplano.**

Comentário do professor:

Professor E: Com o multiplano pude trabalhar geometria de posição, construindo retas paralelas, reversas, ortogonais e perpendiculares. Também trabalhei intersecção entre retas e planos. Com esse material pude notar que os alunos, ao reproduzirem as situações que eu personalizava, eles permaneciam integrados ao conteúdo. Observei que alguns alunos tinham dificuldade de imaginar retas reversas e ortogonais e com o auxílio do multiplano eles compreenderam esses conceitos com facilidade. O multiplano também é excelente para ensinar esses conteúdos a deficientes visuais. Quando trabalhava em Goiás com educação inclusiva tive essa experiência incrível, pois não tinha como ensinar para eles o que são retas paralelas, mas com o auxílio do multiplano ficou bem simples.

#### **Atividade IX: construção de sólidos usando o multiplano.**

Comentários de alunos e professores:

Grupo A: Fizemos um prisma reto de base quadrada, de acordo como pediu a professora. Depois de retirar as medidas com a régua, nós calculamos área e volume. É bem melhor fazer as atividades no multiplano. Nós mesmos construímos o prisma, fica mais fácil enxergá-lo (visualizá-lo).

Grupo B: com uso do multiplano fica bem mais simples visualizar os sólidos.

Grupo E: Construimos uma pirâmide oblíqua de base quadrada e em seguida medimos os valores do lado do quadrado e da altura para calcularmos o volume. É melhor fazermos esses cálculos quando nós construimos o objeto e não simplesmente vemos os desenhos no quadro feito pela professora.

Professora E: A parte de construção é importante para o aluno, uma vez que eles constroem, e não simplesmente vêem meus desenhos no quadro, eles fixam a atenção na aula e com o objeto construído eles têm uma melhor visualização dos sólidos. A parte que achei mais relevante foi quando construimos o prisma e a pirâmide oblíqua porque no quadro eles confundem aresta com altura, mas no multiplano esses elementos são visivelmente distintos e quando esses sólidos são retos eles são visivelmente iguais.

De uma forma geral, o processo de planejamento, construção e aplicação dos MD's foram fontes ricas de inspiração, criatividade e liberdade de ação para os alunos. Observamos o empenho e dedicação dos estudantes na produção dos MD's. Essas constatações estão em consonância com Rêgo e Rêgo (2006), em que afirmam que o sistema de ensino exige a aplicação de novas práticas que promovam o desenvolvimento da criatividade, autonomia, ação, reflexão e crítica dos alunos.

O processo de implementação do LEM também inspirou outras áreas a trabalharem seus conteúdos com material concreto. Professores da área da física construíram MD's para representarem a transformação de energia potencial em energia cinética. A disseminação da ideia para as outras áreas é comum na implementação de um Laboratório, pois ele promove a discussão das práticas pedagógica e a troca de ideias com todos os envolvidos. Esta interferência em outras áreas ocorreu na implementação do LEM de Itajubá, conforme relata Turrioni e Perez:

Quando a fase de pesquisa e confecção de materiais didáticos terminou, partiu-se para a organização de uma primeira exposição, permitindo que não só os outros professores apreciassem, mas também os alunos de outros cursos pudessem interagir com as atividades desenvolvidas no LEM. O curso de pedagogia teve uma presença marcante, o que proporcionou uma grande interação e troca de ideias sobre os trabalhos desenvolvidos (TURRIONI; PEREZ, 2006, p.69).

Essa inspiração e a presença de significado nas atividades são muito importantes para o estudante. Conforme afirma Brighente:

Quando nos preocupamos em encher a cabeça dos educandos com conhecimentos, sem levar em conta que eles precisam é de um "alimento" que vivifique as suas faculdades e os encoraje a seguir na direção da pesquisa da "verdade", estamos apenas enchendo a jarra (BRIGHENTE, 2016, p.158).

Noutras palavras, a quantidade de conteúdo sem significado não é suficiente para a libertação do indivíduo, é importante existir na prática pedagógica elementos que alimentem as faculdades e encorajem o aluno na busca pelo conhecimento. A descrição das atividades e os comentários dos alunos e professores apresentaram essas características.

