



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E MATEMÁTICA

ADRIANA DE SOUZA GROSCHKE

**O MODELO DA METAORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ASSOCIADO À
METODOLOGIA LESSON STUDY E SUAS IMPLICAÇÕES NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA**

MANAUS/AM

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E MATEMÁTICA

ADRIANA DE SOUZA GROSCHE

**O MODELO DA METAORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ASSOCIADO À
METODOLOGIA LESSON STUDY E SUAS IMPLICAÇÕES NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de Pesquisa: Processos de Ensino-Aprendizagem em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa

MANAUS/AM

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

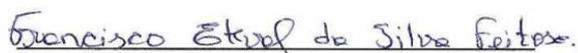
G877m	<p>Groschke, Adriana de Souza O Modelo da Metaorquestração Instrumental Associado à Metodologia Lesson Study e suas Implicações no Processo de Aprendizagem da Docência para o Ensino da Matemática / Adriana de Souza Groschke . 2023 134 f.: il. color; 31 cm.</p> <p>Orientador: Francisco Eteval da Silva Feitosa Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas.</p> <p>1. Metaorquestração Instrumental . 2. Lesson Study. 3. Formação Inicial de Professores de Matemática. 4. Ensino de Matemática. 5. Conhecimentos Especializados. I. Feitosa, Francisco Eteval da Silva. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p>
-------	--

ADRIANA DE SOUZA GROSCHKE

**O MODELO DA METAORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ASSOCIADO À
METODOLOGIA LESSON STUDY E SUAS IMPLICAÇÕES NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPG-ECIM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em Manaus - AM, em 18 de julho de 2023, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa
Presidente da Banca - PPGEICIM - UFAM



Prof. Dra. Irlane Maia de Oliveira
Membro Interno - PPGEICIM - UFAM



Prof. Dra. Ana Acácia Pereira Valente
Membro - UFAM

DEDICATÓRIA

Ao meu avô materno José Amaro (*in memoriam*), minha maior referência de humanidade, sabedoria e resiliência, à minha avó materna Josina (*in memoriam*), meu exemplo de sensibilidade, força e companheirismo, vivem em mim através dos valores que deixaram como herança. Ao meu pai Ivanildo e à minha mãe Lenice, meus maiores alicerces e incentivadores. Ao meu esposo Gustavo, meu companheiro de jornada. Aos meus filhos Sávio, Laís e Louise, meus estímulos de vida diários. Ao meu neto Nicolas, o Sol nascido.

AGRADECIMENTOS

Gratidão a DEUS, pela oportunidade de construir e agregar o conhecimento acadêmico à minha história de vida, por se fazer presente em todos os momentos, por cuidar do meu amanhã, por me dar força e coragem para seguir em frente.

Gratidão aos meus pais, Ivanildo e Lenice, que além de constituírem minha base enquanto indivíduo social, são os grandes incentivadores da minha jornada acadêmica. Sou grata por doarem parte de suas vidas e suas forças de trabalho para contribuírem com o meu crescimento.

Gratidão ao meu esposo Gustavo, por ser meu companheiro de vida, pelo apoio incansável, pela paciência e pela dedicação a mim e à nossa família, em todo o tempo. **Às minhas filhas Laís e Louise**, pela paciência, compreensão, pela torcida constante, por me estimularem a avançar, cada uma na sua particularidade, contribuíram de forma especial para este momento.

Gratidão à Universidade Federal do Amazonas, instituição em que sirvo e desenvolvo minhas atividades profissionais como pedagoga. Que me apoiou para a conclusão deste curso, por meio de minha chefia imediata e superiores, me concedendo o tempo necessário para o êxito desta pesquisa, assim como por meio dos colegas de trabalho que permaneceram dando suporte no Departamento de Apoio ao Ensino da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação.

Gratidão ao PPG-ECIM, por ser um espaço democrático de construção do conhecimento científico, por estar a serviço do Ensino das Ciências e da Matemática no Amazonas. Por isso, foi possível me acolher como aluna e pesquisadora, me dando a oportunidade de contribuir com a comunidade acadêmica, científica e com a sociedade.

Gratidão ao meu orientador, professor Dr. Francisco Eteval, pela imensurável colaboração, pela parceria, pela paciência, gentileza e humanidade. Referência enquanto professor e orientador, serei eternamente grata pelo caminho que trilhamos juntos e por sua condução com maestria.

Gratidão à Professora Dra. Irlane Maia e à Professora Dra. Verônica Gitirana, por terem aceitado fazer parte da banca de qualificação deste trabalho. Suas generosas e valiosas contribuições, fizeram toda diferença para o sucesso deste estudo.

Gratidão aos colegas de turma que se tornaram grandes amigos: Gerson Costa, Hellen Luyza, Simone Moraes e Marcionília Bessa, integrantes do grupo de *whatsapp*, carinhosamente nomeado de “Nós Five”. Eles foram maravilhosos parceiros neste processo,

tornaram a caminhada mais leve, do início ao fim. Muito obrigada por tudo! Por eles, **estendo os agradecimentos a todos os colegas da turma** a qual pertenço (turma de 2021), aos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, em **especial à Lilian Brito**, pela parceria constante.

Gratidão aos meus amigos e sem citar nomes, deixo que minha energia e estado de espírito, preenchidos de gratidão, os alcancem e os abracem. Muito obrigada pelo companheirismo, apoio, torcida e cuidado. Vocês foram os grandes suportes psicológicos nesta travessia! A vocês, meu muito obrigada!

“É impossível aprender sem ficar confuso.”

Donald Schön

O MODELO DA METAORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ASSOCIADO À METODOLOGIA LESSON STUDY E SUAS IMPLICAÇÕES NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

RESUMO

Este estudo objetivou investigar as implicações do modelo da Metaorquestração Instrumental (MOI) associado à metodologia *Lesson Study*, no processo de aprendizagem dos conhecimentos especializados para o ensino da matemática, no contexto de formação inicial de professores de Matemática do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Amazonas. O estudo tem uma abordagem qualitativa, quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa tanto descritiva quanto exploratória, e quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa - ação. Ademais, o estudo foi baseado nos princípios da investigação reflexiva. O quadro teórico é composto pela Teoria da Orquestração Instrumental, Abordagem Instrumental do Didático, Orquestração Instrumental On-line, Metaorquestração Instrumental On-line, *Lesson Study*, Conhecimentos especializados para o ensino da Matemática e Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo. Os participantes do estudo foram licenciandos em Matemática da Universidade Federal do Amazonas. Os dados foram coletados a partir da observação, formulários e filmagem e foram analisados pelo método da Triangulação e à luz das categorias do conhecimento especializado dos professores de Matemática (MTSK) e do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK) dialogados com os teóricos que estruturam o quadro teórico deste estudo. Os resultados evidenciaram que o modelo teórico metodológico da Metaorquestração Instrumental associado à metodologia *Lesson Study*, implica significativamente para a mobilização e desenvolvimento de conhecimentos especializados na aprendizagem docente do ensino da Matemática.

Palavras-chave: Metaorquestração Instrumental, *Lesson Study*. Formação Inicial de Professores de Matemática, Ensino de Matemática, Conhecimentos Especializados.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the implications of the Instrumental Metaorchestration (MOI) model associated with the Lesson Study methodology, in the learning process of specialized knowledge for teaching mathematics, in the context of initial training of Mathematics teachers of the Mathematics Degree Course at the University Federal do Amazonas. The study has a qualitative approach, in terms of objectives, it is both a descriptive and exploratory research, and in terms of technical procedures, it is action research. Furthermore, the study was based on the principles of reflective inquiry. The theoretical framework comprises the Theory of Instrumental Orchestration, Instrumental Approach to Didactics, Online Instrumental Orchestration, Online Instrumental Metaorchestration, Lesson Study, Specialized knowledge for teaching Mathematics and Technological and Pedagogical Content Knowledge. The study participants were undergraduates in Mathematics at the Federal University of Amazonas. Data were collected from observation, forms and filming and were analyzed using the Triangulation method and in the light of the categories of specialized knowledge of Mathematics teachers (MTSK) and Technological and Pedagogical Content Knowledge (TPACK) dialogued with the theorists who structure the theoretical framework of this study. The results showed that the theoretical methodological model of Instrumental Metaorchestration associated with the Lesson Study methodology, implies significantly for the mobilization and development of specialized knowledge in teaching mathematics teaching.

Keywords: Instrumental Metaorchestration, Lesson Study, Initial Formation of Mathematics Teachers, Mathematics Teaching, Specialized Knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Situações de Atividades Instrumentais.....	32
Figura 2 - Elementos do Cenário de uma Execução Didática.....	33
Figura 3 - Tipos de Orquestrações Instrumentais Remotas e Modos de Trabalho.....	35
Figura 4 - Estrutura Metodológica da Pesquisa.....	53
Figura 5 - Instrumentos, recursos e dados produzidos da pesquisa.....	61
Figura 6 - Triangulação Teórica de Abordagem da Reflexão Sobre a Prática Docente.....	91
Figura 7 - Situações de Atividades Instrumentais Vivenciadas Pelos Licenciandos.....	98
Figura 8 - Metaperformance.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planejamento da Metaorquestração Instrumental.....	56
Tabela 2 - Modos de Execução dos (Re)Planejamentos das Orquestrações Instrumentais.....	66
Tabela 3 - Registros das Análises dos Pares dos Licenciandos.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo Do Cotidiano Para Ilustração De Conceitos.....	70
Quadro 2 - Demonstração De Conhecimento Do Enem.....	71
Quadro 3 - Evidência Do Uso Da Sala De Aula Invertida.....	75
Quadro 4 - Demonstração De Conhecimento De Erros Comumente Cometidos Pelos Estudantes.....	79
Quadro 5 - Evidência Do Uso De Estratégias No Processo De Ensino.....	80
Quadro 6 - Registros Dos Diários De Bordo Dos Licenciandos (Conhecimento MK - KSM - KFLM).....	82
Quadro 7 - Registros Dos Diários De Bordo Dos Licenciandos (Conhecimento PCK - KFLM).....	83
Quadro 8 - Registros Dos Diários De Bordo Dos Licenciandos (Conhecimento PCK - KMT).....	84
Quadro 9 - Registro Do Diários De Bordo Do Licenciando (Conhecimento PCK - KMLS).....	85
Quadro 10 - Registros Dos Diários De Bordo Dos Licenciandos (Conhecimento TK).....	85
Quadro 11 - Registro Do Diários De Bordo Do Licenciando (Conhecimento TCK).....	86
Quadro 12 - Registro Do Diários De Bordo Do Licenciando (Conhecimento TPK).....	86
Quadro 13 - Reflexões Sobre O Uso De Personagens Para A Abordagem De Conteúdo.....	92
Quadro 14 - Reflexões Sobre O Uso De Aplicativos Como Facilitadores Da Aprendizagem.....	93
Quadro 15 - Reflexões Sobre O Que Preconiza A Bncc Acerca Do Desenvolvimento De Outras Habilidades.....	93
Quadro 16 - Reflexões Sobre O Próprio Erro Na Prática Do Ensino.....	94
Quadro 17 - Reflexões Sobre Os Desafios Do Planejamento De Aula Para O Ensino Mediado Por Tecnologias Digitais.....	94

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Dos Objetivos da Orquestração Instrumental Concebida.....	65
Imagem 2 - Dos Recursos Previstos para a Orquestração Instrumental.....	66
Imagem 3 - Exemplo do Cotidiano para Ilustração de Conceitos.....	69
Imagem 4 - Exemplo do Cotidiano para Ilustração de Conceitos.....	70
Imagem 5 - Exemplo do Cotidiano para Ilustração de Conceitos.....	71
Imagem 6 - Uso do <i>Google Forms</i> na Execução da Orquestração Instrumental.....	72
Imagem 7 - Uso do Software <i>Geogebra</i> na Execução da Orquestração Instrumental.....	72
Imagem 8 - Uso do Software <i>Xournal</i> na Execução da Orquestração Instrumental.....	73
Imagem 9 - Uso do Software <i>Geogebra</i> e sua Relação na Abordagem do Conteúdo.....	73
Imagem 10 - Uso do Software <i>Geogebra</i> e Sua Relação na Abordagem do Conteúdo.....	74
Imagem 11 - Uso Do Software <i>Geogebra</i> e Sua Relação na Abordagem do Conteúdo.....	74
Imagem 12 - Uso do Aplicativo Phet – <i>Iterative Simulations</i>	75
Imagem 13 - Abordagem do Conteúdo de Expressões Algébricas.....	76
Imagem 14 - Abordagem do Conteúdo de Equações do Primeiro Grau.....	76
Imagem 15 - Uso do Aplicativo Quizz.....	77
Imagem 16 - Uso do Powerpoint.....	77
Imagem 17 - Exploração das Potencialidades do Aplicativo <i>Xournal</i>	78
Imagem 18 - Abordagem do Conteúdo de Posições Relativas entre Retas e entre Circunferências.....	78
Imagem 19 - Abordagem do Conteúdo de Posições Relativas entre Retas e entre Circunferência.....	79
Imagem 20 - Uso do Aplicativo <i>Geogebra</i> para o Ensino.....	80
Imagem 21 - Uso do Aplicativo <i>Kahoot</i> Para o Ensino.....	81
Imagem 22 - Uso do Aplicativo <i>Geogebra</i> Para abordar o Conteúdo de Polígonos Inscritos e Circunscritos.....	81
Imagem 23 - Formulário do Planejamento da Orquestração Instrumental.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFAM - Universidade Federal do Amazonas

MEC - Ministério da Educação

BNC - Formação - Base Nacional Comum para Formação Inicial de Professores

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

OI - Orquestração Instrumental

MOI - Metaorquestração Instrumental

TDIC's - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

IES - Instituições de Ensino Superior

LS - *Lesson Study*

MKT - *Mathematical Knowledge for Teaching* (Conhecimento Matemático para o Ensino)

CCK - *Common Content Knowledge* (Conhecimento Comum)

SCK - *Specialized Content Knowledge* (Conhecimento de Conteúdo Especializado)

KCS - *Knowledge of Content Student* (Conhecimento de Conteúdo e Estudantes)

HCK - *Horizon Content Knowledge* (Conhecimento Horizonte)

MTSK - *Mathematics Teacher's Specialised Knowledge* (Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática)

MK - *Mathematical Knowledge* (Conhecimento Matemático)

KOT - *Knowledge of Topics* (Conhecimento dos Tópicos Matemáticos)

KSM - *Knowledge of the Structure of Mathematics* (Conhecimento da Estrutura da Matemática)

KPM - *Knowledge of the Practice of Mathematics* (Conhecimento da Prática Matemática)

PCK - *Pedagogical Content Knowledge* (Conhecimento de Conteúdo Pedagógico)

KFLM - *Knowledge of Features of Learning Mathematics* (Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática)

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

KMT - *Knowledge of Mathematics Teaching* (Conhecimento do Ensino de Matemática)

KMLS - *Knowledge of Mathematics Learning Standards* (Conhecimento dos Parâmetros de Aprendizagem de Matemática)

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

CK - *Content Knowledge* (Conhecimento de Conteúdo)

TK - *Technological Knowledge* (Conhecimento Tecnológico)

PK - *Pedagogical Knowledge* (Conhecimento Pedagógico)

TCK - *Technological Content Knowledge* (Conhecimento Tecnológico de Conteúdo)

TPACK - *Technological Pedagogical Content Knowledge* (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo Tecnológico)

TPK - *Technological Pedagogical Knowledge* (Conhecimento Pedagógico da Tecnologia)

E. U. - Esquemas de Utilização

E.Us. - Esquemas de Uso

E. A. I. - Esquemas de Ação Instrumental

SAI - Situações de Atividades Instrumentais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
1.1 Justificativa	22
1.2 Problema de Pesquisa	24
1.3 Hipótese	26
1.4 Objetivos	26
1.4.1 Objetivo Geral:	26
1.4.2 Objetivos Específicos:	26
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1 Pressupostos Teóricos da Orquestração Instrumental	29
2.1.1 O Conceito de Situação e Noção de Esquema	29
2.1.2 Abordagem Instrumental do Didático	30
2.3 O Modelo da Orquestração Instrumental	32
2.4 O Modelo da Orquestração Instrumental <i>On-Line</i>	34
2.5 O Modelo da Metaorquestração Instrumental	36
2.5.1 Noção de Metassituação	38
2.6 O Modelo Da Metaorquestração Instrumental <i>On-Line</i>	38
2.7 <i>Lesson Study</i>: Um Espaço para Processos de Aprendizagem da Docência no Contexto da Formação Inicial de Professores de Matemática	39
2.7.1 Contexto Histórico da <i>Lesson Study</i>	39
2.7.2 Caracterização da <i>Lesson Study</i>	40
2.7.3 Etapas da <i>Lesson Study</i>	43
2.7.4 Estudos sobre a <i>Lesson Study</i> no exterior.....	44
2.7.5 Estudos sobre a <i>Lesson Study</i> no Brasil.....	44
2.8 Dos Saberes Docentes aos Conhecimentos Especializados Para o Ensino da Matemática	45
2.8.1 Saberes Docentes	46
2.8.2 Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT)	47
2.8.3 O Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK): um olhar aprofundado sobre o conhecimento Matemático para o Ensino (MKT)	48
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	52
3.1 Natureza, abordagem e os objetivos da pesquisa	53

3.2 Procedimento técnico da pesquisa	54
3.3 Percurso formativo - Modelo da Metaorquestração + <i>Lesson Study</i>	55
3.3.1 Metaconfiguração Didática.....	56
3.3.2 Metamodo de Execução.....	57
3.4 Produção e coleta de dados da pesquisa	60
3.4.1 Observação participante	61
3.4.2 Filmagem	61
3.4.3 Formulário eletrônico	62
3.5 Procedimento de análise dos dados: Triangulação.....	62
3.6 Aspectos Éticos da Pesquisa	63
4. A METAORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ASSOCIADA À METODOLOGIA LESSON STUDY E SUAS IMPLICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS ESPECIALIZADOS DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA EM FORMAÇÃO: RESULTADOS E DISCUSSÕES.	64
4.1 Etapa da <i>Lesson Study</i> - Planejamento e replanejamento	64
4.1.1 Análise e discussão dos dados contidos nos formulários.....	65
4.2 Etapa da <i>Lesson Study</i> - Aplicação e Reaplicação das orquestrações -	68
4.2.1 Análise e discussão dos dados evidenciados nos vídeos das aplicações e reaplicações das orquestrações.....	69
4.2.1.1 Vídeo 1:.....	69
4.2.1.2 Vídeo 2:.....	74
4.2.1.2 Vídeo 3:.....	78
4.2.2 Etapa da <i>Lesson Study</i> - Estudo das orquestrações instrumentais	82
4.2.2.1 Análise e discussão dos dados evidenciados nos formulários dos diários de bordo.....	82
4.2.2.2 Análise e discussão dos dados evidenciados nos formulários das análises dos pares.....	87
4.2.2.3 Análise e discussão dos dados evidenciados nos vídeos dos estudos das orquestrações instrumentais /estudos de aula - <i>Lesson Study</i>	90
4.3 Metaperformance: uma análise sobre a apropriação do modelo da Orquestração Instrumental.....	94
5.4 A Metaperformance na perspectiva de uma análise de conjuntura.	99
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICES	119

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	119
APÊNDICE B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA	122
APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: DIÁRIO DE BORDO (LINCECIANDOS)	123
APÊNDICE D - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: ANÁLISE DOS PARES	127

1. INTRODUÇÃO

Ensinar e aprender Matemática, para muitos tem sido cada vez mais difícil. Têm se constituído um desafio para os professores e uma superação para os alunos. Esses desafios requerem que os docentes incorporem novas ferramentas e estratégias para um ensino eficaz. Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC, traz em suas diretrizes a necessidade do aluno da Educação Básica “Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados” (BRASIL, 2019).

Ocorre que em meio a um contexto pandêmico, a intenção desta pesquisa foi delineada, exatamente no fim do ano de 2020, onde a pandemia da Covid-19, doença respiratória, altamente contagiosa, causada pelo vírus SARS-CoV-2, levou a Organização Mundial da Saúde a orientar a população mundial ao distanciamento social para conter o contágio e as mortes causadas pelo agravamento da doença. Isto acirrou de forma impactante a necessidade imediata do uso das tecnologias para o desenvolvimento do ensino em todos os níveis e modalidades.

À época, estimou-se pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura - UNESCO, que mais de um bilhão de discentes no mundo, tiveram que se manter em casa, até que a doença fosse controlada. No Brasil, no mês de março de 2020 o Ministério da Educação suspendeu todas as atividades escolares presenciais, em todos os níveis e modalidades de ensino, em que aproximadamente 53 milhões de discentes ficaram sem aula (por conta da condição socioeconômica, sem acesso à internet e a aparelhos digitais ou totalmente dependentes do uso de tecnologias digitais para dar continuidade aos estudos) (LISKA, 2021).

Desta forma, as necessidades formativas que os professores de Matemática já possuíam antes da pandemia da Covid-19, tomando por base a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores (BNC-Formação) (BRASIL, 2019), passaram por uma ressignificação neste contexto pandêmico e ficaram caracterizadas como necessidades urgentes para a educação no Brasil.

O uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), não só fazem parte das orientações do Ministério da Educação (MEC), mas encontraram terreno fértil no processo formativo inicial de professores contemporâneos. A construção de conhecimentos necessários à prática pedagógica, a mediação do ensino e da aprendizagem, onde o professor orquestra, planeja suas aulas, considerando todos fatores envolvidos nas situações didáticas,

como: ambiente, tempo, recursos e artefatos digitais e não digitais, visando o desenvolvimento e aprendizagem discente, tornou-se escopo desse processo.

Utilizando as tecnologias, os professores podem potencializar suas aulas com diferentes tarefas e alcançar os alunos de uma forma que a metodologia tradicional não permite. Eles podem perceber melhor as dificuldades dos alunos por meio das plataformas adaptativas, sendo possível orientá-los individualmente segundo suas necessidades. Além disso, é possível realizar avaliações virtuais com correção automatizada para questões objetivas e economizar tempo (SUNAGA, CAVALHO, 2015, p.142).

Apesar do reconhecido potencial da tecnologia para o ensino e a aprendizagem, sua integração no ensino de matemática é considerada algo problemático e fica atrás das altas expectativas que muitos pesquisadores e educadores tinham algumas décadas atrás (LAGRANGE, ARTIGUE, LABORDE, TROUCHE, 2003).

O papel do professor foi reconhecido como um fator crítico nesse processo integrador (Artigue, Drijvers, Lagrange, Mariotti e Ruthven, 2009), pois a maneira pela qual os professores abordam o uso da tecnologia tem grandes consequências para os efeitos de seu uso na sala de aula (KENDAL, STACEY, 2002). Os docentes que não percebem o uso da tecnologia em seu ensino como valioso para seus objetivos educacionais são capazes de evitá-la, a menos que seja explicitamente exigido por restrições institucionais ou curriculares.

Além disso, os professores costumam ter dificuldades em adaptar suas técnicas de ensino (SENSEVY, SCHUBAUER-LEONI, MERCIER, LIGOZAT, PERROT, 2005). A pandemia que estamos vivenciando, trouxe à tona a dificuldade para incorporar à prática docente, as tecnologias. Utiliza-se o termo tecnologia no seu sentido mais amplo, não apenas às tecnologias digitais. Os professores sempre apresentaram dificuldades em integrar em suas aulas tecnologias como material dourado, régua de frações, geoplano, entre outros. Para Iglioni e Almeida:

A escolha e manuseio dessas ferramentas, a elaboração de recursos com elas e sua utilização em sala de aula precisam estar presentes tanto na formação inicial de professores como na continuada. Isto é, a integração do professor e dos estudantes com as ferramentas digitais é essencial para a prática docente (IGLIORI, ALMEIDA, 2019, p.232).

A integração de tecnologias digitais e não digitais exige do professor, formação, planejamento e prática para isto. Não basta conhecer as funcionalidades do artefato, saber manuseá-los, ou seja, instrumentalizar-se. É necessário fazer uso integrado deste, de forma que favoreça o ensino e a aprendizagem. A utilização das tecnologias se torna um desafio,

pois elas modificam tanto a maneira de ensinar quanto a seleção dos conteúdos e sua adequação aos meios tecnológicos (CANNONE, ROBAYNA, MEDINA, 2008).

1.1 Justificativa

Quando se aborda formação inicial de professores, mais especificamente, de Matemática, está se questionando o papel das Instituições de Ensino Superior (IES) nessa formação, e se as mesmas estão preparando os futuros docentes para o fazer aprender dos discentes, cujas vidas estão imbuídas na sociedade em que estão inseridos, contemplando as demandas sociais do hoje e do agora.

Ao referir-se sobre formação docente, o currículo é parte indispensável nesta reflexão, nele identifica-se disciplinas em que a prática pedagógica é vivenciada, contemplando o que preconiza o Art. 10, inciso II, alínea b, das Diretrizes Curriculares para a Formação Inicial de Professores (Brasil, 2019), especificamente, a prática como componente curricular. Ela aparece dentro das disciplinas que possuem caráter teórico-prático e possibilitam o desenvolvimento de situações didáticas, um ensaio para sua vivência nos ambientes escolares, onde se apresenta a possibilidade de repensar a sua prática e analisar o seu perfil como educador.

No entanto, deve-se levar em consideração as propostas das demais disciplinas durante o curso, que possuem em suas ementas atividades que propiciam ao estudante um contato com experiências formativas similares, que possibilitarão o amadurecimento e crescimento profissional. Em seu Art. 61, a LDB (n. 9.394/96) propõe a atividade prática.