Os problemas contextualizados criaram situações reais (concretas) fazendo os alunos integrarem teoria e prática e possibilitando o uso da matemática para compreensão da realidade. Essas situações problemas se distinguem dos problemas com perguntas diretas como “calcule”, “encontre”, “determine” e etc. As atividades não demonstraram eficiência quanto à valorização da manipulação algébrica de expressões. No entanto, tais problemas não podem ser desprezados e tem a função de fixar as propriedades elementares da matemática. É o que afirma os Parâmetros Curriculares Nacionais:

Isso não significa que os exercícios do tipo “calcule...”, “resolva...” devam ser eliminados, pois eles cumprem a função do aprendizado de técnicas e propriedades, mas de forma alguma são suficientes para preparar os alunos tanto para que possam continuar aprendendo, como para que construam visões de mundo abrangentes ou, ainda, para que se realizem no mundo social ou do trabalho (Brasil, 2000, p.113).

Ao fim das aplicações, o LEM do IFMA – Campus São João dos Patos foi montado. Embora ainda com poucos materiais, o pequeno LEM tornou-se o catalisador de novas atividades e ideias. Os alunos criaram novos MD's e promoveram exposições do laboratório em evento realizado no Campus.

#### **4.2. Entrevista com Professores**

Nesta seção apresentamos uma entrevista realizada com os três professores mais ativos na construção e aplicação das atividades descritas na seção anterior.

O autor: Como era a metodologia adotada em suas aulas antes da implementação do LEM?

Professor A: Em minha graduação eu tive pouco contato com metodologias de ensino, como as aulas eram basicamente expositivas, somente exposição de teoria e resolução de exercícios, essa formação me direcionou nesse sentido. Então, em minhas aulas, também repito esses métodos, apenas o uso de livros didático, pincel, quadro e algumas listas de exercícios. Nem sequer meios informatizados ou softwares matemáticos eu usava.

Professor C: Minhas aulas sempre foram tradicionais, utilizava mais o quadro, o livro didático e interação dialogada com os alunos.



Professor E: Eu trabalhei em três modalidades de ensino: ensino integrado, proeja e licenciatura em matemática. Em relação à educação básica nos cursos de Ensino Integrado, mais especificamente no curso de vestuário, por exemplo, a gente trabalhou toda parte de ampliação de imagem, rotação e translação usando proporção. No curso de logística a gente teve umas experiências com análise combinatória, nós tentamos investigar como era a formação do número do cartão de crédito e também dos chassis das motos. Então os meninos tiveram que fazer uma aplicação contextualizada. Portanto, eu sempre busquei nas metodologias de ensino fazer aplicações contextualizadas do conteúdo.

O autor: Você usava algum recurso didático que não seja os tradicionais como quadro, pincel, livro didático e lista de exercício?

Professor A: Não.

Professor C: Sim, já usei Geogebra para fazer ilustrações geométricas, mas depende muito do conteúdo trabalhado, tinha uns mais propícios e outros não.

Professor E: Sim, sempre usei. Além das aplicações práticas, uso o Geogebra, realizo atividades com objetos de medição e calculadoras.

O autor: Com que frequência você utilizava esses recursos?

Professor A: Não utilizava.

Professor C: Utilizava umas duas vezes no semestre.

Professor E: As aplicações com materiais concretos estão relacionadas à avaliação porque eu faço uma avaliação formativa (escrita) e uma avaliação qualitativa e sempre faço uma avaliação qualitativa na perspectiva das inteligências múltiplas de Gardner. Assim, para compor a nota qualitativa realizo entorno de duas atividades práticas com material concreto por bimestre.

As três primeiras perguntas mostram a característica da formação e da atuação docente dos entrevistados. Como vimos, com exceção do professor E, os outros professores não receberam uma formação que os incentivasse a adotar novas práticas em suas aulas. Apenas repetem aquilo que aprenderam na universidade com seus professores, ou seja, como seus professores não utilizavam de outros recursos e metodologias além dos tradicionais, então seus alunos tendem a repetir essa prática.

Para Chagas (2004), essa forma de ensinar é comum na área de matemática e está ligada a sua formação. É urgente a necessidade de uma revisão nas licenciaturas no que concerne ao ensino de matemática. As universidades devem intervir na situação caótica que se encontra o ensino de matemática.

O autor: O que você pode destacar de importante na implementação do LEM?

Professor A: Posso destacar o processo em si. O processo de implementação oportunizou o contato com diversos materiais que antes não conhecia. A implementação foi um catalisador que me fez buscar, pesquisar, criar e imaginar diversos tipos de material concreto que poderiam ser associados com conteúdos matemáticos e, assim construimos o laboratório. Então, o processo em si, foi enriquecedor. Foi um momento de aprendizado. E posso dizer que ele ainda continua, ainda continuamos construindo nosso laboratório, sempre pensando novas ideias e inovando.

Professor C: Durante a construção do LEM existe também a construção do conhecimento, em que os alunos na construção participam diretamente no processo e também, uma vez construído, o MD facilitará as aulas práticas futuras. Então, só temos a ganhar com um LEM na escola.

Professor E: Foi excepcional! Achei extremamente importante. Numa Perspectiva da Educação matemática nós vamos ter duas categorias: a matemática do matemático e a matemática do professor de matemática. Fiorentini e Lorenzato trazem esses termos, Lins também fala sobre. A matemática do matemático seria a matemática do Bacharel, do cientista matemático; a matemática do professor de matemática seria aquela que faça os alunos perceberem a relação entre eles e o mundo. É necessário que, como professores, busquemos dentro dessa matemática que se torna acessível e coerente, mas que mude a perspectiva de vida desses alunos. Se continuarmos fazendo somente a matemática do matemático e levando para sala de aula apenas exercícios e mais exercícios, continuaremos construindo uma matemática abstrata, segregadora e excludente. Quando mudamos a maneira com que apresentamos a matemática aos alunos, nós começamos a atingir um público maior e tornamos a matemática mais acessível a todos. Esse período de construção nos oportunizou levar aos alunos a matemática do professor de matemática.

As respostas revelam o caráter ímpar do processo de implementação do LEM. Foi um momento de reflexão e ação sobre as práticas utilizadas em sala e uma busca por novas

formas de ensinar e abordar os conteúdos. O processo de construção transformou alguns matemáticos em verdadeiros professores de matemática.

O autor: Qual a importância de ter, hoje, um laboratório em sua escola?

Professor A: O laboratório na escola ele cria a possibilidade e nos impulsiona a criar outros MD's. Isso já é importante, mas também podemos, no decorrer do ano letivo, estar mais favorável a realização de atividades práticas quando já temos um laboratório na escola. Além disso, os próprios alunos podem, esporadicamente, sem estar em sala de aula, visitar o laboratório e manter contato com um ambiente favorável a investigação e descoberta. É um ambiente desafiador e cheio de curiosidades e de problemas que impelem os alunos a pensarem. Com a chegada desta ideia na escola pensamos em outras possibilidades, pensamos em fazer exposições, competições com os jogos que construímos e também fazer um projeto com os alunos do ensino superior que tem como objetivo implantar LEM's nas escolas de ensino básico da região.

Professor C: Com o LEM temos uma riqueza de material, um universo de possibilidades. Podemos aplicar algum recurso eventualmente e a tendência de pensamento em busca de novas metodologias se torna mais favorável com o laboratório na escola.

Professor E: Foi importante porque o material dessa vez ficou no campus, antes a gente não tinha essa ideia de montar um local com esses objetos. Eu, por exemplo, já usei materiais que foram produzidos pelos estudantes de Ensino Médio nas turmas de Proeja e também já utilizei materiais construídos pelas turmas de licenciatura e antes esses materiais ficavam com os estudantes em suas casas, não ficavam na escola. Além disso, estando em um ambiente reservado possibilita que outros professores e alunos tenham contato com novas práticas pedagógicas. Também temos sempre ideias novas e ter hoje um laboratório nos motiva ainda mais a construção de novos materiais.

Com o processo de construção e a presença de um LEM na instituição criou-se um movimento inspirando e direcionando as práticas pedagógicas neste sentido. Observamos que atualmente na instituição os professores criaram a cultura de abordar conteúdos por meio de atividades práticas e contextualizadas. É importante também destacar que essa forma de pensar também influenciou os alunos que estão sempre presentes no LEM e investigando como representar e associar conteúdos matemáticos com problemas reais (concretos).

O autor: Atualmente, qual a frequência de aplicação de atividades práticas em suas aulas?