A formação de profissionais da educação de modo a atender aos objetivos dos diferentes níveis e modalidades de ensino e às características de cada fase do desenvolvimento do educando, tem como fundamentos: I - a associação entre teorias e práticas, inclusive mediante a capacitação em serviço. (BRASIL, 1996).

É importante ressaltar que as disciplinas que contemplam a prática como componente curricular, têm forte influência na construção dos saberes docentes desses sujeitos e podem promover melhorias e revoluções dentro de todo o sistema de ensino.

Os estudos realizados por Brandalise e Trobia (2011), apontaram que o trabalho desenvolvido na disciplina de Instrumentalização para o Ensino da Matemática, do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública “desencadeou a construção de múltiplos saberes sobre a articulação teoria-prática e muitas mudanças no contexto institucional deste curso” (BRANDALISE; TROBIA, 2011, p. 355).

Nessa perspectiva, ao se observar as normativas federais que determinam, orientam e dão diretrizes à formação inicial de professores, iniciando com a LDB nº 9.394/96, especificamente o Título VI, que trata Dos Profissionais da Educação, em seus Artigos nº 61 e nº 65, percebe-se que já se fazia menção à obrigatoriedade das práticas nos cursos de formação inicial de professores. O Artigo nº 61 diz que os licenciandos devem ter uma formação que favoreça “[...] a associação entre teorias e práticas, mediante estágios supervisionados e capacitação em serviço” (BRASIL, 1996). Já o Artigo nº 65, faz referência ao número de horas práticas que devem compor a formação inicial de professores, quando diz que “a formação docente, exceto para a educação superior, incluirá prática de ensino de, no mínimo, trezentas horas” (BRASIL, 1996).

Em 2002, com a publicação da Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002 que Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena e Resoluções posteriores (BRASIL, 2015; 2019), verifica-se com clareza a importância atribuída à prática como componente curricular, como um espaço para a realização de atividades e vivências diretamente envolvidas na prática docente em diversos contextos e espaços curriculares. Além disso, preconiza que a prática deve ocorrer ao longo da formação do licenciando, desde os primeiros semestres do curso.

Nos estudos realizados por Mabel (2018) sobre as reflexões acerca da Prática como Componente Curricular, a pesquisadora diz que “a instituição da PCC no currículo das licenciaturas surgiu como uma grande possibilidade de superação da dicotomia entre teoria e prática” (p.143). Assim, os estudos voltados às disciplinas com caráter prático-pedagógico se tornam imprescindíveis às reflexões sobre a formação inicial de professores de Matemática.

Partindo dessa premissa, é essencial olharmos para as mais recentes Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e que institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), aprovada em 02 de dezembro de 2019, as quais afirmam que dentre as competências específicas para o conhecimento profissional está: “dominar os objetos de conhecimento e saber como ensiná-los”, como aponta Brasil (2019):

Já no tocante ao que se deve preconizar o Projeto Pedagógico de Curso, se faz necessária “integração entre a teoria e a prática, tanto no que se refere aos conhecimentos pedagógicos e didáticos, quanto aos conhecimentos específicos da área do conhecimento ou do componente curricular a ser ministrado e que deve haver “centralidade da prática por meio de estágios que enfoquem o planejamento, a regência e a avaliação de aula...” (BRASIL,2019)

Não obstante, as Diretrizes fazem menção ao

...compromisso com as metodologias inovadoras e com outras dinâmicas formativas que propiciem ao futuro professor aprendizagens significativas e contextualizadas em uma abordagem didático-metodológica alinhada com a BNCC, visando ao desenvolvimento da autonomia, da capacidade de resolução de problemas, dos processos investigativos e criativos, do exercício do trabalho coletivo e interdisciplinar, da análise dos desafios da vida cotidiana e em sociedade e das possibilidades de suas soluções práticas. (BRASIL,2019)

Tão importante quanto às orientações da BNCC e da BNC - Formação para justificar esta pesquisa, é a urgência de se aprofundar os estudos nos processos de formação docente no Estado do Amazonas, considerando que dados estatísticos do IDEB, que apontam para uma defasagem significativa no ensino e na aprendizagem de Matemática.

Conforme exposto, esta pesquisa se justifica pelo fato de se evidenciar por meio das exigências constantes nas normativas, de estudos voltados ao ensino da matemática e à formação de professores de matemática, que mostram a fragilidade e à necessidade de se olhar e de se estudar fenômenos voltados às metodologias vivenciadas pelos acadêmicos no percurso formativo.

1.2 Problema de Pesquisa

O ensino de Matemática no século XXI, nos diferentes níveis de ensino, exige uma sincronia sobre os conteúdos ensinados e sobre as estratégias realizadas na sala de aula, uma vez que estas devem promover o desenvolvimento da educação científica, proporcionando a participação ativa do estudante durante o processo de construção do conhecimento.

Esse ensino, mediado pelos professores, deve ser direcionado para despertar o interesse e a curiosidade dos discentes pela Matemática dentro do contexto que permeia essa área importante do conhecimento, permitindo assim uma visão mais crítica sobre a realidade do cotidiano político, social, econômico, formando indivíduos autônomos diante das questões sociais, ampliando, dessa forma, sua participação social e seu desenvolvimento intelectual.

Entretanto, tradicionalmente, o ensino de Matemática tem ocorrido por meio da exposição dos conteúdos ao longo da história da humanidade, cabendo aos alunos a assimilação desses conteúdos de maneira mecânica, sem oferecer-lhes a possibilidade de refletir ou questionar sobre eles. Essa questão pode ser percebida pela dificuldade do discente em relacionar a teoria científica desenvolvida na sala com a realidade do seu cotidiano. Esta afirmação, ganha corpo quando se observa os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, divulgados em setembro de 2019, onde apontam que o Amazonas ocupa, a 22ª posição na avaliação do ensino médio. Para Gatti (2016, p.166):

Nas instituições formadoras, de modo geral, o cenário das condições de formação dos professores não é animador pelos dados obtidos em inúmeros estudos e pelo próprio desempenho dos sistemas e níveis de ensino, revelado por vários processos de avaliação ampla ou de pesquisas regionais ou locais.

Tomando princípio problematizador a conjectura de **que há lacunas na formação inicial dos professores de Matemática e há ineficácia das metodologias** utilizadas em sala de aula no âmbito da educação básica, conforme apontam os estudos de Leite e Passos (2020, p. 4), quando afirma que “Há várias pesquisas no campo da Educação Matemática que abordam problemas e dificuldades decorrentes da formação inicial do professor de matemática”, dentre elas, destaca-se a desarticulação entre teoria e prática, onde segundo Gama (2009, p.119), a falta de articulação “entre os conteúdos trabalhados no curso e os conteúdos do currículo do ensino Fundamental e Médio”, bem como “a falta de discussões e estudos relativos à prática profissional e à legislação e estrutura da educação básica.” apontados por (ROCHA, 2005 apud LEITE E PASSOS, 2020, p. 9).

Em relação às desarticulações dentro dos currículos dos cursos de Licenciatura em Matemática, Fiorentini (2005, p.113) chama atenção para o fato de que:

[...] tanto o professor das disciplinas matemáticas quanto o professor das disciplinas didática-pedagógicas da licenciatura em matemática contribuem, a seu modo, para a formação matemática e para formação didático-pedagógica do futuro professor. Entretanto, o que tem acontecido é que os formadores de professores que ministram tais disciplinas geralmente não têm consciência de que participam nessa dupla – e eu diria múltipla – formação do futuro professor.

Desta forma, considerando o espaço para o desenvolvimento da prática como componente curricular em disciplinas do currículo do curso de Licenciatura em Matemática, em que se articula a teoria e a prática em detrimento do conhecimento construído ao longo do curso, visando o desenvolvimento de saberes docentes e ao pretender incorporar o modelo formativo e metodológico da Metaorquestração no processo do desenvolvimento da disciplina de Instrumentação para o Ensino da Matemática II, **a pesquisa se propõe a responder a seguinte questão: Quais as implicações da articulação do modelo da MOI com a metodologia Lesson Study, no desenvolvimento e/ou mobilização dos conhecimentos especializados do professor de matemática?**

Na perspectiva de uma visão transformadora do ensino, favorecendo a ocorrência de questionamentos que possibilitem atividades problemáticas e a construção de conhecimentos, buscando discutir e entender os processos estudados, oportunizando, para além do exercício observação, vislumbra-se vivências formativas e o debate científico sobre os fenômenos a serem observados à luz das seguintes questões norteadoras: Há evidências de contribuição do

modelo formativo e metodológico da Metaorquestração Instrumental associado à metodologia Lesson Study, na construção de saberes docentes, na perspectiva da formação inicial de professores de Matemática? Como se dá o desenvolvimento profissional na formação inicial de professores de Matemática, por meio do modelo formativo, associado à metodologia Lesson Study? O modelo da MOI articulado à metodologia Lesson Study, propicia a apropriação do modelo teórico da OI pelos participantes? Ademais, esta articulação favorece a mobilização e/ou desenvolvimento de saberes docentes?

Assim, pretende-se com o modelo da Metaorquestração Instrumental, associado à metodologia formativa da *Lesson Study*, dialogados com os teóricos que dão suporte a este estudo, elucidar o problema de pesquisa aqui delineado, no sentido de contribuir com a formação do Professor de Matemática do Amazonas.

Os sujeitos envolvidos na pesquisa são acadêmicos do sexto período do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Amazonas, matriculados no componente curricular de Instrumentação para o Ensino da Matemática II.

1.3 Hipótese

Diante do exposto, pressupõe-se que o modelo teórico metodológico da Metaorquestração Instrumental associado à metodologia *Lesson Study*, possibilita a mobilização e ou desenvolvimento de conhecimentos especializados para o ensino da Matemática.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral:

Investigar as implicações do modelo da Metaorquestração Instrumental associado à metodologia *Lesson Study*, no processo de desenvolvimento e ou mobilização dos conhecimentos especializados para o ensino da matemática, no contexto de formação inicial de professores de Matemática do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Amazonas.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Realizar uma Metaorquestração Instrumental articulada à metodologia Lesson Study no contexto da formação inicial de professores de Matemática;
- ✓ Identificar as possibilidades de mobilização e ou desenvolvimento dos

conhecimentos especializados para o ensino da matemática no contexto da formação inicial de professores de matemática por meio da aplicação do modelo da Metaorquestração Instrumental estruturada para este fim;

- ✓ Validar articulação da MOI+Lesson Study como modelo teórico-metodológico para a formação inicial de professores de matemática.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo está organizado em oito partes, acomodando a base teórica desta pesquisa, na primeira são abordados conceitos de Situação e Esquema, ambos ancorados em Vergnaud (1996) e considerados por Lucena (2018), como necessários à compreensão da teoria da Abordagem Instrumental do Didático (RABARDEL, 1995) que fundamenta o Modelo de Orquestração Instrumental (OI) (Giti, o Modelo de Orquestração Instrumental *On-line*, O Modelo de Metaorquestração Instrumental, Modelo de Metaorquestração Instrumental *On-line* e o Modelo proposto por esta pesquisa de Metaorquestração Online (FEITOSA, IGLIORI e TROUCHE) associado à Metodologia *Lesson Study* (DUDLEY, 2015).

Na segunda parte, discute-se conceito da teoria da Abordagem Instrumental do Didático, com enfoque na diferenciação entre artefato e instrumento, na gênese instrumental e no esquema de uso de ação instrumentada. Na terceira, traz-se à discussão sobre o Modelo da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2005) e suas etapas. Na quarta, aborda-se a evolução do Modelo da Orquestração Instrumental para o formato *on-line* (GITIRANA e LUCENA (2021).

O diálogo teórico em torno do Modelo da Metaorquestração (LUCENA, 2018), onde aborda-se também a noção de metassituação, se dará na quinta parte. Na sexta parte, o enfoque será na evolução do modelo da Metaorquestração Instrumental para a abordagem *on-line* (FEITOSA, IGLIORI e TROUCHE).

A metodologia *Lesson Study* (LEWIS, et al. 2006); (MURATA, 2011); (FERNANDEZ E YOSHIDA, 2004); (STEPANEK et al., 2007) e (DUDLEY, 2015) compõe esta estrutura enquanto modelo teórico-metodológico, acrescido de observações sobre o professor reflexivo de (Shön 2000) e se encontra na sétima parte.

Por fim, na oitava parte, aprofunda-se o olhar sobre os conhecimentos necessários à docência para o ensino da Matemática, onde traz-se Tardif (2002 e 2014), Shulman (2005), Pimenta (2002) enquanto apoio teórico pelo qual inicia-se o diálogo, Ball et. al (2008) como precursores do olhar mais aprofundado para os conhecimentos necessários para o ensino da Matemática. E (CARRILLO, et. al 2013) enquanto suporte teórico para os conhecimentos especializados necessários ao ensino da Matemática e (KOEHLER e MISHRA, 2006) que abordam os conhecimentos tecnológicos para o ensino da Matemática.

2.1 Pressupostos Teóricos da Orquestração Instrumental

Para que se compreenda o modelo metodológico da Orquestração Instrumental, se faz necessário visitarmos os conceitos que fundamentam construção do conhecimento, o desenvolvimento e os estudos acerca de uma Orquestração Instrumental. O conceito de situação e a noção de esquema são conhecimentos prévios que serão discutidos adiante.

2.1.1 O Conceito de Situação e Noção de Esquema

O conceito de situação em que está ancorado os pressupostos teóricos desta pesquisa, é o trazido por Vergnaud (1991, p.136). Para ele, esquema é a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações. Sendo assim, posta uma situação a ser resolvida pelo sujeito, demandará do mesmo uma articulação de esquemas já construídos ou mesmo a serem desenvolvidos.

A organização ou o desenvolvimento de um esquema é universal e pode ser aplicável a várias situações. Desencadeia por sua vez diversas seqüências de ação, de controle e de coleta de informações, a depender das peculiaridades de cada situação. Neste sentido, o comportamento não é considerado invariante, mas as estratégias que culminam da organização deste comportamento, conforme afirma Vergnaud (1998, p. 172).

Ao se deparar com situações-problema, sendo estas de uma mesma categoria de situações, colabora com a atribuição de significado aos conceitos construídos. Mas é a proposta de experiências nunca vividas, que o indivíduo busca nas situações já experienciadas, recursos cognitivos, numa relação do próprio sujeito com os sentidos, para lidar com as situações inesperadas. Vergnaud (1996), afirma que

São as situações que dão sentido aos conceitos matemáticos, mas o sentido não está nas próprias situações. Também não está nas palavras nem nos símbolos matemáticos. O sentido é uma relação do sujeito com as situações e os significantes (VERGNAUD, 1996, p. 167).

Ainda sobre a mobilização de conhecimentos prévios e as relações que se estabelece com as situações:

Há classes de situações em que: (a) o sujeito dispõe, no seu repertório, em dado momento de seu desenvolvimento e sob certas circunstâncias, das competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação; (b) o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que o obriga a um tempo de reflexão e exploração, a hesitações, a tentativas frustradas, evando-o eventualmente ao sucesso ou ao fracasso (VERGNAUD, 1993, p. 5-6)

Sobre a definição de esquema Bellemain e Trouche afirmam que:

Um esquema é definido por Vergnaud (2009) como uma entidade composta por 4 componentes: objetivos, regras de ação, tomada de informação e controle, invariantes operatórios e inferências em situação. Os invariantes operatórios são os componentes epistêmicos dos esquemas, compostos por conhecimentos, muitas vezes implícitos, que resultam da atividade e, ao mesmo tempo, orientam a ação. Isto significa que o esquema se desenvolve durante a realização repetida de uma determinada tarefa. O instrumento está então definido como uma entidade mista, combinando o artefato e o esquema de ação instrumentada. Enquanto o artefato é uma realidade independente do aluno, o instrumento está ligado a um aluno em particular (p. 108).

É importante ressaltar que esquema é um conceito oriundo dos estudos e observações de Piaget e foi elaborado na intenção de explicar as formas de organização cognitiva de habilidades sensório-motoras e habilidades intelectuais.

2.1.2 Abordagem Instrumental do Didático

A abordagem instrumental do didático é uma teoria elaborada por Artigue (2002) e Guin e Trouche (1999). Surge com a introdução de instrumentos complexos, como calculadoras simbólicas, dentro da perspectiva de fenômenos didáticos novos, em aulas de matemática. Utilizando estas calculadoras, estudantes puderam resolver situações matemáticas até então possíveis somente com a intervenção de professores. Assim houve uma importante contribuição na apropriação de conceitos de objetos matemáticos (BELLEMAIN, e TROUCHE, 2019).

A partir do estudo de novos quadros teóricos, na área da matemática, no que se refere à atividade humana impactada pela introdução de novos instrumentos, surgiu no campo da ergonomia cognitiva, a abordagem cognitiva de instrumentos contemporâneos, voltados ao uso de recursos tecnológicos, (RABARDEL, 1995).

A abordagem instrumental se trata de um modelo de aprendizagem voltado à construção do conhecimento matemático, através da relação direta entre o artefato e o instrumento.

A definição de artefato se contorna como um produto da atividade humana, em si carrega potenciais, limites e funcionalidades reconhecidas de forma espontânea, pelo indivíduo sem intervenção de terceiros para que haja atribuição destas funcionalidades. No modelo teórico da Orquestração Instrumental, o artefato pode ser uma régua, um compasso, uma calculadora digital, um material concreto, o *Geogebra*. São inúmeras as possibilidades de existência de artefato.

O instrumento para Rabardel (1995) é o resultado da gênese instrumental. Para que o artefato passe a ser um instrumento, o indivíduo desenvolve um esquema de ação instrumentada. Ou seja, enquanto o artefato existe independente do aluno e suas inferências, o instrumento já é o resultado de um processo de desenvolvimento de esquema de uso.

Para resolver uma dada tarefa, o aluno, por exemplo, ao se apropriar de um artefato e iniciar a elaboração de esquemas de uso para este artefato, visando à resolução da situação matemática posta, atribui a este artefato funcionalidades direcionadas aos seus objetivos, regras de ação, tomada de informação e controle, invariantes operatórios e inferências em situação, como sistematiza Vergnaut (2009). O instrumento é então a combinação de artefato, esquema e ação instrumentada (BELLEMAIN, e TROUCHE, 2019).

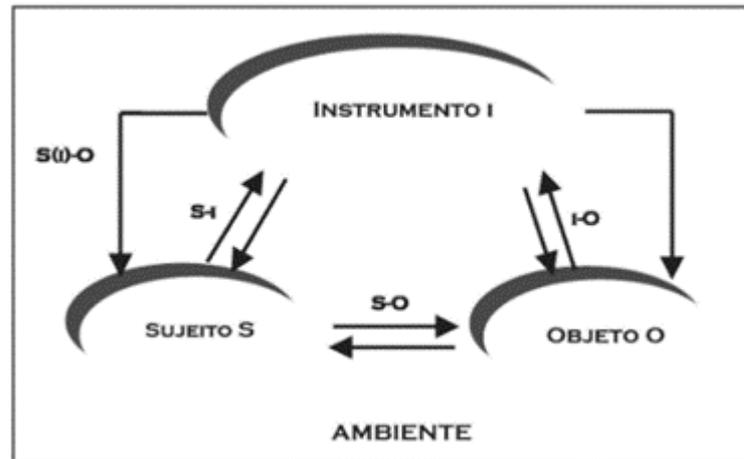
Este processo que passa o artefato para ser considerado um instrumento, é chamado de gênese instrumental. E para além da relação dialética entre artefato-instrumento, a abordagem instrumental propõe outra relação, também dialética: a da instrumentação e da instrumentalização.

Os processos de instrumentalização são direcionados para o artefato: seleção, inserção, produção e estabelecimento de funções, desvios, atribuições de propriedades, transformação do artefato, de sua estrutura, de seu funcionamento, etc. até a produção integral do artefato pelo sujeito. Os processos de instrumentação são relativos ao sujeito: à emergência e evolução de seus esquemas de uso e de ação instrumentada: sua constituição, sua evolução para acomodação, coordenação e assimilação recíproca, a assimilação de novos artefatos aos esquemas já constituídos, etc. (RABARDEL, 1995, p. 5, tradução nossa).

Diz-se processo de instrumentação quando o indivíduo está em processo de exploração do artefato, desenvolvendo seus esquemas de ação e uso. Já no processo de instrumentalização: o indivíduo adapta o uso do artefato para a solução dos problemas propostos na situação matemática e consegue de forma confortável incluir este artefato em seus esquemas de ação e uso. Para Rabardel toda gênese instrumental combina estes dois processos. (BELLEMAIN e TROUCHE, 2019).

As relações entre o sujeito e o objeto mediado pelo instrumento são apresentadas no modelo das Situações de Atividades Instrumentais – SAI (Figura 1) de Rabardel (1995). O instrumento como mediador possui a orientação de Objeto-sujeito (é o meio que permite o conhecimento do objeto) e de Sujeito–objeto (é o meio da ação transformadora dirigida sobre o objeto).

Figura 1 - Modelo de Situações de Atividades Instrumentais.



Fonte: Rabardel (1995, p. 65).

Para Rabardel (1995) os esquemas mediam o sujeito e sua atividade e nomeia os esquemas relacionados ao uso do artefato como **esquemas de utilização** (E.U.), que está relacionado a dois aspectos da atividade. O primeiro concatena atividades ligadas às tarefas secundárias que referem-se à gestão das características e propriedades particulares do artefato, como por exemplo, funcionamento e manipulação. Nesse caso, os esquemas são definidos como **esquemas de uso** (E.U.s.). O segundo aspecto tem relação com as atividades primárias, que são aquelas direcionadas ao objeto da atividade, na qual o artefato é um meio de concretização e de realização. Nesse caso os esquemas são definidos como **esquemas de ação instrumental** (E.A.I.).

2.3 O Modelo da Orquestração Instrumental

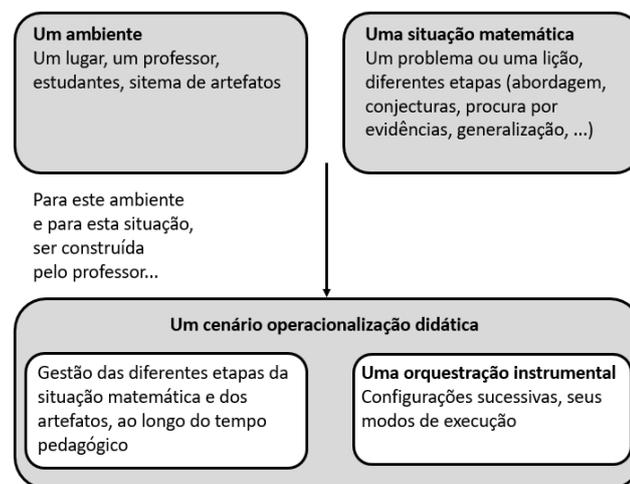
Foi o pesquisador francês Luc Trouche quem primeiro pensou na sala de aula como uma orquestra, onde o professor é o maestro, os alunos são os músicos, que por sua vez utilizam os artefatos transformando-os em instrumentos musicais, através do esquema de uso que são as partituras, para resolver as situações matemáticas.

Ao analisar e estudar a teoria da abordagem instrumental, (TROUCHE, 2004) percebeu uma lacuna teórica. A abordagem instrumental tem como objeto do conhecimento, o aluno e seu desenvolvimento. Contudo, (TROUCHE, 2004) identificou que havia a necessidade de olhar para o papel do professor, como maestro da organização e planejamento do ensino, tornando desde o ambiente a todas as etapas do processo de aprendizagem, favoráveis à construção do conhecimento. Assim,

Uma orquestração instrumental é o arranjo sistemático e intencional dos elementos (artefatos e seres humanos) de um ambiente, realizado por um agente (professor) no intuito de efetivar uma situação dada e, em geral, guiar os aprendizes nas gêneses instrumentais e na evolução e equilíbrio dos seus sistemas de instrumentos. É sistemático porque, como método, desenvolve-se numa ordem definida e com um foco determinado, podendo ser entendido com um arranjo integrado a um sistema; é intencional porque uma orquestração não descreve um arranjo existente (sempre existe um), mas aponta para a necessidade de um pensamento *a priori* desse arranjo (TROUCHE, 2005, p. 126, tradução nossa).

A Orquestração Instrumental é concebida na perspectiva da prática pedagógica do professor, um cenário de execução didática (TROUCHE, 2005). Onde o professor, projeta um ambiente favorável ao cumprimento dos seus objetivos (aprender determinado conceito ou conteúdo matemático), observando a organização do ambiente de aprendizagem, a disposição dos artefatos, a gerência do tempo, a disposição e organização dos alunos no ambiente de aprendizagem.

Figura 2 - Elementos do cenário de uma execução didática



Fonte: Drijvers e Trouche (2008, p. 26, tradução nossa).

Ao conceber o professor como um maestro de orquestração, uma gama de tarefas didáticas, são introduzidas no fazer docente:

- analisar o currículo para definir os objetivos didáticos e as situações matemáticas que serão executadas para alcançar tais objetivos;
- analisar o potencial dessas situações matemáticas para tirar melhor proveito dos artefatos;
- reciprocamente, analisar o potencial, as limitações e os *affordances* dos artefatos para tirar melhor proveito das situações matemáticas;
- analisar o nível de desenvolvimento dos instrumentos dos estudantes (como eles poderão mobilizar seus instrumentos para lidar com as tarefas matemáticas que lhes serão propostas? Como o trabalho matemático lhes permitirá enriquecer seus instrumentos?);

- como a combinação dos instrumentos individuais e coletivos dos estudantes dará suporte ao trabalho destes e, de modo geral, irá enriquecer o conjunto de instrumentos da turma? (BELLEMAIN, e TROUCHE, 2019, p. 111).