Professor A: Como tivemos uma preparação e um contato maior nesse período com material concreto, agora costumo aplicar duas atividades por bimestre: uma introdutória e uma conclusiva. Na introdutória faço a apresentação o conteúdo e na conclusiva, após a exposição teórica no quadro, a gente aplica aquela teoria para solucionar o problema proposto na atividade prática.

Professor C: A gente tem usado com mais frequência porque observamos um maior interesse dos alunos em atividades aplicadas. Então estou realizando umas duas atividades por bimestre.

Professor E: Continuou com a mesma frequência de antes, mas dessa vez, como estávamos nessa idéia de construir o laboratório fui pesquisar mais sobre outros materiais para diversificar os trabalhos e inovar minhas práticas.

As respostas mostram a transformação pela qual passaram os professores de matemática, isto é, percebemos que antes eles adotavam uma metodologia de ensino baseada em sua formação na universidade e após terem esse contato com os MDs mudaram significativamente sua forma de trabalhar em sala.

O autor: o que você pode observar de diferente ao construir e aplicar um MD?

Professor A: O processo de construção do material didático oportuniza o aluno a construir seu conhecimento, ou seja, em vez de a situação-problema ser criada por mim, o próprio aluno vai criar o contexto necessário para aquele conteúdo ser trabalhado. Assim, ele se torna construtor de seu próprio conhecimento e, portanto, se integra mais na aula, se dispersa menos e se interessa mais. Ele se sente mais atraído por aquilo. A aplicação é de extrema importância para que o aluno associe na prática os conteúdos teóricos trabalhados em sala.

Professor C: Esses dias fizemos a construção do teodolito, verifiquei um grande interesse dos alunos em construir o objeto, depois medir os ângulos e as distâncias e, por fim, realizar os cálculos para encontrar as medidas. Observei que alunos bem dispersos em sala se tornam mais ativos nas atividades, eles interagem mais com os outros.

Professor E: Há pontos que precisam ser trazidos ao debate. A gente não pode dizer que o material resolve o problema porque existem problemas que transcendem a aplicação e a construção de MD, que é a formação inicial desse aluno no ensino infantil e fundamental. O aluno não tem definido o que é número, conceitos básicos de aritmética e figuras planas. Portanto, construir um material com esse aluno você terá dificuldades porque os conceitos

básicos não tem significado para ele. Então não adianta ser romântico e dizer que a construção de materiais e aplicação resolve todos os problemas, porém, em minhas aulas com material concreto, eu tenho percebido que algumas lacunas deixadas na produção de significados no ensino infantil elas estão sendo resolvidas.

Para os professores, a construção do MD é o primeiro passo para que o aluno se integre ao conteúdo. No processo de aplicação o aluno busca colher dados e informações que serão usados em fórmulas para obter a resposta de seu problema ou verificar a validade de modelos matemáticos com o auxílio do objeto construído. Conforme afirma Chagas:

Entendo que o primeiro passo a ser dado é a ruptura da educação matemática com o modelo tradicional, optando-se por um contexto mais construtivista, onde os alunos devem analisar um determinado problema para que, só então, passem a compreendê-lo. É importante aqui que o professor ofereça espaço para discussões e interaja continuamente com seus alunos (CHAGAS; 2004, p.246).

Ainda corroborando com essa ideia, Chagas afirma que:

Os avanços teóricos têm comprovado que a aprendizagem não se dá pelo treino mecânico descontextualizado, ou pela exposição exaustiva do professor. Pelo contrário, a aprendizagem dos conceitos ocorre pela interação dos alunos com o conhecimento (CHAGAS; 2004, p.246).

O autor: As atividades práticas são sempre proveitosas?

Professor A: Nem sempre, depende da forma como o professor conduz as atividades. Ele também tem que ter a criatividade e a perspicácia de saber relacionar o conteúdo matemático trabalhado com atividade que ele está realizando. Se não deixar claro os objetivos também, a atividade pode ser um fracasso.

Professor C: Não. Porque quando criamos essas atividades geramos uma expectativa muito grande, às vezes a turma pode não corresponder a essa expectativa.

Professor E: As atividades práticas não resolvem todos os problemas, mas elas são importantes para sanar déficits anteriores. Devemos entender (ou perceber) que os laboratórios de ensino não é a solução para tudo, pois os alunos têm problemas na formação dos conceitos, conceitos de número, de operações, de figuras, de lateralidade e etc. Então esses problemas não serão resolvidos com atividades concretas, porém eu já percebi que algumas atividades que eu apliquei com alunos com deficiência visual e auditiva tem efeito bastante positivo. É como se esses alunos não tivessem aquele objeto constituído no seu universo imaginário. Também observei que essas atividades têm efeito em alunos videntes e alunos ouvintes a partir do momento em que eles têm contato com o objeto concreto e

relacionam aquele objeto com conteúdo matemático visto em sala de aula. A partir do momento que eles fazem essa associação eles têm um *insight*. Um assunto bastante importante que a gente não tocou aqui é a transposição didática. Vamos supor que eu vou apresentar um teatro e nesse teatro os meninos aplicaram as quatro operações. Se não houver um momento em que o professor faça a transposição didática do teatro para matemática, sem usar necessariamente a matemática formal, esse aluno não vai perceber a ligação entre o que a atividade que ele realizou e o conteúdo que ele deve aprender. Se essa transposição não ocorrer, então o trabalho foi um fracasso. É mais uma aula sem significado e sem aprendido.

O autor: O que precisa ser feito para as atividades práticas serem eficientes?

Professor A: O professor deve planejar bem, ter bastante conhecimento matemático e saber relacionar o conhecimento com a realidade em que ele vive. Precisa ser criativo e na organização da atividade deve deixar claro o objetivo que deve ser atingido. E conduzir os trabalhos de forma que os alunos não se dispersem, mantendo sempre o foco no objetivo final.

Professor C: Acho duas coisas fundamentais: criatividade e planejamento. É preciso ser criativo e planejar bem para que tudo saia perfeito.

Professor E: Primeiramente o professor deve ter um bom repertório matemático. Segundo Lins, o repertório matemática é a capacidade de lidar com diversos assuntos da matemática percebendo a inter-relação com vários assuntos do cotidiano e de que maneira a matemática perpassa esses assuntos.

Conforme afirmam os professores, é necessário um bom planejamento da prática para atingir os objetivos e o professor deve ser bem criativo e engenhoso na criação da atividade. Ele deve usar todo seu conhecimento matemático em sua elaboração.

O autor: É possível a realização de atividades práticas em todos os conteúdos de matemática?

Professor A: Acredito que não. Eu particularmente não consigo associar todos os conteúdos com alguma atividade prática. Considero alguns conteúdos muito abstratos e que são praticamente impossíveis de trazê-los da forma abstrata como são concebidos para prática. Alguns conteúdos são apenas ferramentas de outros conteúdos posteriores.

Professor C: Eu acho que não, pode ser que seja possível, mas eu não consigo. Mas existem muitos conteúdos propícios a aplicação.

Professor E: Não. Existem conteúdos e outras habilidades no currículo que são muito abstratas, posso citar as equações algébricas, relação de Girard, determinantes, enfim, conteúdos muito abstratos de difícil associação prática. Khidir, uma professora da universidade federal de Santa Maria, da área de etnomatemática, critica essas tentativas forçadas de trazer para prática assuntos absolutamente abstratos. Fiorentini e Lorenzato apontam que o conteúdo de matemática precisa ser justificado para ser apresentado e a gente não pode cair na esparrela de contextualizar todo o conteúdo porque podemos acabar fazendo uma ligação que não seja coerente.

Essa pergunta nos mostra que nenhuma metodologia de ensino é completamente eficiente e pode ser usada ao extremo, não devemos adotar as mesmas práticas metodológicas em conteúdos diferentes. As respostas dos professores indicam que é importante a diversificação na forma como trabalhamos os conteúdos, procurando os métodos mais apropriados para cada conteúdo.

O autor: Quais dificuldades você encontrou na aplicação das atividades práticas?

Professor A: Não encontrei muitas dificuldades, somente relacionada à falta de recursos e também de conhecimento, pois nunca tinha trabalhado dessa forma, mas a nossa preparação e pesquisa contínua nos possibilitou sanar essas dificuldades. Com as pesquisas e os planejamentos necessários ocorreu tudo sem dificuldades relevantes.

Professor C: A principal dificuldade foi que minha formação foi mais acadêmico-científica, mais voltada para pesquisa e, diante disso, eu não tinha envolvimento com material concreto. Portanto, a falta de formação minha nessa linha foi a principal dificuldade. Então, tive que pesquisar na internet, em livros, artigos e também refletir sobre o assunto em busca de novidades. Ou seja, quando proponho uma atividade, há o processo de busca sobre aquela atividade, como construir, quais materiais posso usar, como aplicar e etc.