O planejamento e a organização dos elementos que compõem a figura 2, fazem parte dos três princípios da Orquestração Instrumental: configuração didática, modo de execução, pensados por Trouche(2004) e o terceiro princípio é a performance didática, este pensado por Drijvers et al. (2010).

Uma configuração didática é um arranjo particular (podemos dizer: uma arquitetura) dos estudantes e dos artefatos.

Um modo de execução é uma forma de utilização dos artefatos em uma dada configuração (podemos dizer: uma forma de viver em certa arquitetura). Para uma configuração proposta, existem vários modos possíveis de execução desta (BELLEMAIN, e TROUCHE, 2019, p. 114).

No que diz respeito à performance didática, Drijvers et al. (2010, p. 215) afirmam que “[...]consiste no desempenho alcançado pelo cenário projetado, em que se faz possível, verificar a viabilidade das intenções e o sucesso da realização da orquestração instrumental”. Segundo Lucena (2018),

A *performance* didática favorece, ainda, a caracterização de eventos que tornam possíveis as análises sobre a orquestração concebida e adaptada, mas, principalmente, sobre o processo de gênese instrumental dos estudantes, por meio de seus *feedbacks*. A forma como utilizam o conjunto de artefatos disponibilizados, como ocorre a produção de instrumentos e que conhecimentos são evocados e revelados para resolver a situação matemática são exemplos do que pode ser evidenciado. (LUCENA, 2018, p. 49)

Neste sentido, a performance é pensada na perspectiva de alcançar o melhor desempenho possível numa Orquestração Instrumental, através das descrições detalhadas dos ajustes necessários durante a aplicação do modo de execução, deixando assim em evidência as decisões *ad hoc*, durante esta etapa.

2.4 O Modelo da Orquestração Instrumental *On-Line*

Em razão da Pandemia da COVID-19, diante de um volume exorbitante de informações e necessidades que assolaram o mundo e a educação, o Brasil sofreu grandes impactos na tentativa de se adequar à realidade vivenciada à época, pelo ensino remoto emergencial. Neste contexto o modelo da orquestração instrumental *on-line* foi criado por Gitirana e Lucena (2021), que definiram a Orquestração Instrumental *On-line* (OI *on -line*) como

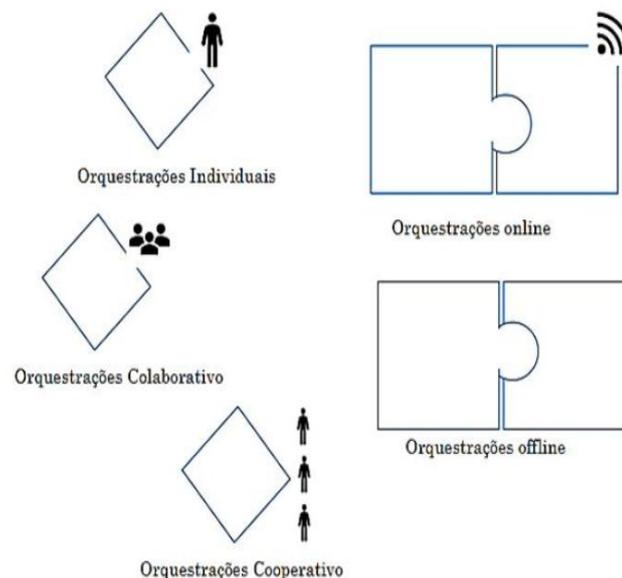
o arranjo sistemático e intencional dos elementos (artefatos, seres humanos e tempo) de um ambiente formado por diferentes espaços, geográficos e virtuais, todos conectados, realizado por agentes (professor(es) e monitor(es)) no intuito de efetivar uma situação dada e, em geral, guiar de forma remota, síncrona e/ou assíncrona, seus aprendizes em suas gêneses instrumentais e na evolução e equilíbrio dos seus sistemas de instrumentos. (GITIRANA E LUCENA, 2021, p. 376).

Segundo Gitirana e Lucena (2021) este esquema está apoiado no modelo teórico-metodológico da Orquestração Instrumental de Trouche (2005) e afirmam que

A OI enquanto modelo teórico - metodológico tem se revelado flexível e frutífero no que concerne à criação de arquiteturas de ensino com suporte de tecnologias, em especial, as digitais. Também tem favorecido o desenvolvimento dos sujeitos nos processos de resolução de situações matemáticas com integração de tecnologias, considerando as restrições e condições apresentadas. (GITIRANA E LUCENA, 2021, p. 369).

A OI *On-line*, foi pensada dentro de uma perspectiva de ensino remoto e por sua vez, prevê dois tipos de ensino remoto emergencial: o *on-line* e o *offline*, onde prevê possibilidade de realização de atividades síncronas e assíncronas, permitindo atividades individuais e em grupo, atuando de forma colaborativa, conforme a figura a seguir:

FIGURA 3. Tipos de orquestrações instrumentais remotas e modos de trabalho



Fonte: Gitirana e Lucena (2020, p. 5).

Estudos voltados às vivências de OI *On-line* tem sido desenvolvidos e se destaca o trabalho de Feitosa (2022), que descreveu e analisou o processo de concepção e aplicação, por meio remoto de uma sequência didática, para o ensino dos teoremas de Green, Gauss e Stokes. Seus estudos revelaram êxito na realização da OI *On-line*. Segundo Feitosa (2022),

...a maioria dos alunos aprovou a metodologia do trabalho em grupo e, embora um terço tenha declarado que trabalhar em grupo foi difícil, a maioria concordou que o trabalho colaborativo contribuiu para a compreensão dos conceitos estudados
 ...evidências de que a orquestração instrumental favoreceu a gênese instrumental dos alunos puderam ser percebidas na atividade.
 ...a orquestração instrumental proposta deu indícios de que pode favorecer tanto a transição interna do CUV para o CVV, como a gênese instrumental dos alunos, com o uso de recursos digitais, acarretando na aprendizagem dos teoremas de Green, Gauss e Stokes (FEITOSA, 2022, p. 22).

Para Lucena (2018), uma OI não abarca pontos relevantes à uma formação tanto inicial quanto continuada de professores de Matemática, numa perspectiva teórico-prática-reflexiva. Assim ao refletir sobre estes pontos na direção da formação docente, Lucena (2018) inseriu novos princípios e transformou outros já existentes no intuito de formar professores de Matemática para a aprendizagem dos conceitos da OI, assim surgiu o modelo da Metaorquestração Instrumental (MOI), que será visto seção seguinte.

2.5 O Modelo da Metaorquestração Instrumental

Mesmo antes da pandemia da COVID-19, o advento das tecnologias da informação e da internet já havia feito emergir uma variedade de artefatos tecnológicos digitais. O contexto da pandemia apenas acelerou de forma abrupta a inserção desses artefatos na sociedade e ganharam um papel preponderante no espaço escolar, exigindo dos professores a capacidade de integrá-los em sua prática pedagógica.

Pensado na formação do professor de matemática no sentido de conhecer e experimentar diferentes dispositivos digitais em suas aulas de matemática, Lucena (2018) observou que, além dos conhecimentos matemáticos e tecnológicos, isso:

[...] exigirá do professor mais que conhecimento específico; exigirá conhecimento sobre a técnica digital e de formas de integração dela para resolver situações matemáticas específicas. Fato que só ocorre por meio da instrumentalização e instrumentação desse profissional no que concerne a tais dispositivos.

A discussão sobre o modelo da OI, permitiu Lucena (2018) concluir que os princípios pelos quais se desenvolve uma OI não são suficientes para alcançar variáveis pertinentes à formação teórico-prática-reflexiva, de professores de matemática.

Orquestrar uma formação, evidentemente, incorre na manutenção e inserção de novos princípios, como também na metamorfose de outros já existentes. Os esforços concentram-se, neste momento, em pensar um modelo teórico pautado na OI, para formar professores e futuros professores de matemática sobre a OI (LUCENA, 2018, p.51).

É nesse contexto que Lucena (2018) desenvolveu, o Modelo Teórico - Metodológico da Metaorquestração Instrumental-MOI, o qual tomou como base a definição de OI cunhada por Trouche (2005), refinando-a da seguinte forma:

Metaorquestração Instrumental é definida como a gestão sistemática e intencional, por um agente (formador(es)), dos artefatos e dos sujeitos (professores e futuros professores) confrontados com uma MS, com o objetivo de se apropriarem do conceito de OI (LUCENA, 2018, p.125)

Assim como o modelo OI dispõe da Configuração Didática, Modo de Execução e Performance Didática, que estruturam e favorecem a análise da orquestração concebida e executada, Lucena (2018) entendeu ser relevante definir tais etapas no contexto da MOI. A autora ressalta que o termo “meta” é utilizado em uma perspectiva cognitiva, isto é, “diz respeito à capacidade de compreender e refletir sobre a sua própria compreensão. Na MOI, o sujeito que vai se apropriando dos elementos teóricos que compõem a OI também reflete sobre essa compreensão” (LUCENA, 2018, p.127). As etapas da MOI são descritas da seguinte forma:

A metaconfiguração didática pode ser entendida como uma arquitetura dos sujeitos (estudantes), artefatos, escolhas didáticas e as situações, definidos pelo maestro (professor/formador). Essa arquitetura pressupõe, além do conjunto de orquestrações instrumentais internas a cada orquestração, a organização, articulação e gestão das orquestrações instrumentais que irão compor a MOI.

O metamodo de execução didática consiste em diferentes formas de se colocar em execução a arquitetura de cada orquestração instrumental da metaconfiguração didática. Ao menos uma forma de execução da metaconfiguração didática precisa ser prevista.

A metaperformance didática é o desempenho alcançado pela metaorquestração instrumental, considerando a viabilidade da arquitetura criada para a apropriação do modelo teórico Orquestração Instrumental. Trata da identificação das situações imprevistas, decisões e reações ad hoc que são relevantes para determinar quão bem-sucedidas foram as orquestrações executadas, tanto interna quanto externamente a cada orquestração. Considera também a organização, a articulação, a gestão do conjunto de orquestrações e sua execução, ou seja, a metaconfiguração didática e o metamodo de execução que compõem a metaorquestração.(LUCENA, 2018, p. 128)

2.5.1 Noção de Metassituação

Diante das etapas da Metaorquestração Instrumental definidas, Lucena (2018), amparada no conceito de situação de Vergnaud (1996), definiu a metassituação no processo da Metaorquestração e afirma que

Uma metassituação é uma sequência de situações articuladas com o objetivo de formação teórico-prática de professores. A sequência é composta por situações de apresentação e discussão dos conceitos da orquestração instrumental, implementação desses conceitos para o tratamento de uma situação matemática, mobilizando tecnologias digitais, reflexão, discussão sobre a atividade realizada e criação de uma OI propriamente dita. (LUCENA, 2018, p. 51 e 52),

Assim, posta uma situação a ser resolvida pelos professores em formação, esta demandará deles uma articulação de esquemas já construídos ou mesmo a serem desenvolvidos. Tratam-se de situações experienciadas ao longo da vida que deram suporte ao desenvolvimento de esquemas que serão recorridos para resolução das situações-problema durante a formação. Pode também ocorrer, que as situações-problema sejam oportunidades para que desenvolvam novos esquemas.

No presente estudo, propõe-se a estruturação e execução de uma Metaorquestração Instrumental no contexto da formação inicial de professores de matemática. Embora o modelo da MOI tenha sido pensado para a apropriação do modelo da OI por parte dos sujeitos envolvidos, isto é, para a integração de ferramentas digitais em sala de aula, como base para dar suporte a situações de formação teórico prática para docência, percebe-se na MOI potencialidades para a mobilização e desenvolvimento de conhecimentos específicos para o ensino da Matemática.

2.6 O Modelo Da Metaorquestração Instrumental *On-Line*

Assim como o modelo da Orquestração *On-line*, a introdução da noção do modelo da Metaorquestração *On-line* por Feitosa, Iglioni e Trouche (2023) (no prelo), surgiu num contexto de mudança de paradigmas em relação ao formato de ensino, em razão das medidas de segurança advindas da pandemia da COVID-19.

Diante das necessidades e demandas criadas num espaço onde as aulas na universidade em que foi realizado o estudo, no ano de 2022, ainda seguiam o modelo do ensino remoto e também com o modelo híbrido, Feitosa, Iglioni e Trouche (2023) (no prelo), adaptaram às necessidades do ensino remoto ao modelo da Metaorquestração Instrumental criado por Lucena (2018), na formação inicial de professores de Matemática e definem esta adaptação como

...a gestão sistemática e intencional, por agentes (formador(es) e monitor(es)), dos artefatos, dos sujeitos (professores e futuros professores) e do tempo, em um ambiente formado por diferentes espaços, geográficos e virtuais, todos conectados, confrontados com uma metassituação, com o objetivo de que os sujeitos se apropriem do conceito de orquestração instrumental, de modo a desenvolverem a habilidade de efetivar situações de ensino e, em geral, guiar tanto de forma presencial quanto remota (síncrona e/ou assíncrona), seus alunos em suas gêneses instrumentais e na evolução e equilíbrio dos seus sistemas de instrumentos. Feitosa, Iglioni e Trouche (2023) (no prelo).

Para a aplicação da Metaorquestração Instrumental *On-line*, Feitosa, Iglioni e Trouche (2023), se utilizaram das etapas do método do Estudo de Aula ao longo do processo do metamodo de execução, pois o objetivo era além de desenvolver a aprendizagem dos conceitos da Teoria da Orquestração Instrumental, também era contribuir para a formação teórico-prática dos licenciandos.

O estudo, reiterou que os professores de forma geral, tanto os já formados quanto os que estão em formação inicial, necessitam de habilidades para lidar com os recursos digitais e que o processo de formação é um espaço para essa aprendizagem. A oportunidade favorecida pelo modelo híbrido de ensino, proporcionou o uso de vários recursos tecnológicos na prática docente em formação inicial.

Feitosa, Iglioni e Trouche (2023), afirmaram que a estrutura de metaorquestração *on-line* proposta no estudo, favoreceu o desenvolvimento de conhecimentos e de saberes para o ensino da Matemática, além de terem observado que houve evolução tanto das orquestrações instrumentais, quanto no sistema de recursos dos licenciandos.

2.7 Lesson Study: Um Espaço para Processos de Aprendizagem da Docência no Contexto da Formação Inicial de Professores de Matemática

2.7.1 Contexto Histórico da Lesson Study

Concebida no Japão, *A Lesson Study* surgiu entre os próprios professores que tinham o interesse em estudar as modificações do currículo e o formato metodológico adotados em sala de aula, no momento em que a política japonesa passava por profundas transformações estendidas ao sistema educacional. As escolas existentes no período feudal japonês, ficavam situadas em templos, e eram conhecidas como Terakoya. Elas existiam para suprir as necessidades das classes mais favorecidas Isoda et al. (2007).

Foi na ampliação do sistema educacional juntamente com as mudanças nas políticas de isolamento que duraram em média 260 anos, sendo rompidas com a instalação do governo Meiji, no ano de 1968, que a *Lesson Study* surgiu e perdurou ao longo do século XX, como um método essencial que resultou nas reformas curriculares, na produção de materiais e se

tornou parte indissociável do processo de formação inicial de professores, já na formação continuada, era parte da atividade rotineira profissional Felix(2010); Isoda, Arcavi e Lorca (2012).

Durante este período, na intenção de conhecer mais a fundo o "conhecimento ocidental", o governo Japonês trouxe para o Japão professores estrangeiros para ministrarem suas aulas na então escola normal japonesa. O objetivo era fazer com que os futuros professores, ainda em formação inicial, ao assistirem as aulas dos professores ocidentais e aprendessem a dar aulas no formato ocidental. Pois até então, os professores japoneses ministravam aula de forma individualizada aos seus alunos, já os professores ocidentais, ministravam aulas para o coletivo, como afirma Felix (2010):

Suas aulas eram assistidas por outros docentes que faziam observações, anotações e comentários acerca de materiais didáticos e sobre aula. Depois, tais anotações eram discutidas em sessões de críticas entre os professores participantes Tal método foi incentivado pelo governo, sendo então implementado como modelo para todo o país. Felix (2010, p. 15).

Em virtude dos percalços passados pelo Japão, no ano de 1980, as escolas para formação de professores, as chamadas escolas normais, encerraram suas atividades, excetuando-se a Escola Normal de Tóquio. Contudo, o espaço de tempo em que estiveram funcionando, foi o bastante para que o modelo de ensino coletivo tomasse maior proporção, onde mais tarde foi chamado de *Lesson Study* que por sua vez, tornou-se uma experiência que mostrou bons resultados, sendo disseminada por todo país. "[..] por instruções do Ministério da Educação japonês, esses métodos de ensino foram implementados como um modelo em todo o Japão [...] criando os primeiros grupos de *Lesson Study* iniciados pelo Governo [...]" Isoda(2012, p. 36, tradução nossa).

2.7.2 Caracterização da *Lesson Study*

Originada no Japão, mais precisamente no final do século XIX, a "*Jyugyon Kenkyu*" ou *Lesson Study*, como é chamada nos Estados Unidos e ainda pouco conhecida no Brasil como Estudo de Aula por (CURY, 2009) ou ainda como Pesquisa de Aula, por Baldin (2009), alcançou bons resultados, inclusive em países como Portugal e Espanha e muitos outros países pelo mundo, sendo utilizada em seu país de origem a mais de um século Bezerra e Morelatti (2021).

A *Lesson Study* se consolidou enquanto uma metodologia de desenvolvimento

profissional na perspectiva do processo formativo docente. Sendo, então "[...] uma alternativa clara aos processos tradicionais de reflexão e melhora da prática educativa e [...] de reconstrução dos saberes docentes" Soto Gómez e Perez Gómez (2015, p. 16, tradução nossa). O trabalho reflexivo e colaborativo se destacam como essência na prática da *Lesson Study*, em que os professores e seus pares se debruçam sobre a aprendizagem de seus alunos. O centro dos estudos e análises é o desenvolvimento dos alunos, conforme aponta (PONTE, 2016).

A prática profissional neste modelo de processo formativo, envolve os sujeitos que são partícipes do ensino e da aprendizagem e assume um movimento cíclico, onde a troca de experiências, a observação, ganham um corpo dialógico na dimensão reflexiva e colaborativa de trabalho Isoda, Arcavi, Lorca(2012); Baptista et al., (2014). Atividades como revisão e reformulação didática, metodológica, de conteúdos para as aulas e dos processos de aprendizagem dos alunos, são práticas constantes na metodologia que levam ao aperfeiçoamento profissional docente e reflete diretamente na aprendizagem dos alunos Soto Gómez e Perez Gómez (2011); Pena, Becerra, García, Rodriguez e Vasquez (2015).

Vista enquanto um contexto formativo, que possibilita o desenvolvimento profissional do professor, a *Lesson Study* envolve os sujeitos numa perspectiva colaborativa, onde o foco é a prática pedagógica, em especial na área da Matemática, em que o conhecimento matemático, curricular, político e institucional, fazem parte das atividades vivenciadas pelos professores. Assim, "[...] os professores trabalham em conjunto, identificando dificuldades dos alunos, documentando-se sobre alternativas curriculares e preparando o que esperam vir a ser uma aula bem-sucedida" Quaresma et al. (2014, p. 311).

Dois processos são claramente visualizados durante a vivência da *Lesson Study*: além do desenvolvimento profissional docente por meio da reflexão e da colaboração entre os pares, a aprendizagem dos alunos ganha um olhar mais voltado para as especificidades, cria-se assim um ambiente propício para que a aprendizagem flua minimizando os empecilhos, comumente experienciados em sala de aula "[...] pode constituir-se em uma ferramenta importante para impulsionar mudanças e melhorar o ensino da matemática a curto, médio ou longo prazo Arévalo, Martínez, Gonzalez (2011, p. s/n, tradução nossa). Enquanto conceito ou definição, a

Lesson Study é uma forma de desenvolvimento profissional ao longo da vida no qual as equipes de professores, colaborativamente, buscam planejar, pesquisar e estudar uma aula que será ministrada a fim de decidir qual a melhor estratégia para que seus alunos possam melhor aprender aquele objeto do conhecimento. Assim, busca-se, na formação do professor reflexivo, a colaboração de cada um para que o grupo de docentes possa observar e planejar o ensino de um conteúdo escolar.

Aragão, Prezotto, Affonso (2015, p. 16).

Ao longo do processo de aprender a ser professor, se faz necessário a reflexão crítica sobre a própria prática, a apropriação de conceitos e a compreensão do próprio pensar, construindo não só saberes, mas ressignificando sua bagagem que o constitui enquanto professor. Ao corroborar com esta ideia, guregou-se a este estudo, SCHÖN (2000), que em sua obra *Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*, propõe uma formação profissional docente, pautada na prática reflexiva. A base para a construção do conhecimento pela prática, recorre à análise na problematização como espaço propício para o desenvolvimento das habilidades profissionais.

Segundo Schön (2000), é possível durante a prática, acumular vivências que poderão ser utilizadas em situações semelhantes. Assim, o aprimoramento, e a performance são consequências da prática reflexiva, contribuindo assim, para novas pesquisas, novas análises, trocas de experiências para ressignificar as vivências e transformá-las em novas experiências para o ensino.

Em sintonia com a proposta metodológica da presente pesquisa, cita-se Schön (2000) que elenca uma sequência de momentos em um processo de reflexão na ação:

... há uma situação de ação para a qual trazemos respostas espontâneas e de rotina. Elas revelam um processo de conhecer-na ação que pode ser descrito em termos de estratégias, compreensão de fenômenos e formas de conceber uma tarefa ou problema adequado à situação.

As respostas de rotina produzem uma surpresa - um resultado inesperado, agradável ou desagradável, que não se encaixam nas categorias do nosso conhecer-na-ação.

A surpresa leva à reflexão dentro do presente-da-ação.

A surpresa leva à reflexão dentro do presente-da-ação. A reflexão é, pelo menos em alguma medida, consciente, ainda que não precise ocorrer por meio de palavras.

A reflexão na ação tem uma função crítica, questionando a estrutura de pressupostos do ato de conhecer-na-ação.

A reflexão gera o experimento imediato. Pensamos um pouco e experimentamos novas ações com o objetivo de explorar os fenômenos recém-observados, testar nossas compreensões experimentais acerca deles, ou afirmar as ações que tenhamos inventado para mudar as coisas para melhor. (SCHÖN, 2000, p. 33 e 34.)

A reflexão durante a prática tem a finalidade de contribuir para a aprendizagem do fazer profissional durante a ação docente. A construção dos saberes e a mobilização das habilidades já existentes e do desenvolvimento de novas habilidades. Para Schön (2000), a reflexão sobre a ação passada influi e acomoda as ações futuras, no sentido de melhorar e adequar as situações projetadas.

2.7.3 Etapas da *Lesson Study*

Basicamente, a *Lesson Study* se desenvolve entre os professores em constante colaboração, em que o planejamento e a execução das aulas são ações conjuntas, em seguida o passo é a reflexão sobre a aula ministrada, tendo como centro das discussões e apontamentos, a aprendizagem dos alunos, no sentido de melhorarem suas práticas pedagógicas.

Segundo Murata (2011, p.2, tradução nossa), o formato originalmente adotado no Japão, possui cinco etapas: “Etapa 1: Escolha dos objetivos para as aprendizagens dos alunos; Etapa 2: Planejamento da aula baseado nesses objetivos; Etapa 3: Observação da aula investigada e coleta de dados sobre as aprendizagens dos alunos; Etapa 4: Uso dos dados para refletir sobre a aula e etapas anteriores; Etapa 5: Se necessário, revisão da aula e reaplicação em nova turma”.

Na etapa 1, tendo como ponto de partida o currículo, um grupo de professores se reúne para discutir em torno do conteúdo que será eleito por eles, para então definirem os objetivos. Na etapa 2, durante o processo de planejamento, os professores expõem suas ideias no intuito de definir as tarefas e melhorar, caso necessário, os objetivos. É a etapa em que as previsões das dúvidas ou das dificuldades dos alunos são feitas e que os recursos didáticos são escolhidos. Na etapa 3 a aula planejada é ministrada por um dos professores do grupo e os demais ficam responsáveis pela observação criteriosa, pelos registros e anotações, os quais serão objetos de análise, discussão e melhoramento do processo. Na etapa 4, todos os professores dialogam sobre a aula ministrada, o objetivo é avaliar e refletir sobre a prática do professor que ministrou a aula, assim como dos recursos e estratégias utilizadas (tarefas e demais atividades propostas), nesta etapa, o grupo propõe alterações, no caso da necessidade de mudança de recursos, estratégias, tarefas e demais atividades anteriormente planejadas. E por fim, na etapa 5, embasados pelas reflexões e possíveis mudanças, a aula é replanejada e ministrada, desta vez, em outras turmas.

Segundo Silva (2022), a *Lesson Study* têm ganhado espaço na educação em vários países como China, Tailândia, Austrália, Inglaterra, Suécia, África do Sul, Estados Unidos, Portugal, Chile, Bolívia, Brasil. A autora, de acordo com o levantamento realizado em sua pesquisa, afirma que

Esses países desenvolvem a metodologia com algumas adaptações em relação a versão original japonesa, visando atender as especificidades culturais, sociais, políticas e econômicas de cada localidade, com a intenção de melhorar a aprendizagem dos alunos e favorecer o desenvolvimento profissional docente. Silva (2022, p.32)

Na próxima sessão mostraremos um breve panorama de estudos relevantes realizados com a

metodologia *Lesson Study* em alguns países.