Professor E: A gente vai ter aí a presença da razão instrumental. Na escola de Frankfurt a gente vai ter a razão cognitiva, aquela que justifica o que eu não faço, mas que eu não faço porque realmente existe um elemento que me impossibilita e tem a razão instrumental, aquela que eu utilizo para disfarçar o que eu não quero fazer, “o sistema não me dá dinheiro”, “não tem espaço para eu colocar o material” ou “se eu fizer o material concreto os alunos vão perder ou quebrar porque não terão onde guardar”. Então você fica criando subterfúgios para não realizar as atividades. Portanto, uma das razões hoje é que temos como álibi a razão instrumental para justificar o que não fazer ou não realizar. Usamos a razão instrumental para

justificar nossas inconsistências. Mas também falta instrução na formação inicial dos professores, é preciso rever os PPC's dos cursos de Lic. em Matemática e neles devem conter metodologias que orientem novas práticas pedagógicas. Se o professor tiver uma formação inicial alinhada nesses parâmetros acredito que teríamos mais atividades práticas e LEM nas escolas.

Embora alguns professores não tiveram a formação direcionada neste sentido esse processo foi importante para preencher essa lacuna, foi um momento de reflexão sobre a forma como cada docente atuava em sala.

Esse momento de construção do laboratório impeliu discussões sobre a criação da disciplina de laboratório de matemática no curso superior, que foi inserida como optativa. Apesar de termos construído o LEM, sua construção não estava prevista no PPC do curso de licenciatura em matemática. Com a visita do MEC em março de 2019, embora o laboratório tenha sido muito elogiado, em seu relatório de avaliação consta que o LEM da instituição não foi considerado por não fazer parte do PPC. Transcrevo um fragmento do relatório que trata do assunto:

“4.8. Laboratórios didáticos de formação básica. NSA para cursos que não utilizam laboratórios didáticos de formação básica, conforme PPC. Justificativa para conceito NSA: Não se Aplica.

4.9. Laboratórios didáticos de formação específica. NSA para cursos que não utilizam laboratórios didáticos de formação específica, conforme PPC.

Justificativa para conceito NSA: O curso tem um laboratório em implantação, porém não consta no PPC do curso”.

Dessa forma, o LEM não foi considerado pelo MEC como parte integrante do curso superior.

Ao tomar ciência do relatório, os professores que compõem o NDE do curso propuseram uma reformulação do PPC para inserir no novo projeto o LEM como instrumento do curso e tornar a disciplina de Laboratório de Matemática obrigatória da matriz.

### **4.3. Entrevista com alunos**

Nesta seção apresentamos uma entrevista realizada com alunos do curso superior de matemática sobre o processo de construção do LEM ao qual eles também contribuíram. A



entrevista trata dos MDs construídos, da importância desses materiais no ensino e das perspectivas geradas na formação dos futuros professores.

O autor: Você, juntamente com seus colegas, participou da construção do LEM. Qual MD você construiu? E que materiais utilizou na construção?

Aluno A: Eu construí o geoplano. Na construção utilizei apenas uma placa de madeira, pregos e ligas (elástico de dinheiro).

Aluno B: Construí um teodolito. Para construir usei uma garrafa pet, três cabos de vassoura, um canudo, um transferidor e uma placa de madeira.

Aluno C: Eu construí o que intitulei de “ternos pitagóricos” que explica o teorema de Pitágoras.

O autor: Qual o custo da construção do MD?

Aluno A: Gastei na compra da madeira, porque queria fazer com um material de qualidade e com os pregos somente. Mas um custo muito baixo.

Aluno B: Não gastei praticamente nada, apenas comprei o transferidor.

Aluno C: Gastei porque fiz com material de boa qualidade, mas pode ser feito com materiais de baixo custo.

O autor: Quais os conteúdos explorados nessa atividade?

Aluno A: Podemos trabalhar construção e áreas de polígonos aplicando o teorema de Pick.

Aluno B: Com o teodolito podemos realizar atividades práticas medindo ângulos e aplicando as relações trigonométricas, lei dos senos ou lei dos cossenos.

Aluno C: Pode trabalhar o teorema de Pitágoras com a relação das áreas que se formam com os quadrados que formam o triângulo retângulo.

O autor: Qual a relevância da utilização desses materiais nas aulas de matemática?

Aluno A: Sim! A teoria é muito importante, mas com o uso do material mostra aquela teoria na prática de forma que o aluno constrói o polígono que ele imaginar e calcula a área aplicando o teorema.

Aluno B: Acho muito importante porque o aluno sai da sala de aula, sai do quadro e vai fazer matemática na prática.

Aluno C: Acho que o uso do material chama o aluno a participar da aula e ele mesmo verificar as relações e fórmulas. Por exemplo, se eles somente observar a aula do professor eles não conseguiram relacionar o teorema com as áreas dos quadrados. Portanto, com o material concreto eles conseguem entender melhor de onde veio aquela fórmula.

O autor: Considerando que você teve contato com essas práticas em sua formação como professor, você pretende aplicar essa metodologia em suas aulas?

Aluno A: Eu pretendo, acredito que será importante para melhorar a forma de transmitir o conteúdo para meus futuros alunos.

Aluno B: Sim, as atividades que desenvolvemos aqui ofereceram pra gente uma bagagem de conteúdos que pretendo aplicar com meus futuros alunos.

Aluno C: Pretendo sim. Pretendo levar materiais concretos para mediar no ensino de matemática.

A entrevista consubstancia diversas afirmações de autores já citadas neste trabalho sobre o uso de MDs e sua eficiência no ensino de matemática. Ela também mostra a simplicidade e facilidade na construção dos materiais, com custos praticamente zero. Mostra que o processo de implementação do LEM impactou diretamente na formação de futuros professores e que, certamente, irá transformar o ambiente escolar no futuro.

## 5. Conclusão

Diante das dificuldades e o baixo índice de rendimento apresentados no sistema educacional brasileiro, mais especificamente no ensino de matemática, surgem diversos estudos que visam explicar tais fracassos e busca por soluções. Esse fracasso no ensino de matemática impele professores e pesquisadores a buscarem e desenvolverem métodos e novas práticas pedagógicas que amenizem esses baixos índices.

Este trabalho foi o resultado da procura incessante por novas práticas de ensino que desenvolva as mais variáveis habilidades, que promova a integração do aluno com a matemática e que apresente a disciplina de forma mais prática, aplicada à realidade, menos abstrata e com mais significado para o aluno.

O trabalho mostrou os impactos que a adoção de novas metodologias e novas formas de abordagem dos conteúdos usando elementos do LEM geraram no ambiente escolar estudado.

De acordo com a descrição das atividades e da entrevista com alunos e professores os relatos mostram-se reveladores e impactantes, causando mudanças substanciais na instituição e na região.

Durante a construção e aplicação dos MDs observamos alunos e professores integrados em um processo de construção de conhecimento. As atividades práticas mostraram aos alunos como a matemática pode ser usada para explicar determinadas situações problemas.

A entrevista com professores apresenta um pouco de suas características enquanto professor em sala de aula. Os relatos mostraram a mudança na forma de como os professores abordam os conteúdos em sala. Os professores da instituição passaram a utilizarem mais o LEM em suas aulas. Além disso, a implementação do LEM gerou discussão entre os docentes sobre a importância do laboratório na formação de professores, tais discussões apontam para uma mudança no PPC do curso com a inserção do LEM na matriz curricular como uma disciplina.

A entrevista com alunos do curso superior nos mostra que a criação do LEM oportunizou a estes uma preparação no uso de materiais concretos. De acordo com os alunos é possível criar objetos com custo quase zero o que torna possível a aplicação dessas atividades em qualquer escola, mesmo aquelas com poucos recursos. Os discentes consideraram

importante esse tipo de metodologia no ensino por aplicar na prática muitos conceitos e fórmulas matemática. Por considerarem a relevância das atividades, como futuros professores, eles pretendem adotar as práticas em suas aulas.

Assim, o uso do LEM se apresenta como uma metodologia que pode gerar bons resultados, porém não podemos contar exclusivamente com atividades práticas, pois elas são apenas um complemento. As aulas expositivas e os exercícios em sala são importantes para a fixação de propriedades, não podendo ser excluídas da vida estudantil do aluno. É importante o professor ter consciência que nenhum método por si só é totalmente eficiente. É preciso diversificar a forma como ensinamos, mostrando o conteúdo com abordagens diferentes e desenvolvendo as múltiplas habilidades dos alunos.