2.7.4 Estudos sobre a *Lesson Study* no exterior

No Japão, de acordo com os estudos de (Lewis, et al. 2006; Murata, 2011), a metodologia da *Lesson Study* mostra excelentes resultados, tanto para a aprendizagem do professor em formação inicial, quanto continuada. E ainda contribui de forma efetiva para a aprendizagem dos alunos.

Os Estados Unidos iniciaram suas pesquisas e estudos voltados à *Lesson Study* no ano de 1999, conforme afirma Batista (2017). De lá aos dias de hoje, destacam-se estudos de Fernandez e Yoshida (2004), Murata (2011), Lewis et al. (2006 e 2012) e Stepanek et al. (2007), que se debruçaram sobre as etapas da *Lesson Study*. Na Inglaterra os estudos de Dudley (2015) acerca da metodologia vieram a reforçar os estudos pioneiros nos Estados Unidos. Já no Chile, pesquisadores como Isoda et. al (2012), contribuíram para os estudos e pesquisas na temática, com os olhares sempre voltados para as etapas do processo. Em Portugal, pode-se citar os autores Baptista et al. (2014) e na África do Sul, encontra-se estudos de Adler e Alshwaikh (2019), que desenvolveram um estudo de caso com professores que ministravam aula de Matemática.

É possível perceber, de acordo com alguns estudos no exterior, que as experiências com a *Lesson Study* sofrem pequenos ajustes em suas etapas/ciclos e também há a adaptação aos contextos locais, contudo a essência de suas etapas são preservadas, em sua maioria, estes estudos buscam aferir a eficácia da metodologia enquanto contexto propício para a formação docente e para a aprendizagem dos alunos.

2.7.5 Estudos sobre a *Lesson Study* no Brasil

No Brasil a *Lesson Study* ainda é considerada como um campo de pesquisa pouco explorado, contudo vem ganhando espaço em grupos de pesquisas de instituições de ensino superior, mais especificamente, naqueles voltados aos estudos relacionados à formação de professores.

Ao se buscar no Banco de Teses do Centro de Aperfeiçoamento de Pesquisas e Estudos (CAPES), assim como na Plataforma Sucupira, verifica-se a existência de trabalhos acadêmicos que envolvem pesquisas realizadas na pós-graduação, em cursos de mestrado e doutorado. A grande parcela destes estudos tem como objeto central a formação de professores e o ensino da Matemática. Destacam-se os estudos de Magalhães (2008), em que o enfoque da pesquisa foi analisar o planejamento e o estudo de lição, tendo a metodologia

como norteadora; Felix (2010), Neto (2013) e Mello 2018, que investigaram a própria prática, Neves (2018), que realizou uma avaliação da *Lesson Study*, aplicada numa turma do ensino fundamental (anos finais), Coelho (2014), Bezerra e Morelatti (2021), que se detiveram aos estudos com a *Lesson Study* na formação inicial de professores de Matemática; Utimura (2015), Bezerra (2017), Batista (2017), Araújo (2019), Merichelli (2018), Utimura (2019), Borelli (2019) e Silva (2022), investigaram a *Lesson Study* na formação continuada de professores;

Os estudos neste campo ainda continuam tímidos no Brasil, busca-se avançar nas reflexões sobre a aplicação da metodologia *Lesson Study* aliada ao modelo da Metaorquestração Instrumental no contexto da formação inicial de professores de Matemática. Para isso, baliza-se pelos saberes docentes específicos necessários para o ensino da Matemática.

2.8 Dos Saberes Docentes aos Conhecimentos Especializados Para o Ensino da Matemática

A profissão professor e os saberes inerentes a essa profissão, são constituídos num espaço historicamente situado numa sociedade imersa em necessidades que estão em constante transformação. Nessa perspectiva, os licenciandos constroem e aprofundam seus conhecimentos teóricos-práticos para o exercício da docência, na formação inicial. Ao mesmo tempo que aprendem, influem em espaços de aprendizagem, sejam eles em salas de aula física ou virtual na instituição de ensino superior, ou em escolas, ao se depararem com situações simuladoras ou realistas de vivências profissionais escolares. Assim, este professor em formação, transforma, ressignifica, reconstrói o ambiente da sua aprendizagem em conhecimento para a realidade e a atividade cotidiana enquanto profissionais do ensino da Matemática.

É nesse contexto que aprofunda-se o olhar sobre os processos de aprendizagem dos saberes dos conhecimentos específicos necessários ao professor de Matemática. Em linhas gerais, remete-se inicialmente, aos estudos realizados por Tardif (2014), Shulman (2005), Pimenta (2002) para fundamentar os saberes mais genéricos à aprendizagem da docência. Contudo, foi ancorados em Carrillo, et, al (2013), que realizaram-se análises de onde emergiram as categorias que enquadraram os conhecimentos especializados para o ensino da Matemática.

2.8.1 Saberes Docentes

Na obra intitulada *Saberes Docentes e Formação Profissional*, Tardif (2014), discute sobre os conhecimentos, o saber fazer, as competências e as habilidades necessários ao docente, para conhecer e realizar concretamente suas tarefas dentro do cotidiano. Assim como dialoga sobre a natureza desses saberes que constroem a profissionalidade docente. Tardif classifica estes saberes em quatro tipos: os saberes da formação profissional (das ciências da educação e da ideologia pedagógica); os saberes disciplinares; os saberes curriculares e os saberes experienciais.

Saberes docentes, por Tardif (2002):

- Saberes da formação profissional: Conjunto de saberes adquiridos pelas instituições de formação de professores e está subdividido em: Saberes das ciências da educação (saberes científicos e eruditos da educação); Saberes pedagógicos (tidos através de concepções provindas de reflexões racionais que conduzem a sistemas representativos que orientam a prática educativa);
- Saberes disciplinares: São os saberes oriundos das formações acadêmica, reconhecidos e identificados como pertencentes aos diferentes campos do conhecimento (linguagem, ciências exatas, ciências humanas, ciências biológicas, etc.);
- Saberes curriculares: são adquiridos pelos professores ao longo da carreira; estão ligados aos saberes selecionados pela instituição escolar, apresentam-se concretamente, sob a forma de programas escolares (objetivos, conteúdos, métodos) que os professores devem aprender e aplicar;
- Saberes experienciais: São os saberes que resultam do próprio exercício da atividade profissional dos professores. Esses saberes são produzidos pelos docentes por meio das vivências de situações específicas, relacionadas ao espaço da escola e às relações estabelecidas com alunos e colegas de profissão.

De acordo com Tardif (2014), os saberes por ele elencados ou identificados, possuem importante papel na formação do professor em detrimento do processo de aprendizagem do aluno. Ele alerta para o destaque naturalmente ocupado pelos saberes experienciais em relação aos outros saberes, pois é o professor que o conduz, sendo os demais saberes alheios à condução do professor, ou seja, carregam em si a influência de outros atores do contexto de formação ou vivência deste professor.

Shulman (2005), discorre sobre quais habilidades, qualidades e capacidades são essenciais para a formação de um professor competente e define estas categorias como base necessária para a docência.

Saberes docentes, por Shulman (2005):

- Conhecimento de conteúdo;
- Conhecimento pedagógico (conhecimento didático geral), tendo em conta, especialmente, aqueles princípios e estratégias gerais de condução e organização da aula, que transcendem o âmbito da disciplina;
- Conhecimento do currículo, considerado como um especial domínio dos materiais e programas que servem como “ferramentas para o ofício” do docente;
- Conhecimento dos alunos e da aprendizagem;
- Conhecimento dos contextos educativos que abarca desde o funcionamento dos distritos escolares, até o caráter das comunidades e culturas;
- Conhecimento didático do conteúdo, se refere a relação entre o conhecimento pedagógico e a matéria, que constitui sua forma particular de compreensão profissional;
- Conhecimento dos objetivos, das finalidades e dos valores educativos e de seus fundamentos filosóficos e históricos.

Pimenta (2002) em seus estudos sobre a formação de professores e os saberes docentes, evidencia que no processo de interação e troca, os professores ao longo de sua formação, vão não só constituindo, mas vão reelaborando e ressignificando seus saberes iniciais, é um processo dinâmico, contínuo, constante e evolutivo.

Saberes docentes, por Pimenta (2002):

- Saberes da experiência: são construídos a partir da sua própria trajetória como aluno, em seu processo formativo, assim como aqueles que os professores produzem em seu cotidiano docente, num processo permanente de reflexão sobre sua própria prática;
- Saberes do conhecimento: Dizem respeito aos conhecimentos específicos de uma determinada área com a qual o professor irá atuar, como por exemplo: conhecimentos específicos da física, da matemática, dentre outros;
- Saberes pedagógicos: Referem-se ao saber ensinar, à didática. Estes saberes apreendidos mediante os processos didático-pedagógicos, vivenciados na universidade, onde se aprende as técnicas necessárias para proceder com metodologias de ensino

2.8.2 Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT)

Ball et. al (2008), fundamentada nos estudos de Shulman (1986), se debruça especificamente sobre o conhecimento do conteúdo pedagógico inicialmente desenvolvido por ele. Contudo o aprofundamento teórico se deu dentro do campo do conhecimento da matéria em Matemática. Para Ball, conhecer o conteúdo matemático não é suficiente para desenvolver o ensino de matemática. Ela afirma: “Ficamos surpresos ao ver que muitas das tarefas componentes do ensino exigem conhecimentos matemáticos além do conhecimento dos alunos ou do ensino.” (p. 407)

Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT), por Ball et. al (2008):

- Conhecimento comum (CCK): Conhecimento e a habilidade matemática, usados em outro ambiente, que não o do ensino;
- Conhecimento de conteúdo especializado (SCK): é a relação do conhecimento matemático e a habilidade exclusiva para o ensino;
- Conhecimento de conteúdo e estudantes (KCS): é o conhecimento que combina o conhecimento sobre os estudantes e conhecimento de matemática;
- Conhecimento da matéria para o ensino: quando se estabelece conceitos baseados na prática, elaborando subdomínios e validando os conhecimentos destes;
- Conhecimento Horizonte - HCK (BALL, 1993): É a consciência de como o conhecimento dos tópicos matemáticos estão incluídos no currículo.

2.8.3 O Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK): um olhar aprofundado sobre o conhecimento Matemático para o Ensino (MKT)

Ao se debruçarem sobre o trabalho desenvolvido por Ball et. al(2008), Carrillo et. al (2013), reconheceram este estudo enquanto pioneiro na consideração do conhecimento matemático da perspectiva do ensino, fazendo claramente a distinção entre o conhecimento de conteúdo especializado, o conhecimento de conteúdo comum e o conhecimento de conteúdo horizonte como partes do conhecimento de conteúdo este último definido por Shulman (1986, 1987), além disso, categorizou o conhecimento de conteúdos e estudantes e o conhecimento de conteúdo e ensino como parte do conhecimento de conteúdo pedagógico.

Carrillo et. al (2013) identificaram fragilidades na aplicação e identificação destas categorias, como por exemplo, saber onde termina o conhecimento comum e onde inicia o conhecimento especializado, os fazendo cogitar que todos os conhecimentos partindo desta ótica do ensino de matemática, poderiam ser denominados de especializados. Desta forma, reformularam os conhecimentos apontados por Ball et. al (2008) como Conhecimento Matemático para o Ensino, ampliando a compreensão, atribuindo novas categorias e os denominando de Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK), sendo subdividido a partir de duas grandes categorias: Conhecimento Matemático (MK) e o Conhecimento de Conteúdo pedagógico (PCK)

Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK) por Carrillo et. al (2013):

- Conhecimento Matemático (MK):
 - Conhecimento dos tópicos matemáticos (KoT): Conhecimento de diferentes definições (quando houver mais de uma); Conhecimento de diferentes formas de linguagem (simbólica e/o verbal); Conhecimento das propriedades e dos fundamentos; Conhecimento dos procedimentos (o que, como, quando e por que se faz de determinada forma) tradicionais ou não convencionais; Conhecimento de aspectos fenomenológicos (descrição dos sentidos associados a um determinado conceito ou constructo); Conhecimento de aplicações (associação de contextos capazes de evocar tais sentidos).
 - Conhecimento da estrutura da matemática (KSM): Conhecimento das principais ideias e estruturas matemáticas; Conhecimento das propriedades e noções relativas a itens específicos, que estão sendo abordados em certo momento (ter noção de que o entendimento do tópico estudado depende do conhecimento de certas propriedades vistas em outro momento); Conhecimento das conexões entre tópicos atuais e anteriores e itens futuros.
 - Conhecimento da prática matemática (KPM): Conhecimento das formas de conhecer, criar ou produzir em Matemática (conhecimento sintático); Conhecimento de aspectos de raciocínio e prova; Saber como definir e usar definições; estabelecer relações (entre conceitos, propriedades, etc.); Ter conhecimento de correspondências e equivalências; Saber escolher representações, argumentar, generalizar ou explorar, aspectos da comunicação matemática.
- Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK):

- Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM): Ter conhecimento das dificuldades dos alunos ao abordar um tema matemático o que exige o conhecimento de como os alunos aprendem os conteúdos matemáticos; Identificar as características da aprendizagem matemática; Ter conhecimento dos principais erros cometidos pelos alunos em um determinado assunto (erros comuns, dificuldades, obstáculos); Ter conhecimento da linguagem normalmente usada pelos estudantes, ao lidar com cada conceito.
- Conhecimento do ensino de matemática (KMT): Escolher determinada representação para aprender um conceito ou procedimento matemático; Selecionar estratégias, exemplos ou uma determinada tarefa matemática; Escolher o livro didático adequado ou o material adequado para aprender um conceito ou procedimento.
- Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem de matemática (KMLS): Conhecimento das diretrizes e de especificações curriculares, envolvendo o que está previsto, em cada etapa da educação escolar, em termos de conteúdos e competências (conceituais, procedimentais, atitudinais e de raciocínio matemática nos diversos momentos educativos), conhecimento de normas mínimas e as formas de progressão de um ano para outro; Também estão inclusos resultados de pesquisas na área de Educação e Educação Matemática, incluindo relatos de vivências de professores experientes sobre a prática, além dos objetivos e medidas de desempenho desenvolvidos por organismos externos (como avaliações do PISA), como associações profissionais, pesquisadores e agências educacionais.

O contexto em que se deu a presente pesquisa foi configurado pelo momento em que as medidas de segurança em detrimento da Pandemia da COVID-19 estavam em processo de flexibilização. O componente curricular, cerne desta investigação, foi ofertado aos licenciandos matriculados no curso de Licenciatura em Matemática, por meio remoto. Sendo assim, o uso das TDIC's, foi condicional para o desenvolvimento das atividades. Desta forma, recorreu-se aos estudos de Koehler e Mishra (2006) para dar suporte teórico às nossas análises.

Para Koehler e Mishra (2006) é inadequado ver o conhecimento da tecnologia como sendo isolado a partir do conhecimento da pedagogia e do conteúdo e o que distingue essa abordagem é a especificidade da articulação entre conteúdo, pedagogia, e tecnologia e Koehler e Mishra (2006), elaboraram as categorias do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK).

Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK) por Para Koehler e Mishra (2006):

- Conhecimento de conteúdo (CK): É o conhecimento sobre o assunto real que é para ser aprendido ou ensinado;
- Conhecimento pedagógico (PK): É um conhecimento profundo sobre os processos e práticas ou métodos de ensino e aprendizagem e a forma como os mesmos abrangem, entre outras coisas, propósitos, valores e objetivos educacionais globais;
- Conhecimento de conteúdo pedagógico (PK): É o conhecimento que inclui saber que abordagens pedagógicas se adequam ao conteúdo, e também, saber como os elementos do conteúdo pode ser arranjado para um melhor ensino;
- Conhecimento tecnológico (TK): É o conhecimento sobre tecnologias padrão, tais como livros, giz e quadro negro, e tecnologias mais avançadas, tais como a Internet e o vídeo digital. Envolve as competências necessárias para operar tecnologias específicas;
- Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK): É o conhecimento sobre a forma em que tecnologia e conteúdo estão reciprocamente relacionados. Os professores precisam saber não só a matéria que ensinam, mas também a forma como a matéria pode ser alterada através da aplicação de tecnologia.
- Conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK): É o conhecimento da existência, componentes e capacidades de várias tecnologias tal como são utilizadas em contextos de ensino e aprendizagem, e inversamente, saber como ensinar pode mudar como resultado da utilização de tecnologias específicas.
- Conhecimento de conteúdo pedagógico tecnológico (TPACK): É uma forma emergente de conhecimento que vai além das três componentes (conteúdo, pedagogia e tecnologia). Este conhecimento é diferente do conhecimento de um especialista disciplinar ou tecnológico e também do conhecimento pedagógico geral partilhado pelos professores entre disciplinas.

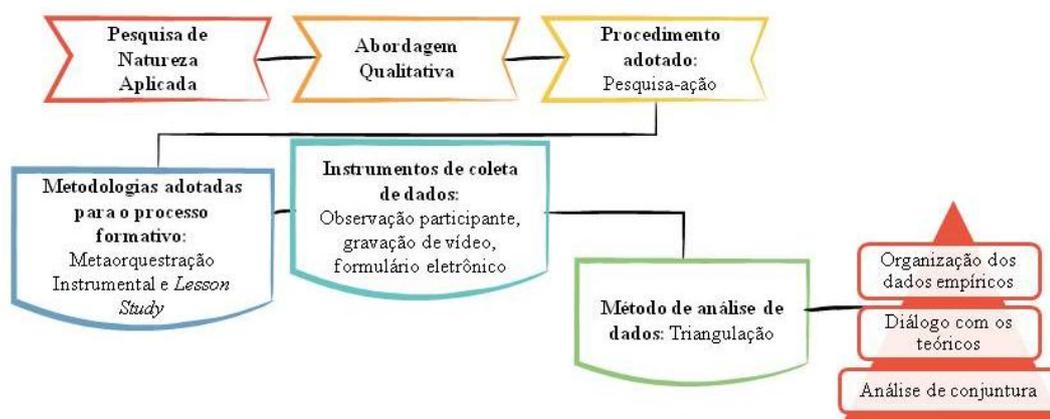
As categorias apontadas por Carrillo et. al (2013) e Koehler e Mishra (2006), darão subsídio às análises e balizam as reflexões sobre a aprendizagem dos conhecimentos necessários ao ensino da Matemática, dentro do contexto do modelo metodológico de formação da Metaorquestração Instrumental vivenciado a partir da metodologia da *Lesson Study*.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

O percurso metodológico eleito para esta investigação foi pensado para atender o seguinte objetivo geral: Investigar as implicações do modelo da Metaorquestração Instrumental associado à metodologia *Lesson Study*, no processo de aprendizagem dos conhecimentos especializados para o ensino da matemática, no contexto de formação inicial de professores de Matemática do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Amazonas. No intuito de alcançar este objetivo, definiram-se os seguintes objetivos específicos: Realizar uma Metaorquestração Instrumental articulada à metodologia *Lesson Study* no contexto da formação inicial de professores de Matemática; Identificar as possibilidades de mobilização e ou desenvolvimento dos conhecimentos especializados para o ensino da matemática no contexto da formação inicial de professores de matemática por meio da aplicação do modelo da Metaorquestração Instrumental estruturada para este fim; Validar articulação da MOI+*Lesson Study* como modelo teórico-metodológico para a formação inicial de professores de matemática.

Considerando os objetivos elencados acima, foi realizada uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa. Utilizou-se da pesquisa-ação enquanto procedimento metodológico e este procedimento fundamentou-se em duas metodologias voltadas para formação de professores: a Metaorquestração e a *Lesson Study*. Estas metodologias formativas permitiram combinar a observação participante, a gravação de vídeos e os formulários eletrônicos enquanto instrumentos de coletas de dados, para posterior análise através do método da triangulação, a qual é norteada por três etapas: a organização dos dados e suas categorizações, os diálogos com os teóricos que fundamentam a pesquisa e por fim, a análise de conjuntura.

Figura 4 - Estrutura Metodológica da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores

A estrutura metodológica delineada acima, foi elaborada segundo o desenvolvimento da pesquisa em todas as suas etapas e procedimentos, os quais serão aprofundados, conforme aportes teóricos e percursos discutidos nas seções seguintes.

3.1 Natureza, abordagem e os objetivos da pesquisa

De acordo com Barros e Lehfeld (2000, p. 78), a pesquisa de natureza aplicada tem como fim a produção do conhecimento para aplicação de seus resultados, a finalidade é de “contribuir para fins práticos” Appolinário (2004, p. 152) corrobora com esta ideia ao afirmar que pesquisas aplicadas têm o objetivo de “resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas.”

Este estudo está pautado na abordagem qualitativa. Na área da Educação a pesquisa qualitativa é amplamente difundida e utilizada por se caracterizar enquanto espaço natural onde se coleta diretamente os dados. O pesquisador por sua vez, se consagra enquanto instrumento primeiro e os dados mantêm-se em predominância descritiva. O grande centro da perspectiva está no sentido ou significado que os sujeitos atribuem às situações, onde a análise se ampara num processo metodológico indutivo. De acordo com Sandín Steban (2010, p.127)

A pesquisa qualitativa é uma atividade sistemática orientada à compreensão em profundidade) de fenômenos educativos e sociais, à transformação de práticas e cenários socioeducativos, à tomada de decisões e também ao descobrimento e desenvolvimento de um corpo organizado de conhecimentos.

A pesquisa qualitativa lida com uma gama de significados, valores e crenças, e considera os aspectos mais profundos das relações humanas, dos processos em que os sujeitos estão envolvidos e dos fenômenos produzidos no contexto. Minayo (2001).

Para Creswell (2010, p. 26),

A pesquisa qualitativa é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. O processo de pesquisa envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados. O relatório final escrito tem uma estrutura flexível. Aqueles que se envolvem nessa forma de investigação apoiam uma maneira de encarar a pesquisa que honra um estilo indutivo, um foco no significado individual e na importância da interpretação da complexidade de uma situação (adaptado de Creswell, 2007).

Desta forma, a abordagem qualitativa se configura como a mais adequada para o processo investigativo deste trabalho, pois visualizam-se as singularidades que emergem das relações estabelecidas e dos próprios sujeitos individualmente, bem como do ambiente e do contexto como um todo, não se expressam quantitativamente.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa tanto descritiva que, segundo Gil (2008, p. 28), “tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis” quanto exploratória, pois visa a proporcionar maior familiaridade com o problema (explicitá-lo) (GIL, 2008).

3.2 Procedimento técnico da pesquisa

Diante do formato estabelecido para a participação da pesquisadora junto aos sujeitos da pesquisa e tendo em vista as metodologias de formação de professores adotadas, entende-se que o procedimento técnico da pesquisa-ação, proporciona no contexto da Metaorquestração e da *Lesson Study*, uma aproximação intencional necessária à compreensão, ao aprimoramento dos processos imbricados na formação dos licenciandos e à coleta de dados. Enquanto definição, Thiollent (2022, p.17) diz que

a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Quanto ao papel a ser desempenhado pelos pesquisadores, “na pesquisa-ação os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas. Thiollent (2022, p.18).

Em relação às características de uma pesquisa-ação, Thiollent (2022) destaca os seguintes aspectos:

- a) há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada;
- b) desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta;
- c) o objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados nesta situação;
- d) o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada;
- e) há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação;
- f) a pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o "nível de consciência" das pessoas e grupos considerados. Thiollent (2022, p. 19, 20)

Contudo, o autor ressalta que a configuração da pesquisa-ação a ser estabelecida pelos pesquisadores, depende do contexto na qual a realidade pesquisada está inserida e também depende dos objetivos da pesquisa.

3.3 Percorso formativo - Modelo da Metaorquestração + *Lesson Study*

A presente pesquisa é baseada nos princípios da investigação reflexiva (TROUCHE; GUEUDET; PEPIN, 2018). Os cinco princípios gerais propostos desse quadro, que sustentam a análise da trajetória documental dos professores, são:

- (1) Acompanhamento de longa duração que favorece a observação de várias situações pertencentes à mesma classe e/ou a realização de entrevistas distintas em intervalos de tempo espaçados;
- (2) Acompanhamento em todos os lugares o que permite o acesso aos diversos momentos em que ocorre o trabalho documental dos professores;
- (3) Ampla coleção de recursos materiais usados, permitindo guardar vestígios do material usado e criado pelos professores ao longo do tempo;
- (4) O acompanhamento reflexivo que instiga a reflexão dos professores sobre o próprio trabalho documental, sendo que esta reflexão permite a capitalização da experiência por parte dos professores, que irão se apropriar da experiência vivida para alimentar ou transformar os seus conhecimentos;
- (5) E o confronto permanente do professor com a materialidade do seu trabalho que nos permite ter acesso a novos elementos da prática do professor, podemos, por exemplo, questionar “de onde veio um recurso” ou “como foi concebido”, e isso pode nos revelar transformações no trabalho documental ao longo do tempo.

Bellemain e Trouche (2019) atentam para a dificuldade, para o pesquisador, seja para curtos períodos ou para longos períodos, de reunir e estruturar os dados coletados. Para permitir tal estruturação utilizou-se o Google Drive como valise documental (PEPIN, GUEUDET & TROUCHE, 2015; TROUCHE, 2015) para o armazenamento dos dados coletados pelos pesquisadores sobre o trabalho documental dos licenciandos.