A aplicação deste trabalho na instituição instigou a competição de jogos entre os alunos, a realização de feiras e exposições em eventos para os alunos e proporcionou a discussão sobre a criação de projeto para implementação do LEM em outras escolas da cidade e da região.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. (1999). **Uma ideia para o laboratório de Matemática**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: USP.

ALMEIDA, A. F. Criação e implementação de um Laboratório de Ensino de Matemática de forma participativa e colaborativa no Ensino Fundamental em Escola Pública. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Paraná, 2009.**

ANTONIO, F. C.; ANDRADE, SVR. O LEM Como Facilitador do Ensino Aprendizagem de Matemática do Ensino Fundamental. **Cadernos PDE**, v. 1, 2008.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>>. Acesso em: 02 de novembro de 2018.

BRIGHENTE, Miriam Furlan. Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora. **Pro-Posições**, v. 27, n. 1, p. 155-177, 2016.

CHAGAS, Elza Marisa Paiva de Figueiredo. **"Educação matemática na sala de aula: problemáticas e possíveis soluções."** *Millenium* (2004): 240-248.

COMENIUS, Johann Amos; GOMES, Joaquim Ferreira. **Didáctica magna: tratado da arte universal de ensinar tudo a todos.** 1966.

DE MOURA, Manoel Oriosvaldo et al. Atividade orientadora de ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, v. 10, n. 29, p. 205-229, 2010.

FARJADO, Vanessa; FOREQUE, Flavia. **7 de cada 10 alunos do ensino médio têm nível insuficiente em português e matemática, diz MEC.** 30/08/2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/educacao/noticia/2018/08/30/7-de-cada-10-alunos-do-ensino-medio-tem-nivel-insuficiente-em-portugues-e-matematica-diz-mec.ghtml>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2019.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sérgio. **Investigação em educação matemática percursos teóricos e metodológicos.** Autores associados, 2006.

LIMA, CS da S. **As dificuldades encontradas por professores no Ensino de conceitos matemáticos nas séries iniciais.** Monografia (Especialização)–Pós-Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense/UNESC. Criciúma, 2006.

LORENZATO, Sérgio. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. **LORENZATO, Sérgio. Laboratório de Ensino de Matemática na formação de professores. Campinas: Autores Associados, p. 3-38, 2006.**

PASSOS, Carmen Lúcia Brancaglion. Materiais manipuláveis como recursos didáticos na formação de professores de matemática. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores. Campinas, SP: Autores Associados, p. 77-92, 2006.**

RÊGO, Rômulo Marinho; RÊGO, RG do. Desenvolvimento e uso de materiais didáticos no ensino de matemática. **LORENZATO, Sérgio. Laboratório de Ensino de Matemática na formação de professores. Campinas: Autores Associados, p. 39-56, 2006.**

RODRIGUES, rochelane felipe; GONÇALVES, Paulo Gonçalo Fárias; KHIDIR, Kaled Sulaiman. laboratório de ensino de matemática na formação de professores: um debate a luz das propostas da uft e da ufca. **HIPÁTIA-Revista Brasileira de História, Educação e Matemática, v. 3, n. 2, p. 49-57, 2018.**

SANTOS, Josiel Almeida; FRANÇA, Kleber Vieira; SANTOS, LSB dos. **Dificuldades na aprendizagem de Matemática. São Paulo, 2007.**

SILVA, José Augusto Florentino da. **Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações.** Artigo) Universidade Católica de Brasília–UCB.

TAHAN, Malba; DE LINHARES, Thais Quintella. O homem que calculava. 2010.

TURRIONI, Ana Maria Silveira; PEREZ, Geraldo. Implementando um laboratório de educação matemática para apoio na formação de professores. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores. Campinas: Autores Associados, p. 57-76, 2006.**

## ANEXOS

Figura 34 - LEM em construção.



Fonte: O autor, 2018.

Figura 35 - LEM em construção.



Fonte: O autor, 2018.

**Figura 36 - LEM em construção.**



**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 37 - Alunos visitando o LEM.**



**Fonte:** O autor, 2018.