Para os procedimentos metodológicos, utilizou-se a estrutura própria da concepção de uma metaorquestração instrumental (metaconfiguração didática e metamodo de execução), acrescida dos elementos essenciais da metodologia *Lesson Study*, visando a responder à questão da pesquisa.

3.3.1 Metaconfiguração Didática

Os participantes do estudo são licenciandos em Matemática da Universidade Federal do Amazonas que cursaram o componente curricular Instrumentação do Ensino de Matemática II no período de junho a setembro de 2022. Um dos pesquisadores atuou como professor do componente curricular na turma participante do estudo. Contudo este pesquisador será identificado apenas como “professor”.

Os licenciandos tiveram a liberdade de formar seus grupos com a condição que não ultrapassasse o número de 4 componentes. Foram formados 2 grupos, contendo 4 membros num grupo e 3 no outro, denominados Grupos A1 e A2. A metaorquestração foi aplicada com estes dois grupos. Contudo, para viabilizar a pesquisa e torná-la exequível dentro do tempo estimado para seu término e considerando o grande volume de produção de dados, realizou-se o estudo com o grupo composto de 3 licenciandos.

O tempo destinado para aplicação da metaorquestração com cada grupo foi de 6 semanas. Durante esse período, foram realizados três ciclos de seis orquestrações cada. O tempo, a etapa e o objetivo de cada uma dessas orquestrações são descritas na tabela 1 para cada ciclo:

Tabela 1 - Planejamento da Metaorquestração Instrumental

Orquestração	Tempo	Etapa do Estudo de Aula	Objetivo
OI-1	1h	Planejamento	Planejar uma OI para o 2º ano do EM que visa a desenvolver a habilidade de Relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos com

			suas planificações ou vistas.
OI-2	2h	Aplicação	Aplicar a OI
OI-3	1h	Estudo	Estudar a aplicação da OI
OI-4	1h	Replanejamento	Replanejar a OI
OI-5	2h	Reaplicação	Reaplicar a OI
OI-6	1h	Estudo	Estudar a reaplicação da OI

Fonte: Elaborado pelos autores

3.3.2 Metamodo de Execução

O metamodo de execução foi apoiado na metodologia *Lesson Study*. Essa decisão se explica pela correspondência à orquestração no que tange a envolver os futuros professores no estudo da lição como parte de seu treinamento pré-serviço, para que continue a prática ao longo de suas carreiras.

São vários os benefícios do Estudo de Aula, dentre eles, ajuda os professores a alterar o seu ensino para melhor apoiar a aprendizagem como resultado, a ver a aprendizagem dos alunos com muito mais detalhe do que é normalmente possível, perceber as lacunas entre o que tinha assumido que estava a acontecer quando os alunos aprenderam e o que está de fato a acontecer, planejar a aprendizagem que melhor se adequa às necessidades dos alunos como resultado e faz tudo isto no contexto de uma comunidade de apoio ao ensino e à aprendizagem que está fortemente empenhada em ajudar aos alunos para aprender e à aprendizagem profissional dos membros do grupo (DUDLEY, 2013).

O Estudo de Aula distingue-se de outros processos formativos que envolvem observação de aulas, mas que se centram, principalmente, na atuação dos professores, por sua natureza reflexiva e colaborativa (FERNÁNDEZ; CANNON; CHOKSHI, 2003) e por centrar-se nas aprendizagens dos alunos e não no trabalho dos professores. Para Ponte (2016, p. 870):

A participação num estudo de aula constitui uma oportunidade para os professores aprenderem questões importantes em relação aos conteúdos que ensinam, às orientações curriculares, aos processos de raciocínio e às dificuldades dos alunos e à própria dinâmica da sala de aula. Os estudos de aula são desenvolvidos em ambientes colaborativos, levando os participantes a criar um relacionamento

próximo, partilhar ideias e apoiar-se mutuamente. Desta forma, constituem um contexto não só para refletir, mas também para promover a autoconfiança, fundamental para o seu desenvolvimento profissional.

O estudo de aula, que normalmente se inicia com a identificação de um problema relevante sobre a aprendizagem dos alunos (PONTE et al., 2014), caracteriza-se por uma dinâmica de desenvolvimento muito particular, estruturada em etapas bem definidas: formulação de objetivos para a aula de investigação, planeamento, concretização/execução, reflexão e, se desejável, repetição dessa aula (LEWIS, 2002).

Na formulação de objetivos para a aprendizagem e desenvolvimento dos alunos, seleciona-se um tópico ou tema do currículo para ser abordado na aula de investigação. Deve haver, nesse momento, grande preocupação com as necessidades e dificuldades dos alunos em relação à aprendizagem do tópico curricular escolhido.

Uma vez definidos os objetivos, inicia-se o processo de planeamento, no qual, pressupõe-se um trabalho colaborativo criterioso em que se busca prever os modos de pensar dos alunos, as suas estratégias de resolução de tarefas propostas, as suas dificuldades, aquilo que vão dizer durante as atividades da aula, assim como, possíveis intervenções que o professor poderá realizar, a serem estrategicamente utilizadas na construção e no desenvolvimento da aula. Esse planeamento deve ser feito de forma que o aluno seja o agente central da aprendizagem, com participação ativa na aula.

Na execução, um dos membros do grupo ministra a aula planejada para uma turma de alunos e os demais membros, incluindo a equipe que coordena o processo, observam e registram criteriosamente, sem intervir, todas as ações do professor, dos alunos e as relações estabelecidas entre esses. Coelho, Vianna e Oliveira (2014, p.5) recomendam que a aula seja filmada, pois, “a exibição das imagens poderá servir, na próxima etapa, como uma espécie de tira-teima em casos de dúvidas ou nos casos em que algum membro da equipe queira discutir mais profundamente alguma parte específica”.

Na etapa da reflexão, o grupo discute e reflete sobre aquilo que foi registrado em vídeo e observado pelos demais membros, contribuindo também para uma autocrítica profissional. Nesse momento, a equipe foca no aluno, na sua aprendizagem e busca o aprimoramento do plano de aula. Considerando-se o que foi trazido pela equipe em termos de adaptações necessárias, o plano poderá sofrer alterações. Coelho, Vianna e Oliveira (2014, p.5) apresentam a dinâmica a ser empregada nessa etapa do estudo de aula:

O professor, que implementou o plano de aula, é quem inicia a discussão, expondo suas sensações e sentimentos, explicando o porquê de determinadas atitudes, especialmente quando fugiram do planejado e o que faria de diferente caso houvesse uma outra oportunidade. Em seguida, é o momento dos observadores apresentarem seus registros.

No quinto momento, o grupo, de maneira colaborativa, retoma a aula de investigação, modificando aspectos que não foram considerados adequados pelo grupo ou questões que solicitam uma abordagem diferenciada. É desejável que o plano, já reconstruído a partir das críticas dos observadores, seja aplicado em outra turma, reiniciando um outro ciclo (PONTE et al., 2014).

Embora o foco final da metodologia Estudo de Aula esteja no cultivo do interesse dos alunos e na qualidade do seu aprendizado, o Estudo de Aula pode proporcionar ganhos profissionais para o professor. É sob esse ponto de vista que esta pesquisa tem foco, uma vez que nosso trabalho buscou identificar as contribuições que a metodologia Estudo de Aula pôde trazer para o futuro professor quando empregada em conjunto com o modelo da Metaorquestração instrumental.

Descreve-se a seguir como estruturamos o metamodo de execução da presente pesquisa.

As orquestrações que compuseram a metaorquestração instrumental aplicada nesta investigação, foram de 5 (cinco) tipos: Planejamento, Aplicação, Estudo (2x), Replanejamento e Reaplicação. Descreve-se a seguir como se deu o modo de execução de cada tipo. Diante do contexto ainda da pandemia da COVID-19 e das orientações dos órgãos de saúde, a MOI pode se deu de forma *online* pelo Google Meet.

Na OI de planejamento, a equipe compartilhou a tela de seu computador/celular e apresentaram o formulário eletrônico contendo o planejamento inicial da orquestração instrumental. O professor/pesquisador e a pesquisadora estimularam as discussões e, a partir de questionamentos, provocaram a discussão e reflexão dos licenciandos sobre seu planejamento. Tomou-se o cuidado de interferir o mínimo possível nas ideias dos licenciandos visando a fazer com que ao final, o planejamento fosse, de fato, o resultado do trabalho coletivo dos discentes. Ao final, 2 (dois) discentes foram escolhidos pelos próprios colegas para fazer a primeira aplicação da OI planejada.

Para a OI de aplicação, foram convidados alunos que cursavam o Ensino Médio em escolas públicas para participar das aplicações. Foram formadas duas turmas com 15 alunos (cada) em média e um grupo de Whatsapp que foi criado para que os licenciandos pudessem se comunicar com os alunos das escolas e passassem informações, materiais e tarefas relacionadas à OI. Essa aplicação foi realizada aos sábados no horário de 9h às 11h. Enquanto a dupla escolhida aplicava a OI os outros membros da equipe ficaram observando e fizeram suas anotações. Ao final, a dupla que executou a OI respondeu a um diário de bordo e os que observaram, a uma avaliação dos pares, ambos em formulários eletrônicos e arquivados no Google Drive.

A OI de Estudo se deu após cada (re) aplicação. Nessa orquestração os discentes que implementaram o plano da OI, iniciaram a discussão, expondo suas sensações e sentimentos, explicando o porquê de determinadas atitudes, especialmente quando fugiram do planejado, se colocando em processo reflexivo, diziam e o que fariam de diferente caso houvesse uma outra oportunidade. Em seguida, os discentes observadores apresentaram seus registros e a pesquisadora juntamente com o professor, abriram para discussão e replanejamento da OI.

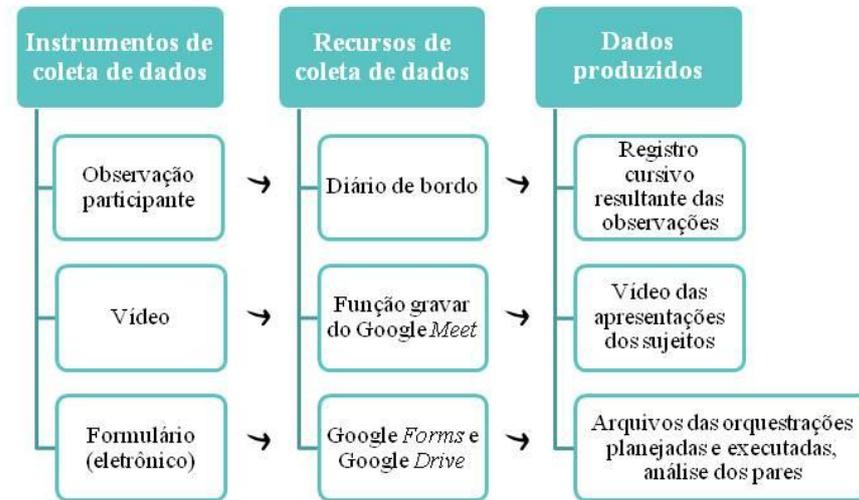
Na OI de reaplicação as duplas trocaram de função, os discentes que observaram na primeira aplicação assumiram o lugar de executores e os dois que aplicaram passaram a observadores. Esta reaplicação foi realizada em outra turma de estudantes, diferente da primeira aplicação. Por fim, houve novamente a OI de Estudo para a avaliação da reaplicação e dessa forma encerrou-se o ciclo.

3.4 Produção e coleta de dados da pesquisa

Os instrumentos de coleta de dados desta investigação tem a ver com a realização de cada situação em cada orquestração correspondente. É a execução da situação na orquestra que produz os dados e, ao mesmo tempo, possibilita sua coleta. Na figura 5 busca-se evidenciar como os instrumentos de coleta de dados, bem como os dados produzidos por estes instrumentos.

Ao considerar que numa pesquisa de abordagem qualitativa o pesquisador é o instrumento central da pesquisa e que o espaço de investigação é a própria fonte de dados, optou-se por utilizar vários instrumentos para a coleta de dados. Através deles os participantes da pesquisa puderam, dentro do contexto formativo, revelar suas reflexões, puderam planejar, expressar-se sobre as relações estabelecidas no âmbito da investigação. Para González Rey (2010), o instrumento facilita a expressão do subjetivo, representa uma fonte de informação e facilita a comunicação.

Figura 5 - Instrumentos, recursos e dados produzidos da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores

3.4.1 Observação participante

A observação participante “consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo”. Marconi e Lakatos (2013). Durante o processo de investigação, os pesquisadores realizaram a observação participante ao realizarem as intervenções necessárias para que a coleta de dados representasse com mais fidedignidade possível a realidade apresentada. Junto aos demais instrumentos, colaborou com uma parcela importante dos dados produzidos.

3.4.2 Filmagem

Neste estudo, a filmagem teve um papel fundamental na coleta de dados. Por meio dela, foi possível realizar registros temporais dentro do contexto da Metaorquestração Instrumental e da *Lesson Study*, o que possibilitou o acompanhamento das etapas de forma mais detalhada, pois a revisão dos vídeos para tirar dúvidas, colaborou com o processo das análises dos dados de forma mais profunda, conforme aponta Loizos (2011), quando reflete sobre as vantagens do uso da filmagem em pesquisas.

3.4.3 Formulário eletrônico

Pr meio do Google Forms e do Google Drive, realizaram-se registros cursivos que produziram dados como: planejamento das orquestrações, avaliação entre os pares (licenciandos) acerca da aplicação das orquestrações, planejamentos das orquestrações, o registro do mapeamento dos recursos dos licenciandos durante o processo, nos servindo de documentos que possuem a descrição das ações desenvolvidas pelos estudantes licenciandos e suas reflexões. Segundo Bravo (1991), são documentos todas as realizações produzidas pelo homem que se mostram como indícios de sua ação e que podem revelar suas idéias, opiniões e formas de atuar e viver.

3.5 Procedimento de análise dos dados: Triangulação

Em 1950 tem-se os primeiros registros do uso da Triangulação para análise de dados na área das Ciências Sociais e Humanas, afirma De Sá e Henrique (2019). Denzin (2006), categorizou a triangulação em quatro tipos: triangulação de dados, triangulação de pesquisadores, triangulação da teoria e triangulação metodológica. A possibilidade de comparação entre múltiplas óticas, cruzamento de vários dados, teorias e perspectivas dos sujeitos da pesquisa, permite o pesquisados realizar a interação entre os vários elementos, reduzindo os riscos que uma única fonte de dados, método ou teoria dentro de uma pesquisa, pode representar.

Ancorados na perspectiva de Minayo (2010), balizaram-se os procedimentos de análise dos dados produzidos nesta pesquisa. Para Minayo (2010), a triangulação não se trata de um método e sim de uma metodologia que usa procedimentos e técnicas validadas cientificamente, que juntas revelam resultados mais abrangentes nas pesquisas. A triangulação, no tocante à coleta de dados, comporta o uso de três ou mais instrumentos, ou técnicas de coleta, no intuito de expandir o universo de informações, tendo como centro o seu objeto de pesquisa.

Quanto aos procedimentos de análise, a triangulação conserva a perspectiva dialética, neste sentido, adotou-se a triangulação de métodos

técnica prevê dois momentos distintos que se articulam dialeticamente, favorecendo uma percepção de totalidade acerca do objeto de estudo e a unidade entre os aspectos teóricos e empíricos, sendo essa articulação a responsável por imprimir o caráter de cientificidade ao estudo. Marcondes e Brisola (2014, p. 203)

Para proceder com a análise dos dados a triangulação de métodos possui três etapas:

1. Organização e tratamento e categorização dos dados empíricos coletados;

2. A análise propriamente dita, onde se recorre aos autores especialistas na temática do estudo para dialogar com os dados empíricos, que expressam as impressões dos sujeitos sobre a realidade em que estão inseridos e as relações estabelecidas entre os sujeitos da pesquisa, ao longo do processo investigativo;
3. É feita a análise de conjuntura, em que o cerne do estudo é contextualizado no âmbito da sociedade, e são feitas análises das implicações da realidade social no objeto de estudo, cruzando também com informações normatizadas num contexto mais amplo, conforme afirma Gomes et. al (2010).

O uso da triangulação enquanto procedimento de análise, propiciou o amparo metodológico para alcançar os resultados dentro de uma compreensão abrangente, tendo em vista que foram utilizados de três instrumentos de coleta de dados, e o aporte teórico utilizado reuniu várias perspectivas sobre o processo de aprendizagem da docência para o ensino da Matemática.

3.6 Aspectos Éticos da Pesquisa

No que tange ao atendimento das questões éticas da pesquisa, os participantes foram esclarecidos quanto aos objetivos do estudo e foram convidados a participar por meio do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). De acordo com a Resolução CNS 466/12, item V, toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e gradações variadas. Ressalte-se ainda o item II.22 da mesma resolução que define como "Risco da pesquisa - possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente". Visando evitar danos à dimensão física dos sujeitos devido à pandemia, todas as etapas do estudo foram realizadas por meio remoto. Visando evitar danos à dimensão psíquica e/ou moral, todos os registros audiovisuais e documentais foram restritos à pesquisa, ficando vedada sua exposição para o público externo. Na divulgação dos dados do estudo, a identidade dos sujeitos foi preservada. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aplicado aos participantes da pesquisa e a aprovação do Conselho de Ética e Pesquisa encontram-se no Apêndice A.

4. A METAORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ASSOCIADA À METODOLOGIA LESSON STUDY E SUAS IMPLICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS ESPECIALIZADOS DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA EM FORMAÇÃO: RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Neste capítulo, evidencia-se como os professores em formação inicial, no processo de aprendizagem da docência, mobilizam e desenvolvem conhecimentos necessários para ensinar matemática, dentro do contexto formativo propiciado pelo modelo da Metaorquestração Instrumental associado à metodologia da *Lesson Study*. Juntos, na mesma vertente formativa e dentro do metamodo de execução.

Partindo da perspectiva do método da Triangulação, analisaram-se os dados a partir do quadro teórico definido neste estudo, com ênfase nos Conhecimentos Especializados dos Professores de Matemática (MTSK), sistematizado por Carrillo et. al (2014), dos quais foram observadas as seguintes categorias: Conhecimento Matemático (MK) que inclui Conhecimento dos tópicos matemáticos (KoT), Conhecimento da estrutura da matemática (KSM), Conhecimento sobre a prática matemática (KPM) e Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK), que inclui Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM), Conhecimento do ensino de matemática (KMT) e Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem de matemática (KMLS). Nos balizamos também em três categorias definidas por Koehler e Mishra (2006), que definiram o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK): Conhecimento tecnológico (TK), Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK) e Conhecimento pedagógico tecnológico.

Seguindo as etapas do modelo da Metaorquestração, iniciou-se o percurso formativo que foi contexto deste estudo, com a Metaconfiguração Didática em que vivenciou-se a etapa da *Lesson Study* de planejamento e replanejamento das orquestrações. Foram utilizados os formulários eletrônicos e as gravações de vídeo, os quais trouxeram evidências de mobilização dos conhecimentos citados anteriormente.

4.1 Etapa da *Lesson Study* - Planejamento e replanejamento

Nesta etapa os licenciandos reuniam-se por meio remoto juntamente com os pesquisadores para discutir e planejar as orquestrações que seriam realizadas com os estudantes. Os encontros eram gravados por meio da função gravar do Google Meet e ao final os licenciandos preenchiam um formulário eletrônico (Apêndice E) descrevendo a configuração didática e o modo de execução da orquestração.

4.1.1 Análise e discussão dos dados contidos nos formulários

Quanto aos objetivos, evidenciaram a mobilização dos **Conhecimentos Especializados dos Professores de Matemática (MTSK)**, categorizados e subcategorizados por Carrillo et. al (2014), especialmente dentro da categoria de **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK)** e da subcategoria do **Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem de matemática (KMLS)**. Demonstraram conhecimento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e suas especificações e previsões de conteúdos e competências (conceituais, procedimentais, atitudinais e de raciocínio matemática) para a série que estava destinada a Orquestração Instrumental planejada. Mobilizaram o **Conhecimento dos Tópicos Matemáticos (KoT)**, pois no conteúdo Prismas eles souberam identificar elementos da estrutura conceitual do conteúdo na forma dos tópicos que deveriam ser abordados, conforme imagem 1:

Imagem 1 - Dos objetivos da Orquestração Instrumental Concebida

<p>Objetivo Geral (ver BNCC e/ou Matriz de referência do SAEB ou do ENEM)</p> <p>(EM13MAT309) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos em situações reais (como o cálculo do gasto de material para revestimento ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados), com ou sem apoio de tecnologias digitais.</p>
<p>Objetivos Específicos (Descreva o que será feito na busca de atingir o objetivo geral da orquestração).</p> <p>Que o aluno possa ao final da aula: - Saber reconhecer e nomear os primas; - Identificar os elementos geométricos de prismas; - Reconhecer e arquitetar a planificação de prismas - Resolver problemas envolvendo o cálculo de áreas lateral e total de prismas; - Resolver problemas envolvendo cálculo do volume de prismas</p>

Fonte: Recorte dos formulários de planejamento e Replanejamento - Elaborado pelos autores

Nos recursos previstos para a orquestração instrumental concebida pelos licenciandos, a mobilização do **Conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK)** (KOEHLER E MISHRA, 2006) é evidenciada pelo uso das tecnologias **Google Formulários, Google Apresentação, OpenBoard, Geogebra, Google Jamboard e WhatsApp, Youtube, Google Meet, Kahoot, vídeos, Xournal e o aplicativo da balança** em contextos de ensino e aprendizagem. Abaixo na imagem 2, evidenciaram-se os recortes relacionados a previsão de recursos no planejamento elaborado pelos licenciandos:

Imagem 2 - Dos Recursos Previstos para a Orquestração Instrumental

Recursos usados durante o planejamento da orquestração. Para cada recurso, descreva sua finalidade (Notebooks, livros, softwares, etc.)

Recurso Não Digital - Notebook, Mesa digitalizadora, Celular. Recursos Digitais: Google Meet, Geogebra, Livros digitalizados, Google Documento, WhatsApp, Google Drive, Xournal , Google Formulários, Google Apresentação

Recursos usados durante o planejamento da orquestração. Para cada recurso, descreva sua finalidade (Notebooks, livros, softwares, etc.)

Recurso Não Digital - Notebook, Mesa digitalizadora, Celular. Recursos Digitais: Google Meet, Geogebra, Livros digitalizados, Google Documento, WhatsApp, Google Drive, Xournal , Google Formulários, Google Apresentação

Recursos previstos para serem usados durante a execução da orquestração. Para cada recurso, descreva sua finalidade (Notebooks, livros, softwares, etc.).

Recursos Não digitais: Notebook/PC, celular, Tablet, Mesa Digitalizadora, Recurso Digitais: Google Meet, Geogebra, WhatsApp, Xournal, Google Formulários, Google apresentação, OpenBoard

Fonte: Recorte dos formulários de planejamento e Replanejamento - Elaborado pelos autores

Em relação aos modos de execução, previstos nos planejamentos e replanejamentos, elencaram-se na tabela 2, especificado abaixo, as descrições feitas pelos licenciandos em quatro dos seis planejamentos realizados. Dois desses (Planejamento 2 e Planejamento 3), não possuíam elementos suficientes para inferir-se a mobilização ou desenvolvimento de algum tipo de conhecimento especializado:

Tabela 2 - Modos de Execução dos (Re)Planejamentos das Orquestrações Instrumentais

Modos de Execução previstos nas Orquestrações concebidas pelos licenciandos		
Planejamento	Conteúdo previsto	Descrição
Planejamento 1	Prismas	A orquestração será executada através do Google Meet, da seguinte forma: Aula 1 -Iniciaremos com a apresentação da dupla executora e os objetivos da aula. Em seguida será dado o conteúdo, Ayna Freitas, através de exemplos de exercícios (Enem) com o auxílio do Softwares <i>Xournal</i> e <i>Geogebra</i> . Após a explicação, a executora Francilaine Fernandes resolverá um problema junto com a turma, mostrando todas as ações necessárias para a sua resolução, utilizando para isso, Google Apresentação e OpenBoard. Aula 2- Utilizando o Google Formulários será aplicada uma atividade diagnóstica com um problema para ser resolvido utilizando as ações mostradas na aula anterior, após o término da resolução será feita uma discussão sobre os resultados da atividade

		diagnóstica com a turma.
Replanejamento 1	Prismas	<p>Utilizando a reunião pelo Google Meet, será apresentada para os alunos a dupla que realizará a orquestração. A aula terá como base a resolução de problemas, que será feita da seguinte forma:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Leitura do problema. 2 - Obtenção dos DADOS - os alunos serão instigados a fornecê-los; 3 - Pergunta - Será pedido para os alunos identifiquem a pergunta do problema, ou seja, o que o problema quer encontrar? 4 - Será explicado o assunto necessário para a resolução utilizando o <i>Geogebra</i> e o Google Jamboard. 5 - Estratégia - Depois da explicação do conteúdo, de que forma, como ou quais informações cada aluno usaria para resolver o problema. 6 - Validação - O aluno resolverá o problema e mostrará sua resposta pelo WhatsApp. 7 - Institucionalização - O executor da resolução do problema explicará como o problema pode ser resolvido.
Replanejamento 2	Equações do primeiro grau e Inequações do primeiro grau	<p>Na semana da aula serão postados vídeos, retirados do Youtube, com conteúdos que facilitem o entendimento da aula de sábado e serão feitas reuniões pelo Google Meet para acertar os detalhes da aula.</p> <p>No sábado, no início da aula, utilizando o Kahoot, será aplicado um quiz com conteúdo dos vídeos que foram postados no decorrer da semana no Whatsapp, com o tempo para a resolução de 10 minutos. Após esse tempo, serão corrigidas as questões aplicadas no Kahoot e será dado o conteúdo de equações de primeiro grau, utilizando o Xournal e o aplicativo da balança. Para esse momento serão destinados 40 minutos. Já para conteúdo Inequações de primeiro grau, serão destinados 35 minutos, para isso serão utilizados o Google Apresentação e o Openboard. O conteúdo será abordado através de resoluções de questões. Ao final da aula será deixado um quiz, feito no Kahoot, com questões referentes aos assuntos dados durante a aula.</p>
Replanejamento 3	Polígonos Inscritos e Circunscritos e Posição Relativa	<p>Durante a semana serão postados vídeos no whatsapp da turma com material que ajudará no entendimento da aula de sábado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - No início será aplicado um Quiz utilizando o Kahoot com perguntas relacionadas aos vídeos postados no WhatsApp, - Primeiramente, será dado o conteúdo Polígonos Inscritos e Circunscritos utilizando o Google Meet e o <i>Geogebra</i>, em seguida será dado o

		<p>conteúdo de Posições Relativas utilizando o Xournal e o <i>Geogebra</i>.</p> <p>- Ao final será aplicado um quiz utilizando o Kahoot sobre os conteúdos dados na aula.</p>
--	--	---

Fonte: Recorte dos formulários de planejamento e Replanejamento - Elaborado pelos autores

No **planejamento 1**, o uso de exemplos de exercícios (Enem) demonstra **Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem de matemática (KMLS)** visto que o ENEM é uma medida de desempenho desenvolvido pelo MEC. Ao propor uma discussão sobre os resultados da atividade diagnóstica, os licenciandos mobilizaram em sua previsão de execução o **Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)** (CARRILLO et. al, 2014) , visto que tiveram conhecimento das dificuldades e dos principais erros cometidos pelos alunos no assunto abordado.

No **Replanejamento 2 - Os Conhecimentos do ensino de matemática (KMT)** e das **características de aprendizagem de matemática (KFLM)** (CARRILLO et. al, 2014), são mobilizados no momento em que os licenciandos elegem a resolução de problemas como estratégias de ensino, sendo esta um dos principais meios para a construção do conhecimento matemático.

No **Replanejamento 3 e 4 - O Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK)** (KOEHLER E MISHRA, 2006) está explícito ao identificar-se a relação feita da equação do primeiro grau com o aplicativo da balança. evidenciou-se o **conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)** (CARRILLO et. al, 2014), ao escolherem os conteúdos de Equação do primeiro grau e Inequação do primeiro grau, para ministrarem suas aulas, demonstram conhecimento sobre especificações curriculares para o Ensino Médio. O **Conhecimento do ensino de matemática (KMT)** (CARRILLO et. al, 2014), é claramente mobilizado quando os licenciandos usaram a resolução de questões e tarefas agregadas ao uso de tecnologias, enquanto estratégias de aprendizagem do conteúdo, bem como, os princípios da metodologia da sala de aula invertida. O **Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)** (CARRILLO et. al, 2014), foi mobilizado ao escolherem a resolução de questões enquanto estratégia de ensino e aprendizagem, os licenciandos demonstram entender como se aprende conteúdos matemáticos.

4.2 Etapa da *Lesson Study* - Aplicação e Reaplicação das orquestrações -

Nesta fase do percurso metodológico e formativo, os licenciandos realizaram a aplicação das orquestrações planejadas, assim como as reaplicações das orquestrações replanejadas, após o estudo de aula. A realização das orquestrações se deu em ambiente virtual por meio do *Google Meet* e gravada pela função gravar do mesmo recurso. As orquestrações foram aplicadas e reaplicadas pelos licenciandos, com os alunos da rede pública que se encontravam no segundo ano do Ensino Médio.

4.2.1 Análise e discussão dos dados evidenciados nos vídeos das aplicações e reaplicações das orquestrações

O momento da execução das orquestrações, correspondente à etapa da *Lesson Study* onde os licenciandos (re)aplicaram as aulas planejadas, foi um contexto importante para a coleta de dados, onde pudemos sob a ótica do vídeo, assistir e inferir as análises de forma detalhada à luz dos conhecimentos especializados mobilizados durante a atividade, que se deu inteiramente de forma remota, via *Google Meet* com a função gravar ativada. Foram gravados 4 vídeos, dos quais 3 trouxeram evidências claras e diferenciadas acerca da mobilização de conhecimentos especializados, um dos vídeos se repetiu no que se refere às evidências e por isso, não o especifica-se aqui.

4.2.1.1 Vídeo 1:

Quanto ao Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK) estruturado por Carrillo et. al (2014), identifica-se:

Que houve demonstração clara de **conhecimento da estrutura da matemática (KSM)**, em que a licencianda, na função de professora em formação, faz a conexão de conhecimentos anteriores à tópicos futuros, quando traz na execução da orquestração o conceito e propriedades de polígonos, como conhecimento prévio para o estudo de Poliedros.

Identificou-se a mobilização de **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) na sua subcategoria, o Conhecimento do ensino de matemática (KMT)** ao constatar-se que houve o uso de exemplos do cotidiano para ilustrar os conceitos abordados, conforme imagens 3 e 4 de prints do vídeo da orquestração, e quadro 1, relacionados abaixo:

Imagem 3 - Exemplo do cotidiano para ilustração de conceitos

Área Total

$$\text{Área}_{\text{total}} = \text{Área}_{\text{lateral}} + (2 * \text{Área}_{\text{base}})$$

$$\text{Área}_{\text{total}} = \text{Área}_{\text{lateral}} + (\text{Perímetro}_{\text{base}} * \text{Apótema})$$

30:27 / 1:44:29

Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Imagem 4 - Exemplo do cotidiano para ilustração de conceitos

Volume

$$\text{Volume} = \text{Área}_{\text{base}} \times \text{Altura}$$

$$\text{Volume} = \frac{\text{Perímetro} \times \text{Apótema} \times \text{Altura}}{2}$$

40:52 / 1:44:29

Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Quadro 1 - Exemplo do cotidiano para ilustração de conceitos

- No Amazonas o consumo médio de água é de 159 litros por habitante, gente! É um consumo muito alto, tá? Pelas Nações Unidas, a gente tem que consumir 110, você já vive bem consumindo por dia 110. Aqui a gente tá na média de 159, mas anos anteriores já teve pior. Já teve coisas do relatório que na Zona Leste por exemplo, deu que por média cada habitante, é... consumia 600 litros de água. Imagina! Então isso tudo é desperdício, né? De água, aí!

Fonte: Transcrição de fala da licencianda na execução da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Ao se referirem ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), demonstrando conhecimento sobre este exame, as professoras em formação, revelaram recrutar

Conhecimento Matemático (MK), especialmente, o **Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem de matemática (KMLS)**. Identifica-se esta afirmação, na transcrição da fala constante no vídeo gravado, no quadro 2:

Quadro 2 - Demonstração de conhecimento do ENEM

- No ENEM, nos exercícios do ENEM principalmente, você não vê mais aqueles exercícios direto, né? Que eles fornecem a figura com os dados e você vai encontrar o volume, geralmente são textos, né? E textos, tem alguns bem longos. E você com esses textos, você tem que ler e daí você tem que tirar os dados, você tem que formular as fórmulas, né? Você tem que extrair desse texto, as suas informações.

Fonte: Transcrição de fala da licencianda na execução da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

As licenciandas demonstraram **Conhecimento Matemático (MK)** - Conhecimento dos tópicos matemáticos (KoT), ao resolverem corretamente os exercícios por elas propostos para a orquestração, foi feita a seleção de sistemas de representação (saber escolher sistemas de representação) para fazer as demonstrações de área, perímetro e volume do conteúdo prisma usando o Geogebra. Observou-se também evidências de mobilização do Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM), no sentido da seleção de tarefas e recursos para facilitar o aprendizado dos alunos, visando minimizar dificuldades de compreensão do conteúdo abordado, conforme imagem 5 a seguir:

Imagem 5 - Exemplo do cotidiano para ilustração de conceitos

Área Total

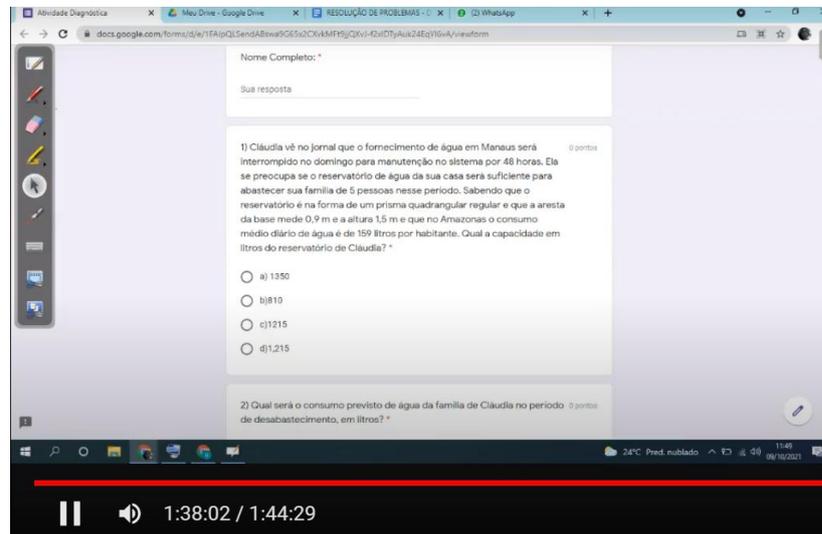
Área = Área_{total} + (2 * Área_{lateral})

Área = Área_{total} + (Perímetro_{base} x Apótema)

Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

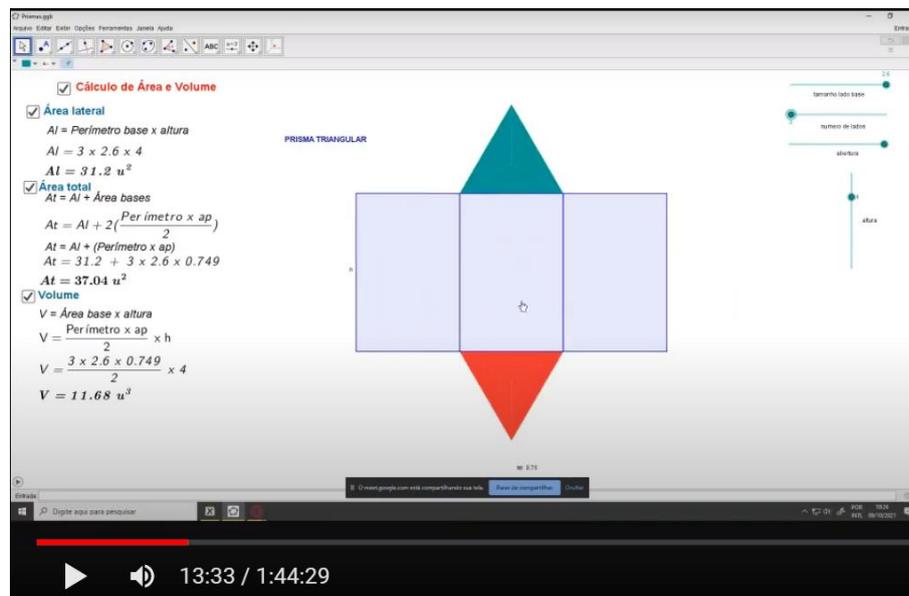
Na execução da orquestração instrumental, foi evidenciado o uso de **Conhecimentos Tecnológicos e Pedagógicos do Conteúdo (TPACK) por Koehler e Mishra (2006)**. Por meio do Conhecimento tecnológico (TK), constatou-se habilidade dos licenciandos para operar o *Google Forms* (imagem 6), o software *Geogebra* para o ensino do conteúdo de Prisma (imagem 7) e o software *Xournal* para a exposição do conteúdo (imagem 8):

Imagem 6 - Uso do *Google Forms* na execução da orquestração instrumental



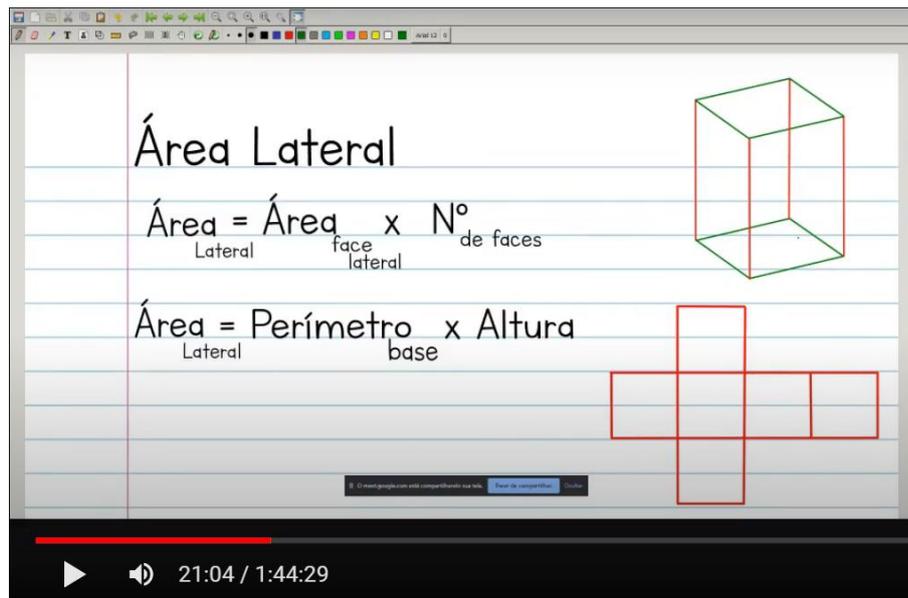
Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Imagem 7 - Uso do software *Geogebra* na execução da orquestração instrumental



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

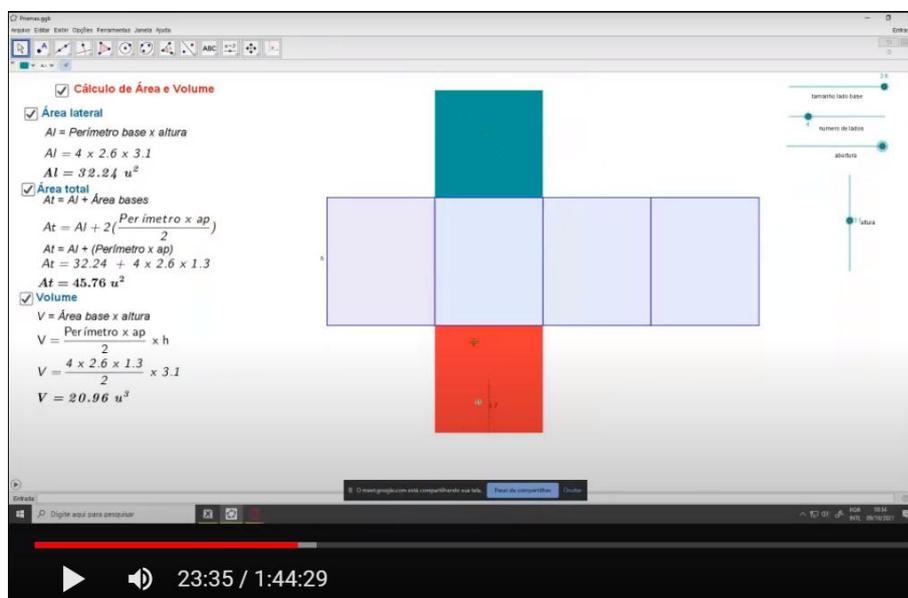
Imagem 8 - Uso do software *Xournal* na execução da orquestração instrumental



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

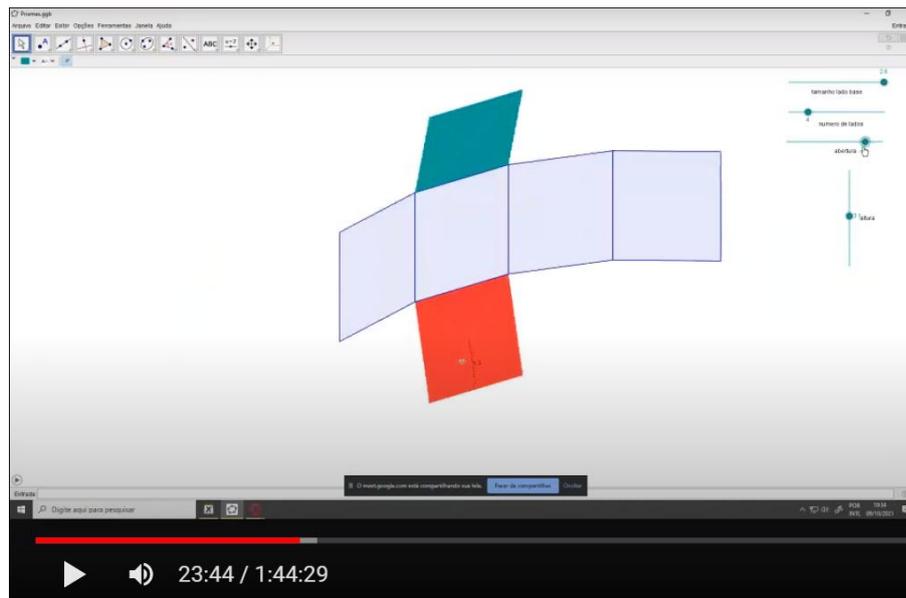
O **Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK)**, foi evidenciado ao longo da orquestração ao perceber-se a exploração por parte das licenciandas, das potencialidade de visualização e dinamicidade do *Geogebra*, integrando bem o recurso tecnológico com o conteúdo abordado. A seguir identifica-se a sequência, nas imagens 9, 10 e 11 estas evidências:

Imagem 9 - Uso do software *Geogebra* e sua relação na abordagem do conteúdo



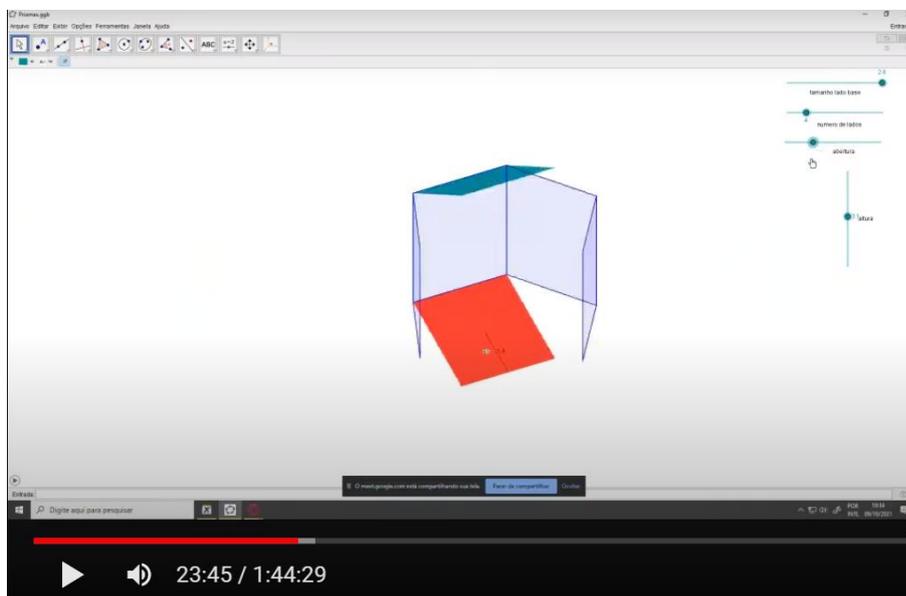
Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Imagem 10 - Uso do software *Geogebra* e sua relação na abordagem do conteúdo



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Imagem 11 - Uso do software *Geogebra* e sua relação na abordagem do conteúdo



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

5.2.1.2 Vídeo 2:

Em relação ao **Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK)** formulados por Carrillo et. al (2013) observa-se que:

O **Conhecimento Matemático (MK) - conhecimento dos tópicos matemáticos (KOT)** foi evidenciado quando as licenciandas ao longo da orquestração, não só conseguiram abordar corretamente o conceito de Equações do Primeiro Grau, como também demonstraram habilidade em resolver corretamente os exemplos e exercícios propostos.

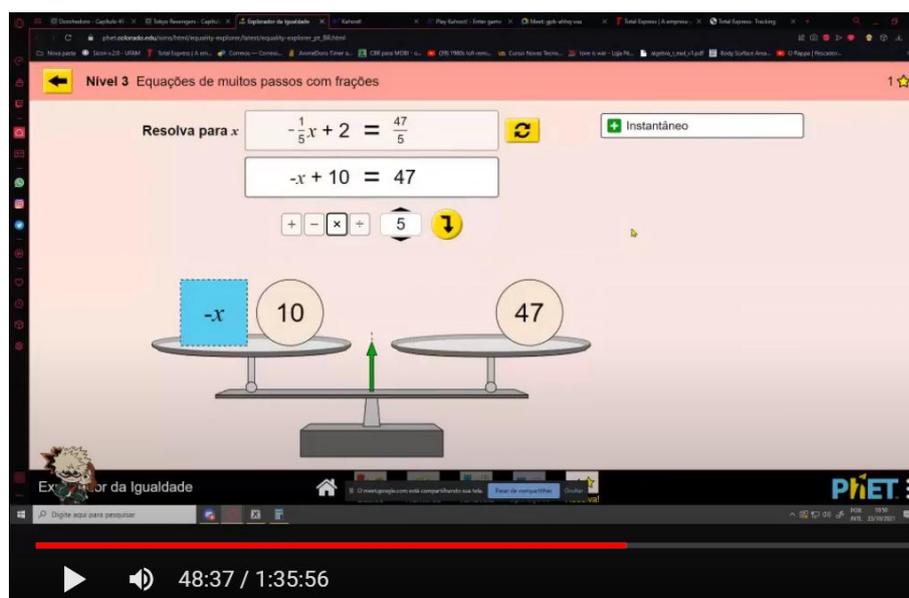
Ao Disponibilizar a vídeo aula antes da aula para que os alunos se familiarizassem com o conteúdo – caracterizando indícios de uma metodologia ativa através da sala de aula invertida e ao utilizarem enquanto estratégia o aplicativo PhET – *Interactive Simulations*, como estratégia para a aprendizagem e a escolha do aplicativo para aprender o conceito de Equação do Primeiro Grau, o **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK)** foi evidenciado dentro da subcategoria do **conhecimento do ensino da matemática (KMT)** Conforme fala da licencianda, transcrita no quadro 3 e a imagem onde revela-se o uso do aplicativo na imagem 3:

Quadro 3 - Evidência do uso da sala de aula invertida

- Hoje nós vamos falar de Equações do Primeiro Grau. Então a gente passou uns vídeos pra vocês. Vamos ver o quanto vocês conseguem raciocinar com algumas perguntas.

Fonte: Transcrição de fala da licencianda na execução da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Imagem 12 - Uso do aplicativo PhET – *Interactive Simulations*

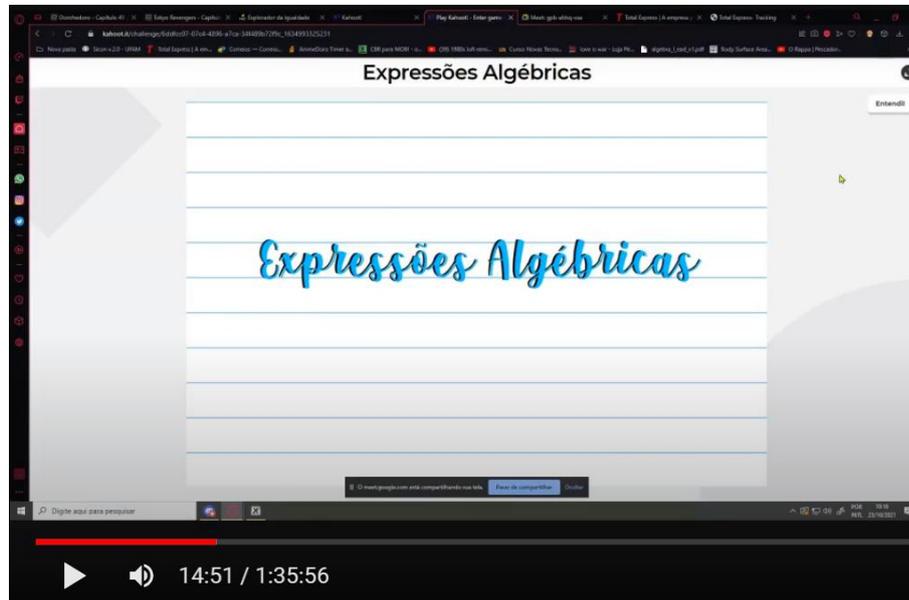


Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

A abordagem das Expressões algébricas antes da exposição do conteúdo de Equações do primeiro grau, caracterizou-se enquanto mobilização do **conhecimento da estrutura**

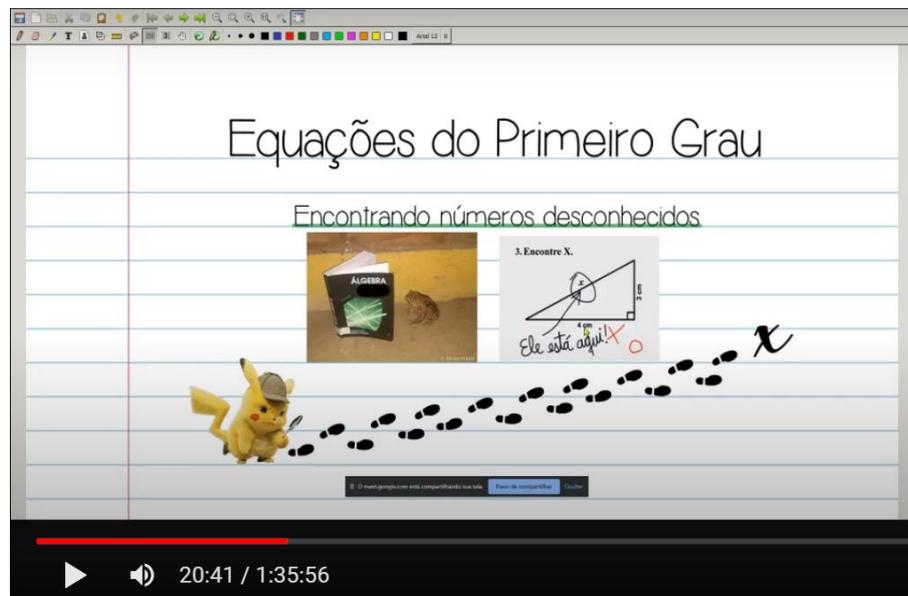
matemática (KSM). Também observou-se evidências de mobilização Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM) no sentido de seleção de tarefas e recursos para facilitar o aprendizado dos alunos, visando minimizar dificuldades de compreensão do conteúdo abordado, conforme as sequências das imagens 13 e 14:

Imagem 13 - Abordagem do conteúdo de Expressões Algébricas



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Imagem 14 - Abordagem do conteúdo de Equações do Primeiro Grau

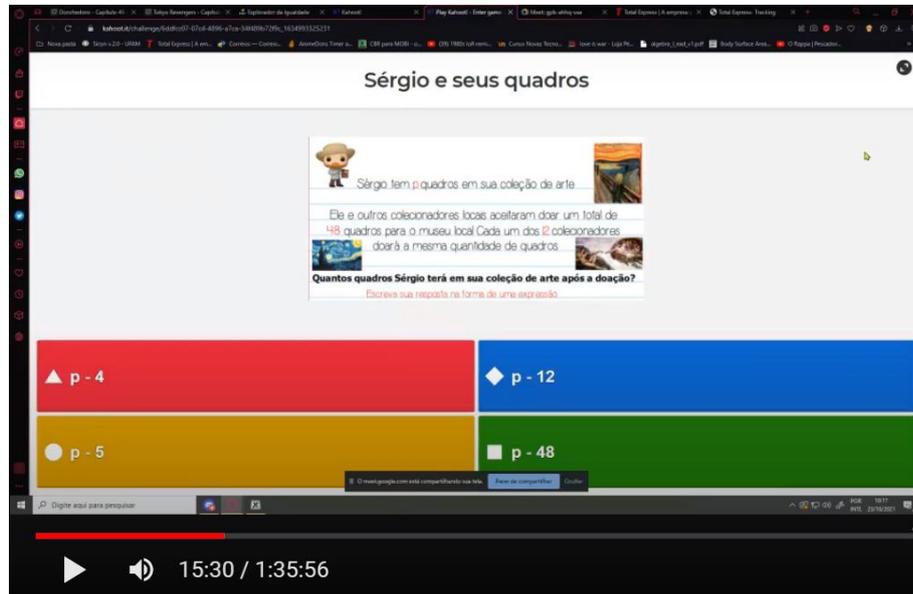


Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Em relação ao **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)** esquematizado por **Koehler e Mishra (2006)**, foi possível observar que:

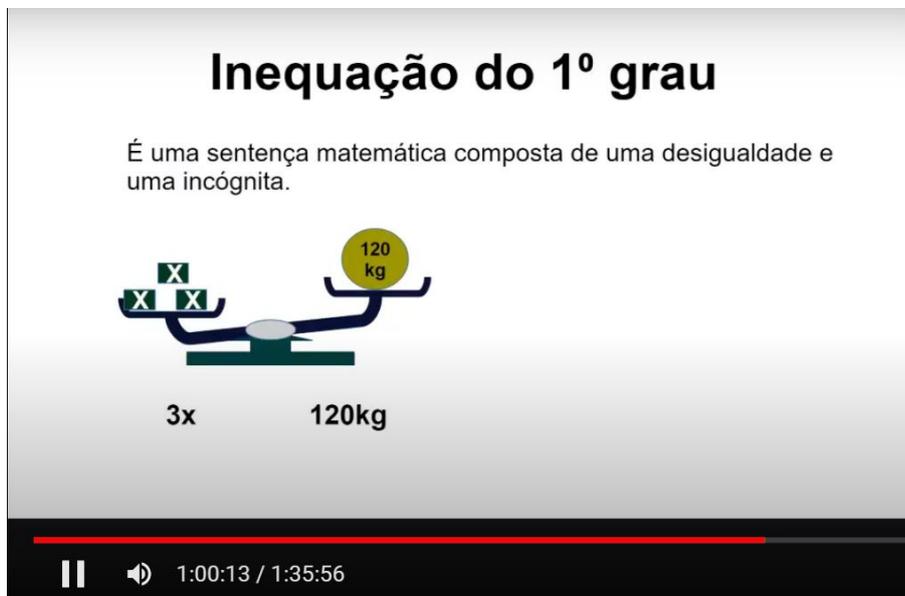
O Conhecimento tecnológico (TK) foi claramente demonstrado pelas licenciandas, pelo uso do aplicativo quizz para levantamento do conhecimento prévio (imagem 15, abaixo), pelo uso do Xournal (imagem 13 e 14, acima), pelo uso do aplicativo PhET – Interactive Simulations (imagem 10, acima) e pelo uso do Power point para exposição do conteúdo (imagem 16):

Imagem 15 - Uso do aplicativo Quizz



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

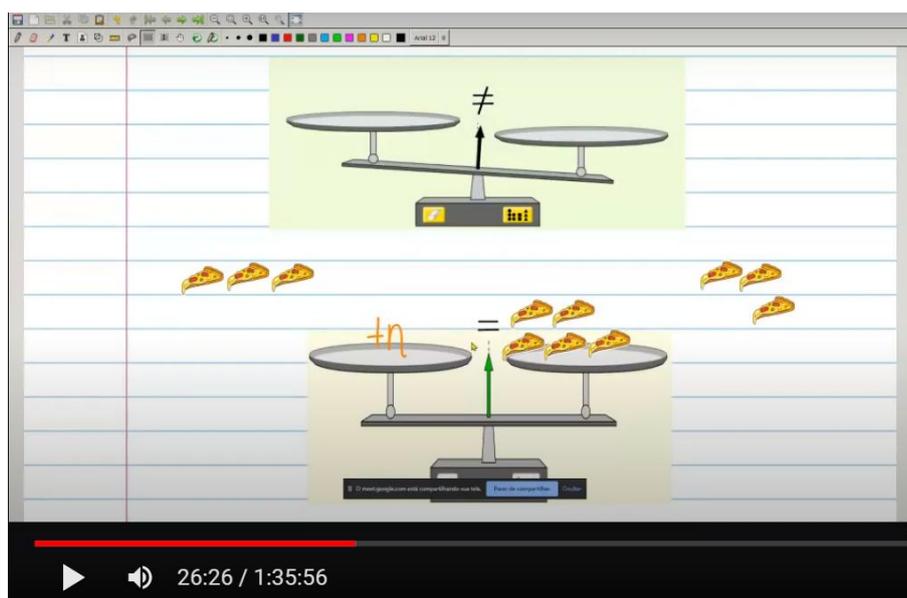
Imagem 16 - Uso do Powerpoint



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

O Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK) foi mobilizado uma vez que a licencianda utilizou do aplicativo PhET – *Interactive Simulations*, como facilitador do ensino e da aprendizagem (imagem 10, acima). Demonstrou também estar instrumentalizada com o artefato *Xournal*, conseguiu explorar as potencialidades do aplicativo para o ensino da matemática, conforme ilustra a imagem 17, abaixo:

Imagem 17 - Exploração das potencialidades do aplicativo *Xournal*



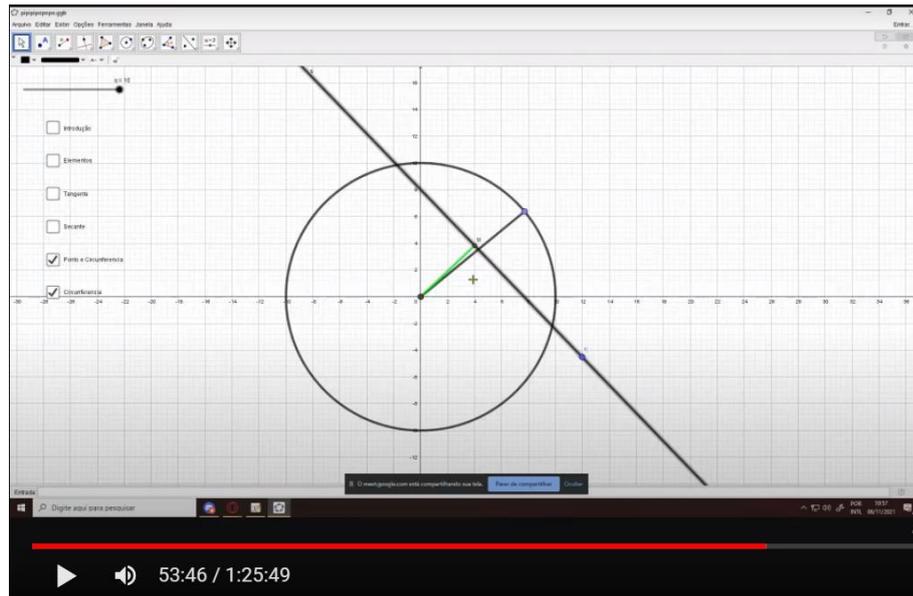
Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

4.2.1.2 Vídeo 3:

No tocante ao **Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK) formulados por Carrillo et. al (2014)** verificou-se que:

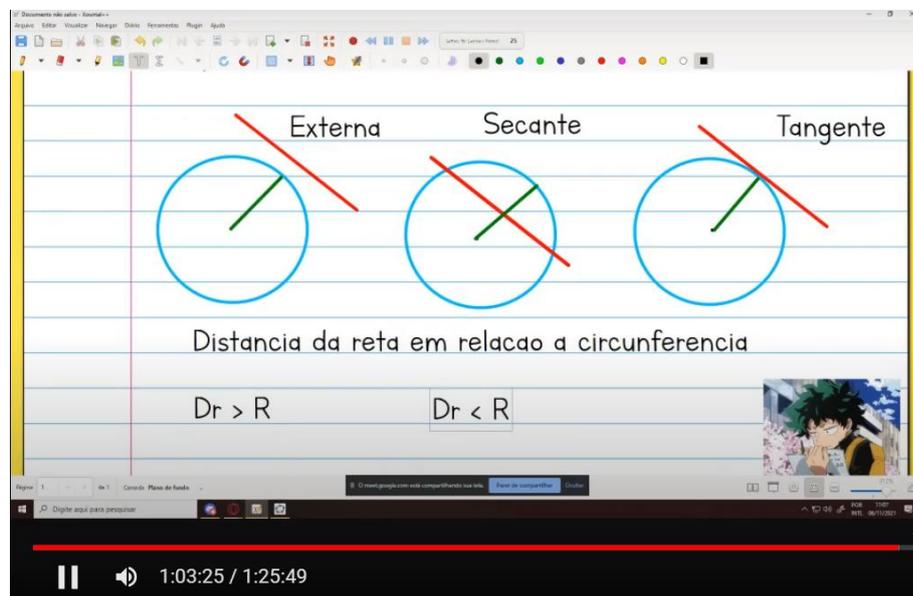
O **Conhecimento sobre a prática matemática (KPM)** foi evidenciado quando a professora em formação utilizou várias representações para abordar o conteúdo de posições relativas entre retas e entre circunferências, conforme imagens 18 e 19, abaixo:

Imagem 18 - Abordagem do conteúdo de posições relativas entre retas e entre circunferências



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Imagem 19 - Abordagem do conteúdo de posições relativas entre retas e entre circunferências



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Constatou-se a mobilização do **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK)** - **Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)**, pois a licencianda demonstra conhecer os erros usualmente cometidos pelos estudantes, conforme sua fala a seguir (Quadro 4):

Quadro 4 - Demonstração de conhecimento de erros comumente cometidos pelos estudantes

- “Então nos exercícios, tem que prestar muita atenção nisso, porque às vezes a gente erra mesmo. Às vezes a gente confunde mesmo, né? Circunscrito e Inscrito, até pra explicar é um pouco difícil. Essa confusão é normal.”

Fonte: Transcrição de fala da licencianda na execução da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Identificou-se o **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento do ensino de matemática (KMT)** no momento em que a licencianda recorreu à lembrança do material disponibilizado antes da aula a respeito do conteúdo que estavam abordando. O fez enquanto estratégia de ensino, caracterizando indícios do uso da metodologia ativa através da sala de aula invertida, conforme transcrição citada no Quadro 5:

Quadro 5 - Evidência do uso de estratégias no processo de ensino

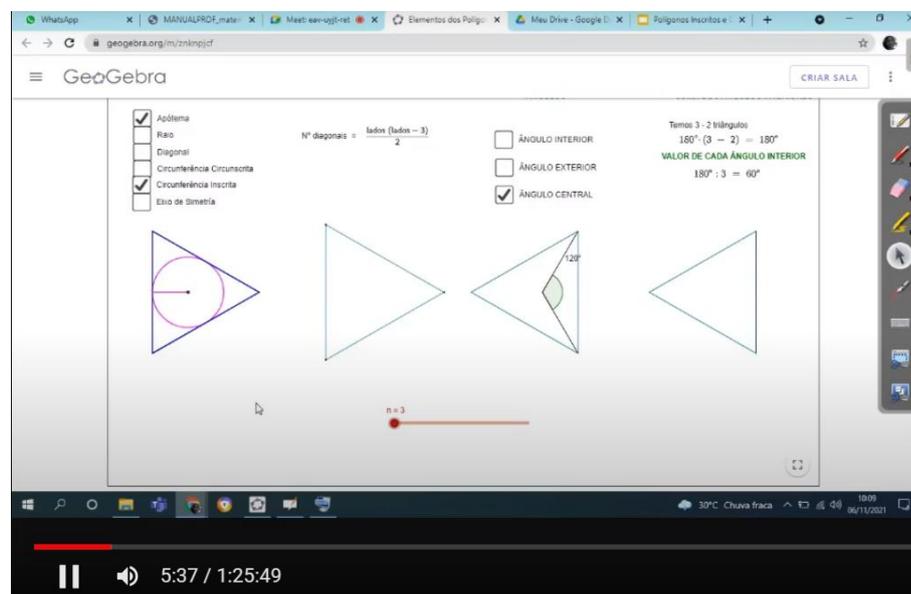
- "Vocês viram o material que a gente disponibilizou? Viram?"

Fonte: Transcrição de fala da licencianda na execução da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Em relação ao **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK) por Koehler e Mishra (2006)**, identificou-se:

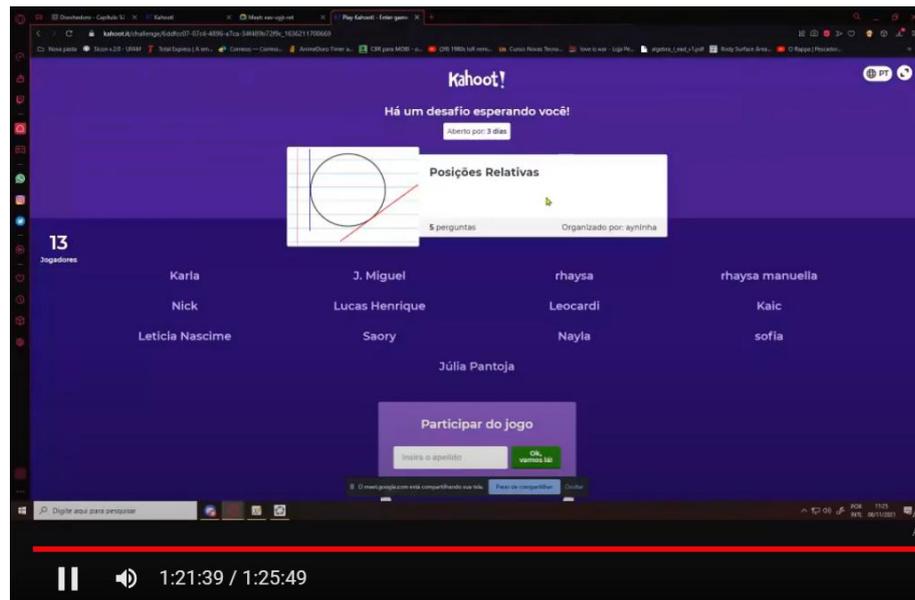
Que a licencianda fez uso do aplicativo *Geogebra* (Imagem 20) e fez também uso do *Kahoot*, que é uma plataforma de aprendizagem baseada em jogos (Imagem 21), demonstrando assim, a mobilização do Conhecimento tecnológico (TK):

Imagem 20 - Uso do aplicativo *Geogebra* para o ensino



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

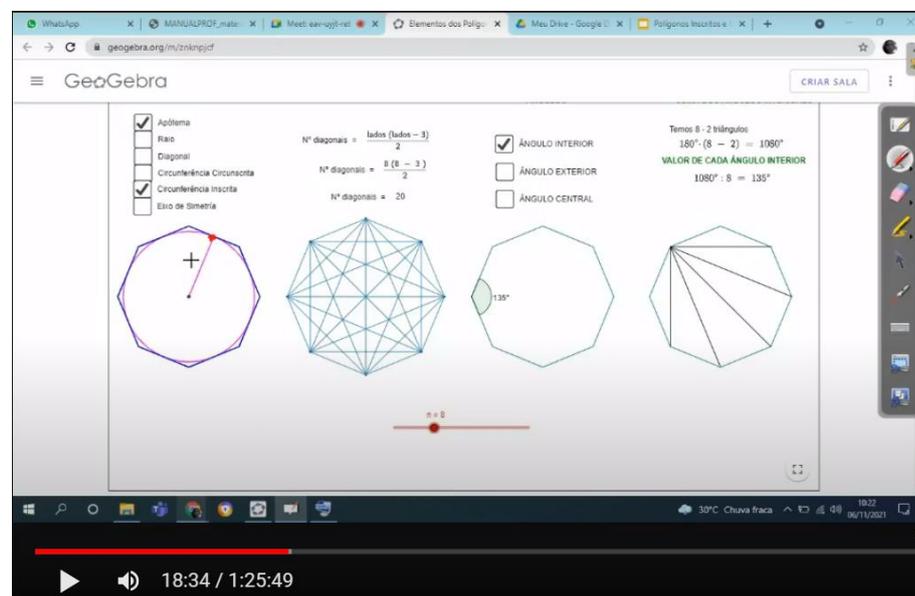
Imagem 21 - Uso do aplicativo *Kahoot* para o ensino



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

Houve também a mobilização do **Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK)**, a licencianda demonstrou fazer relação entre o uso da tecnologia e o conteúdo abordado. Explorou as potencialidades do aplicativo *Geogebra* para abordar o conteúdo de Polígonos Inscritos e Circunscritos, conforme evidencia a imagem 22, abaixo:

Imagem 22 - Uso do aplicativo *Geogebra* para abordar o conteúdo de Polígonos Inscritos e Circunscritos



Fonte: Print do vídeo da orquestração instrumental - Gravado pelos autores

4.2.2 Etapa da *Lesson Study* - Estudo das orquestrações instrumentais

Esta etapa se deu de forma remota e os encontros dos pesquisadores com os licenciandos foram mediados e registrados pelo *Google Meet*, função gravar. Os licenciandos se debruçaram sobre as orquestrações realizadas a fim de contribuírem para o melhoramento do processo e refletirem sobre suas práticas. Foram preenchidos formulários de diário de bordo (APÊNDICE B) e da análise dos pares (APÊNDICE C).

4.2.2.1 Análise e discussão dos dados evidenciados nos formulários dos diários de bordo.

Os dados coletados por meio dos formulários eletrônicos dos diários de bordo trouxeram evidências dos conhecimentos mobilizados pelos estudantes, enquanto registravam suas impressões sobre o seu próprio desempenho ao executar as orquestrações e sobre os desempenhos da equipe como um todo. A seguir, identificam-se as expressões usadas e registradas por eles, durante suas reflexões e os conhecimentos mobilizados que se relacionam.

Ao analisar-se os diários de bordo, identificaram-se evidências de mobilização do Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK) estruturado por Carrillo et. al (2014) e destaca-se que:

Os licenciandos demonstraram articular **Conhecimento Matemático (MK) - Conhecimento da estrutura da matemática (KSM)** reconhecer a dependência da compreensão do conteúdo ministrado com o conhecimento de conteúdos subjacentes. Assim como, revelaram identificar conteúdos relevantes para a compreensão e a aprendizagem de outros conteúdos. Evidenciaram também a noção de interdependência de conteúdos, quando supuseram que os alunos viram equações em outro momento e isso foi o motivo das poucas dúvidas. Observou-se a mobilização do **Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)**, uma vez que os acadêmicos perceberam as dificuldades de aprendizagem do conteúdo por falta de pré-requisitos. conforme Quadro 6:

Quadro 6 - Registros dos Diários de Bordo dos Licenciandos (Conhecimento MK – KSM - KFLM)

Análise do próprio desempenho:

“ele encontrou dificuldades em compreender conceitos iniciais que exigia para resolver o problema e informou que alguns desses conceitos não foram estudados”

“apesar de ainda os alunos não terem estudados inequações, eles conseguiram entender o assunto”

Análise do desempenho do trabalho da equipe como um todo:

“foram feitas postagens no WhatsApp sobre assuntos considerados relevantes para a compreensão do que seria dado.”

“foi administrada durante a aula os conceitos necessários para entrar no assunto”

“eles apresentaram poucas duvidas por já ter estudado equações do primeiro grau”

Fonte: Recorte dos formulários de Diários de Bordo - Elaborados pelos autores

O Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM), ficou claro em seus registros, ao demonstrarem que compreendem que os alunos aprendem mais, conforme são colocados em resolução de situações/problemas diferentes, dão importância em conhecer as dificuldades dos alunos, evidenciam a interação dos alunos para a resolução do problema matemático proposto aos alunos como ponto importante para o desenvolvimento da aprendizagem. Evidencia também a importância da própria participação ativa enquanto professor, no processo de ensino. Revelou que durante o estudo de aula, no processo de reflexão, entendeu que o conteúdo de prismas precisava ser abordado de outra forma para alcançar a aprendizagem dos alunos. Demonstra conhecer as características da aprendizagem matemática através da resolução de questões e da repetição das resoluções, conforme especificado no Quadro 7:

Quadro 7 - Registros dos Diários de Bordo dos Licenciandos (Conhecimento PCK - KFLM)

Análise do próprio desempenho:

“se mostraram interessados por mais resoluções e problemas diferentes”

Análise do desempenho do trabalho da equipe como um todo:

“apesar de não poder ter sido aplicada a Atividade Diagnóstica durante o decorrer da aula.”

“Estávamos bem ativas, e os alunos bem interativos com as questões.”

“Como acordado na reunião pós orquestração, houve uma mudança na segunda orquestração sobre

Prismas.”

“A aula iniciou... com a resolução de uma questão, que já havia sido trabalhada na orquestração anterior”

Fonte: Recorte dos formulários de Diários de Bordo - Elaborados pelos autores

O Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento do ensino de matemática (KMT) ficou em evidência quando a licencianda demonstrou através de seus registros, conhecer e utilizar métodos para resolução de cálculos e também abordou o conteúdo de forma prazerosa para os alunos, buscando tornar a aula mais interessante. Demonstrou interagir bem com a turma e utilizou isso como estratégia para a resolução das questões. Entende que a ênfase em pontos específicos do conteúdo, facilita a aprendizagem e buscou um tema de outra área do conhecimento enquanto estratégia de ensino, para abordar o conteúdo matemático. Foi usada como estratégia a metodologia ativa por meio da sala de aula invertida. Conforme relacionado no Quadro 8, que segue:

Quadro 8 - Registros dos Diários de Bordo dos Licenciandos (Conhecimento PCK - KMT)

Análise do próprio desempenho:

“Tentei ao máximo ressaltar informações e métodos de cálculos, e mostrei uma apresentação mais leve e descontraída.”

“Acredito que tenha sido bom, houve uma ótima discussão sobre as questões e grande desenvolvimento por parte dos estudantes, que se mostraram interessados por mais resoluções e problemas diferentes.”

“Tive bastante atenção em repetir os pontos importantes da aula, junto com os estudantes, a participação foi bem positiva.”

“Tive uma boa participação, busquei um assunto que se aplicasse em um assunto interessante, e ainda trouxe a interdisciplinaridade, que se aplicou na astronomia.”

Análise do desempenho do trabalho da equipe como um todo:

“a aula foi pensada de forma que pudéssemos ter uma maior interação com os alunos”

“a turma respondendo os questionamentos facilita bastante o desenvolvimento do trabalho”

“Primeiramente foram feitas postagens no WhatsApp sobre assuntos considerados relevantes para a compreensão do que seria dado.”

“Foi divulgado um dia antes via whatsapp vídeos que poderiam ajudar os alunos na compreensão da aula”

Fonte: Recorte dos formulários de Diários de Bordo - Elaborados pelos autores

O Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem de matemática (KMLS), ficou expresso quando ao demonstrar conhecimento da previsão de conteúdos para a série que foi trabalhada, de acordo com os dados evidenciados no Quadro 9:

Quadro 9 - Registro do Diários de Bordo do Licenciando (Conhecimento PCK - KMLS)

Análise do próprio desempenho:

“Nessa reunião foi dado como ponto a ser dado Relações Métricas entre polígonos e a circunferência, mas fazendo uma pesquisa, esse assunto é desenvolvido apenas no nono ano.”

Fonte: Recorte do formulário de Diário de Bordo - Elaborados pelos autores

Quanto ao **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK) categorizado por Koehler e Mishra (2006)**, que deram suporte às nossas análises, por três categorias, as quais são relacionadas a seguir:

O Conhecimento tecnológico (TK) foi mobilizado durante os registros sistemáticos do diário de bordo ao demonstrar através do uso do *whasApp* que conhece o recurso tecnológico e o operou na estratégia da sala de aula invertida. Utilizou o *Google Meet*, através de uma conta de *e-mail* para gravar as aulas, gerou link para acesso dos alunos. Também foi utilizado o *Jam Board* e o *Geogebra* como recurso para explicação do conteúdo. Conforme Quadro 10:

Quadro 10 - Registros dos Diários de Bordo dos Licenciandos (Conhecimento TK)

Análise do desempenho do trabalho da equipe como um todo:

“Primeiramente foram feitas postagens no WhatsApp sobre assuntos considerados relevantes para a compreensão do que seria dado.”

“Para a apresentação no Google Meet, houve a resolução do problema do login, com o uso do *instrumentacao@ufam.edu.br* foi possível a gravação e a duração da aula por um tempo maior que uma hora e agora o vídeo será gravado diretamente para o professor. No dia da orquestração foi enviado o link para a turma com antecedência, já com o objetivo de começar no horário.”

“Durante a resolução do problema, foram utilizados o *Geogebra* (subutilizado) e o *Jam Board* para auxiliar na explicação do conteúdo”

“Foi divulgado um dia antes via whatsapp vídeos que poderiam ajudar os alunos na compreensão da aula”

Fonte: Recorte dos formulários de Diários de Bordo - Elaborados pelos autores

O Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK), foi identificado ao perceber-se indícios de conhecimento do uso do *Geogebra* para facilitar a aprendizagem dos alunos, resolvendo problemas propostos. A seguir, destaca-se no Quadro 11;

Quadro 11 - Registro do Diários de Bordo do Licenciando (Conhecimento TCK)

Análise do desempenho do trabalho da equipe como um todo:

“Durante a resolução do problema, foram utilizados o *Geogebra* (subutilizado).”

Fonte: Recorte dos formulários de Diários de Bordo - Elaborados pelos autores

Em relação ao Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK), as licenciandas demonstraram conhecimento de outros recursos tecnológicos que poderiam ser usados durante a aula, conhecimento do Drive e Kahoot, enquanto recursos tecnológicos que auxiliam o ensino. Evidenciaram conhecimento sobre o uso da mesa digitalizadora para facilitar o processo. Evidenciou conhecimento sobre o powerpoint para exposição do conteúdo. Além de conhecer recursos como o Google Meet, o e-mail, Jam board, WhatsApp e *Geogebra*, inseriu estes recursos no contexto do ensino. Conforme demonstrado no Quadro 12:

Quadro 12 - Registro do Diários de Bordo do Licenciando (Conhecimento TPK)

Análise do próprio desempenho:

“poderia ter explorado melhor outros recursos.”

“o material que eu tinha postado no drive para serem inseridas no Kahoot”

“...tenho dificuldade, no escrever. Pode ser pela falta da mesa digitalizadora.”

“apresentação no powerpoint”

Análise do desempenho do trabalho da equipe como um todo:

“Primeiramente foram feitas postagens no WhatsApp sobre assuntos considerados relevantes para a compreensão do que seria dado.”

“Para a apresentação no Google Meet, houve a resolução do problema do login, com o uso do instrumentacao@ufam.edu.br foi possível a gravação e a duração da aula por um tempo maior que uma hora e agora o vídeo será gravado diretamente para o professor. No dia da orquestração foi enviado o link para a turma com antecedência, já com o objetivo de começar no horário.”

“Durante a resolução do problema, foram utilizados o *Geogebra*(subutilizado) e o Jam Board para auxiliar na explicação do conteúdo”

“Durante o planejamento da aula tivemos dois encontros, na qual o primeiro houve conflitos de idéias em relação a utilização do kahoot.”

Fonte: Recorte dos formulários de Diários de Bordo - Elaborados pelos autores

4.2.2.2 Análise e discussão dos dados evidenciados nos formulários das análises dos pares

Ao compreender-se que a reflexão faz parte da aprendizagem da docência (SCHÖN, 2000) e que o processo metodológico de investigação reflexiva do professor corrobora com práticas essenciais para o ensino (TROUCHE; GUEUDET; PEPIN, 2018), elegeu-se o formulário eletrônico de análise dos pares, para compor também esta etapa do percurso metodológico desta pesquisa. Os licenciandos, avaliaram os colegas de sua equipe e fizeram sugestões visando o aperfeiçoamento das orquestrações que realizaram. Aqui evidencia-se também parte do processo da performance didática da orquestração instrumental, momento em que os licenciandos refletem sobre suas orquestrações e propõem mudanças para favorecer a gênese instrumental dos estudantes.

Na tabela 3, a seguir destacam-se recortes destas reflexões, que demonstram a mobilização dos conhecimentos que embasam as análises:

Tabela 3 - Registros das Análises dos pares dos Licenciandos

Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK) Carrillo et. al (2014)	
Categorias	Recortes dos registros dos licenciandos
Conhecimento Matemático (MK) - Conhecimento da estrutura da matemática (KSM)	<p>“exigia um conhecimento prévio para entender e contribuir na resolução da questão.”</p> <p>“Poderia incluir alguns desses conhecimentos prévios como retas paralelas e congruências para relembrá-los desses conhecimentos e assim facilitar na compreensão do conteúdo”</p>
Conhecimento Matemático (MK) - Conhecimento sobre a prática matemática (KPM)	<p>“Teve um erro , ao meu ver, grave quanto à explicação.”</p>
Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)	<p>“deixaram a desejar no quesito de criatividade e modelação das questões”</p> <p>“Mostrou bastante entrosamento com a turma, utilizou exemplos que cativaram”</p>

	<p>“a faltou organização e ensaio da resolução de problemas”</p> <p>“...quase não houve participação dos alunos. Nesta aula os alunos encontraram bastante dificuldade em compreender o assunto”</p> <p>“Houve a participação dos alunos, na qual eles conseguiram compreender bem assunto.”</p> <p>“os alunos participaram mais e suas dúvidas terem sido esclarecidas.”</p> <p>“criatividade para formulação e modelação de questões e ensaio das apresentações para não haver erros na resolução”</p>
<p>Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento do ensino de matemática (KMT)</p>	<p>“O trabalho foi muito bom, visto que a turma participou ativamente.”</p> <p>“A dupla foi bem dinâmica”</p> <p>“Poderia ter explorado melhor a participação desses alunos durante a aula. Também deverá organizar melhor o tempo, pois o tempo para ministrar a aula”</p> <p>“A dupla se encontrou desanimado ao dar a aula, ...eles quase não participaram quando solicitado.”</p> <p>“Poderia ter incentivado mais os alunos para participar da aula”</p> <p>“Foi bem dinâmica”</p> <p>“Ayna teve uma aula bem dinâmica”</p> <p>“Ayna administrou uma aula bem dinâmica e fácil de compreensão por parte dos alunos”</p> <p>“poderia resolver um exemplo focado em apenas um tipo de prisma ou focar a explicação do conteúdo falando da área ou falando do volume”</p> <p>“Antecipar o conteúdo que será tratado nas orquestrações.”</p> <p>“não deve-se desanimar e perder a paciência na em sala de aula, para que não cause a perda e desistência dos alunos.”</p>
<p>Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK) por Koehler e Mishra (2006)</p>	
<p>categorias</p>	<p>Recortes dos registros dos licenciandos</p>
<p>Conhecimento tecnológico (TK)</p>	<p>“poderia ter usado mais meios tecnológicos para demonstrar as relações em um prisma.”</p>
<p>Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK)</p>	<p>“O uso do <i>Geogebra</i> quando possível”</p>
<p>Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK)</p>	<p>“Esqueceram em passar o quiz no começo da aula”</p> <p>“mas alguns pontos que já haviam sido acordados que melhoram a aplicação da aula não foram utilizados, como as postagens dos vídeos no Whatsapp, o Kahoot.”</p>

	<p>“teve domínio na manipulação das mídias utilizadas.”</p> <p>“não aplicou o Kahoot que tinha planejado.”</p> <p>“Não considerou colocar questões no Kahoot final”</p> <p>“quem estiver apresentando que fique de olho no whatsapp”</p> <p>“os alunos precisaram usar compasso e régua”</p> <p>“Começar a gravar as reuniões feitas pelo grupo.”</p>
--	---

Fonte: Recorte dos formulários de Análise dos Pares - Elaborados pelos autores

A etapa desenvolvida dentro do metamodo de execução por meio da análise dos pares, feita pelos licenciandos, trouxe indícios de que por meio das reflexões sobre a prática do colega da equipe no processo de execução da orquestração, assim como sobre possibilidades de melhorias das orquestrações concebidas pela equipe, colaboram para a articulação de conhecimentos próprios da docência para a matemática. Quanto ao **Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK)**, estruturado por Carrillo et. al (2014) identificaram-se:

Mobilização do **Conhecimento Matemático (MK) - Conhecimento da estrutura da matemática (KSM)** ao evidenciar em suas avaliações que para o entendimento do conteúdo abordado, são necessários outros conhecimentos que deveriam ter sido construídos previamente à aula.

Do **Conhecimento Matemático (MK) - Conhecimento sobre a prática matemática (KPM)** onde a se identifica falha na comunicação matemática.

Do **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)**, ao demonstrar conhecer a necessidade de criar um ambiente criativo e de propor questões mais adequadas para aprendizado; deixar claro que a utilização de exemplos favorece a aprendizagem de conteúdos matemáticos; Compreender que as situações-problema propostas precisam ser bem pensadas e expostas para que haja melhor compreensão dos alunos; identificar a dificuldade de aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo abordado e compreende que a pouca participação pode indicar influência na aprendizagem.

Do **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK)** - Conhecimento do ensino de matemática (KMT), ao Evidenciar que a orquestração planejada, deu conta de engajar os alunos; Identificar que o dinamismo no processo do ensino é importante como estratégia para facilitar a aprendizagem dos alunos; Conseguir pensar estrategicamente na reorganização dos exemplos apresentados para a compreensão dos conteúdos; Demonstrar noções da metodologia ativa sala de aula invertida, como estratégia de ensino e aprendizagem; Reconhecer que a abordagem do professor é uma ação estratégica para a participação ativa do aluno.

Em relação ao **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)** por Koehler e Mishra (2006), percebeu-se através do formulário da Análise dos pares, que os licenciandos recrutou-se o **Conhecimento tecnológico (TK)** ao indicar conhecer meios tecnológicos para explicar o conteúdo de prisma. Foi mobilizado também o **Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK)**, ao relacionar o conhecimento do uso do recurso tecnológico com o conteúdo abordado na orquestração e por fim, demonstraram ter Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK) e o utilizar ao utilizar o “quiz” na configuração didática orquestração; Evidenciar o conhecimento de ferramentas tecnológicas como vídeos no *Whatsapp*, o *Kahoot*, como recursos para o ensino; Reconhecer que o domínio de mídias favorece o ensino; Demonstrou que recursos tecnológicos não digitais, podem ser utilizados como facilitadores no processo de ensino e aprendizagem.

4.2.2.3 Análise e discussão dos dados evidenciados nos vídeos dos estudos das orquestrações instrumentais /estudos de aula - *Lesson Study*

Os estudos das orquestrações/estudos de aula, fizeram parte do metamodo de execução (etapa da metaorquestração) e compuseram a sequência metodológica da coleta de dados. Estes momentos de estudo foram gravados pelo aplicativo *Google Meet*, função gravar. Para além da mobilização ou desenvolvimento dos conhecimentos especializados, revelaram uma parte importante do processo de aprendizagem da docência, que é a reflexão sobre a própria prática docente e sobre a prática dos colegas de profissão no contexto de colaboração no processo do ensino. O momento dos estudos das orquestrações, se configuraram enquanto um contexto propício para reflexões e para o desenvolvimento de conhecimentos especializados para o ensino da matemática.

Dentre os cinco princípios da investigação reflexiva (TROUCHE; GUEUDET; PEPIN, 2018), a qual está baseada esta pesquisa, um deles se adequa perfeitamente a etapa da *lesson study*: O acompanhamento reflexivo. Onde ocorre a reflexão dos professores sobre o próprio trabalho documental, ou seja, sobre o sistema de recursos desenvolvido para proceder com a execução da aula (VERGNAUD, 1996). Esta reflexão permitiu a captação da experiência por parte dos licenciandos, que onde se apropriaram da experiência vivida para alimentar ou transformar os seus conhecimentos. Abaixo, ilustra-se a triangulação da abordagem teórico-metodológica, onde o cerne é a reflexão sobre a prática docente:

Figura 6 - Triangulação teórica de abordagem da reflexão sobre a prática docente



Fonte: Elaborada pelos autores

Foram realizados recortes precisos dos momentos captados nos vídeos gravados dos estudos de aula, onde os licenciandos expressam seus sentimentos, avaliam suas práticas e as práticas dos colegas e demonstram a aprendizagem do fazer docente, através da reflexão expressada. Os conhecimentos revelados oriundos de experiências vivenciadas não só no decorrer desta pesquisa, mas ao longo de suas vidas, se constituem num sistema de crenças, como afirma Silva (2011) “aglomerado de crenças”. É durante a prática reflexiva sobre as próprias ações que o professor avalia suas crenças, reforça-as ou reelabora-as, segundo Coradim (2014, p. 212), “ao nos tornarmos reflexivos, somos forçados a adotar uma atitude crítica de nós mesmos como professores, desafiando nossas visões pessoais sobre o ensino”

No quadro 13 a seguir, observa-se na fala da professora em formação, uma análise sobre a prática da colega no uso de personagens para a abordagem dos conteúdos. Demonstrou ter Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK), estruturado por Carrillo et al. (2014), dando indícios do desenvolvimento do **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento das características de aprendizagem de matemática (KFLM)**. A reflexão se deu em torno da utilização de personagens que fazem parte do cotidiano dos alunos e que os aproximou do conteúdo de forma lúdica e prazerosa. A professora em formação que realizou essa observação, reflete sobre a importância da linguagem utilizada e do tipo de abordagem do conteúdo através do uso de anime, a última fala foi de outra professora em formação que já demonstra habilidade com esse tipo de estratégia:

Quadro 13 - Reflexões sobre o uso de personagens para a abordagem de conteúdo

“Eh que deu pra perceber também a da parte da aí na primeira apresentação, né? Foi dinâmica, ela tem uma linguagem muito próxima né? Até os exemplos que ela utilizou aí ela já conseguiu cativá-los, né? Que você usa utilizando animes e tal, então muito se reconheceram ali naqueles personagens e tudo, então você, tanto que a alguns falaram assim, ai que eh... que questão fofinha. Então porque eles reconheceram o personagem, né? É do mundo deles. Então, às vezes a gente tem que atentar também pra isso, né? Às vezes um exemplo você só mudar o personagem, alguma coisa, eles não são tão interessados no João quanto a Ana Maria é na Maria, eles querem saber do personagem que eles gostam, tá lá na questão, né?”

“É muito legal eu vi, tem um professor e eu acompanhava ele, né? E ele só fazia prova assim, lista de exercício assim, cada lista de exercício era um tema, parecia né? Todo aniversário você escolhe um tema? Aí um dia a lista era dos Vingadores, a outra lista era da Liga da Justiça. É muito interessante. Parece bobo, né? É uma questão mas chamou a atenção dos alunos, né? Os personagens, né? Como é a cabeça do ser humano, né? Só muda o personagem, mas parece que tem toda, parece que tem uma maior proximidade, um maior atrativo, né? Só você mudar, mas aí já pegou eles por ser cativante né? Que estão lá o Fofinha”

“Aí eu empurro alguma coisa que eles gostam, porque pra mim isso faz parte do dia a dia deles, sempre incluir algum jogo, algum personagem de anime, alguma coisa assim que vão ver tipo com olhos diferentes a aula”

“E a gente ainda tem que trazer isso de maneira contextualizada pra ele entender né? Pra não ser uma coisa tão complexa mas numa linguagem que ele vai entender.”

“Hoje trazer alguns assuntos que são mais... eu não vou falar polêmicos, é mas o dia a dia deles né? Que eles ficaram olha, ela colocou esse assunto aqui, eu vou falar que eu coloquei o Homem de Ferro, né? Que foi uma das questões que eu botei. Ah, o Homem de Ferro, mas como é que era a questão mesmo? Ah, ele fazia assim. Então, essa daqui talvez siga a mesma lógica. Foi uma coisa que marcou ele. Então essa metodologia, né? Seria muito bacana na aqui na área do na parte do EAD. Pra fazer marcar assim e ele lembrar. Putz! Já fiz isso uma vez. Então acho que eu posso fazer de novo”

Fonte: Recorte das falas constantes nos vídeos dos estudos de aula - Gravado pelos autores

Verificou-se que houve um momento de reflexão acerca do uso dos aplicativos como facilitadores da aprendizagem, e da importância do uso desses aplicativos. Percebeu-se que a licencianda está em desenvolvimento do **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)** (KOEHLER; MISHRA, 2006), mais especificamente dos **Conhecimentos tecnológico (TK) e Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK)**. A licencianda expressa que é importante e que faz diferença o uso desse tipo de tecnologia no ensino, assim como entende que precisa melhorar e aprender mais sobre o uso de apps, conforme demonstra em sua fala, no quadro 14:

Quadro 14 - Reflexões sobre o uso de aplicativos como facilitadores da aprendizagem

“Então gostei bastante, a Ayna usou esse aplicativo, foi aplicativo né? De mostrar a Balança e tudo. Foi muito bom. Essa é uma qualidade extrema da Ayna, dela ter essa facilidade, né? Dos aplicativos e tudo. Eu vejo assim, eu tenho um pouquinho de dificuldade em relação a isso, a manipulação. Deus do céu, uma manipulação de APP ah sou muito basiquinha, então esse é um ponto que eu tenho que melhorar. E aí ela tem essa capacidade, né? De trabalhar com esses apps né?”

“Eu acho que esse esse recurso do Quiz, de joguinhos é mais atrativo, né? A gente até tá pra repetir a dose”

Fonte: Recorte das falas constantes nos vídeos dos estudos de aula - Gravado pelos autores

Identificou-se falas da professora em formação, que revelam o conhecimento sobre o que preconiza a BNCC, no tocante ao desenvolvimento de outras habilidades, para além da aprendizagem do conteúdo. Logo, evidencia-se a mobilização do Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática (MTSK) estruturado por Carrillo et al. (2014), através do **Conhecimento de Conteúdo Pedagógico (PCK) - Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem de matemática (KMLS)** A licencianda acredita que é importante extrapolar os conceitos matemáticos e contextualizar o conteúdo com a realidade do aluno. Conforme mostra o quadro 15:

Quadro 15 - Reflexões sobre o que preconiza a BNCC acerca do desenvolvimento de outras habilidades

“A gente como professores, parece que você está ali com pessoas que só tem que meter matemática, mas não é, a própria BNCC já trata disso, que você tem que desenvolver habilidades além da matemática, você tem que desenvolver a capacidade motora, tem que se ver por várias coisas. O professor de matemática também não é só pra ficar: eu vou ensinar dois mais dois pro garoto, né? Então você tem que colocar situações pra ele ter um contexto, né? E tudo isso tem que ser trabalhado né?”

Fonte: Recorte das falas constantes nos vídeos dos estudos de aula - Gravado pelos autores

No quadro 16 abaixo, identifica-se a autoanálise sobre o erro. A licencianda revela que percebeu o próprio erro no momento da explicação e acredita que retomar a questão para mostrar o erro e fazer disso uma experiência propícia para a aprendizagem, é válido:

Quadro 16 - Reflexões sobre o próprio erro na prática do ensino

“Então foram várias falhas além daquela falha, que eu ia ensinar errado a questão de vértices, né? Mas eu posso utilizar, também eu pensei que eu vou utilizar, eu vou continuar essa questão, mas justamente para mostrar o que eu errei, né?”

Fonte: Recorte das falas constantes nos vídeos dos estudos de aula - Gravado pelos autores

Houve também reflexões acerca do formato de ensino *on-line* para classes menos favorecidas. A fala da licencianda evidencia preocupação sobre conseguir manter o aluno atento às aulas, estando ele mediado por computador e internet. Acredita ser desafiador planejar aulas no contexto remoto, utilizando aplicativos adequados:

Quadro 17 - Reflexões sobre os desafios do planejamento de aula para o ensino mediado por tecnologias digitais

“Tem coisa que você sabe que se fosse presencialmente, você aplicasse a atividade, poderia correr melhor o entendimento, né? Em casa é muito complicado, porque em casa tem coisas que podem tirar eles da sua aula, né? A gente percebe até adulto acontece isso, né? Imagina adolescente, né? E um fator também, que você tá dando on-line, né? E aí eh aí você não pode colocar aplicativo, muito pesado, né?”

“Eu acredito que também pra essa parte do ensino funcionar, é meio ambiente. A aula presencial era muito bacana. É muito bacana, né? A gente está ali de cara a cara com o aluno. Seu lado ruim no presencial, o que acontece? Falta de recurso tecnológico, às vezes o aluno não está nem aí, às vezes não está me pintando telefone, às vezes o aluno está conversando. Isso acontece na presencial. Do mesmo jeito que isso também acontece no EAD. Então pra mim é meio a meio. A questão do EAD não deveria ser um problema pra gente.”

Fonte: Recorte das falas constantes nos vídeos dos estudos de aula - Gravado pelos autores

4.3 Metaperformance: uma análise sobre a apropriação do modelo da Orquestração Instrumental

Embora o objetivo desta pesquisa seja investigar as implicações do modelo da Metaorquestração Instrumental (MOI) associado a metodologia Lesson Study, no processo desenvolvimento e ou mobilização dos conhecimentos especializados para o ensino da matemática, relembra-se que qualquer metaorquestração instrumental visa a favorecer a apropriação do modelo da orquestração instrumental pelos sujeitos. Nesta pesquisa, os sujeitos são os professores em formação (licenciandos).

Para tanto, é necessário verificar se esses conseguiram estruturar uma orquestração instrumental com todos os seus elementos (configuração didática, modo de execução e performance didática) e criar um ambiente de aprendizagem que propiciou o desenvolvimento da gênese instrumental dos estudantes na interação com determinados artefatos.

Ao longo do processo da concepção das Orquestras Instrumentais, os licenciandos seguiram uma estrutura organizacional de planejamento, por meio do formulário eletrônico (Imagem 23 - Apêndice E) criado pelos pesquisadores para a organização da configuração didática e do modo de execução.

Imagem 23 - Formulário do Planejamento da Orquestração Instrumental

Planejamento da Orquestração Instrumental

Grupo B1: Francilaine, Aila, Ayna.

Identificação da equipe :

Executores (nome completo)
Francilaine Fernandes e Ayna Freitas

Observadores (nomes completos)
Aila Raimunda Da Silva Lima

Configuração Didática
Uma configuração didática é um arranjo de artefatos no ambiente, ou, em outras palavras, uma configuração do ambiente de ensino e os artefatos envolvidos nele (Drijvers et al 2010).

Objeto do conhecimento:
Primas

Gestão dos Participantes: Diga de que forma maneira os participante realizarão as atividades propostas durante a aula?

- Individual
- Em grupo
- Momentos individual e momentos em grupo

Objetivo Geral (ver BNCC e/ou Matriz de referência do SAEB ou do ENEM)

(EM13MAT309) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos em situações reais (como o cálculo do gasto de material para revestimento ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

Objetivos Específicos (Descreva o que será feito na busca de atingir o objetivo geral da orquestração).

Que o aluno possa ao final da aula: - Saber reconhecer e nomear os primas; - Identificar os elementos geométricos de prismas; - Reconhecer e arquitetar a planificação de prismas - Resolver problemas envolvendo o cálculo de áreas lateral e total de prismas; - Resolver problemas envolvendo cálculo do volume de prismas

GESTÃO DOS RECURSOS

Recursos usados durante o planejamento da orquestração. Para cada recurso, descreva sua finalidade (Notebooks, livros, softwares, etc.)

Recurso Não Digital - Notebook, Mesa digitalizadora, Celular. Recursos Digitais: Google Meet, Geogebra, Livros digitalizados, Google Documento, WhatsApp, Google Drive, Xoumal , Google Formulários, Google Apresentação

Recursos previstos para serem usados durante a execução da orquestração. Para cada recurso, descreva sua finalidade (Notebooks, livros, softwares, etc.).

Recursos Não digitais: Notebook/PC, celular, Tablet, Mesa Digitalizadora, Recurso Digitais: Google Meet, Geogebra, WhatsApp, Xournal, Google Fomulários, Google apresentação, OpenBoard

Gestão do tempo. Descreva o tempo total da orquestração e como esse tempo será dividido.

Duração: 100 min divididos em duas aulas de 50 min cada, Aula1: 05 min - Apresentação das executoras da atividade e objetivos da aula; 20 min - Apresentação do conteúdo; 25 min - Resolução de problema Aula 2: 05 -min - Explicação da atividade de diagnóstica , 30 min- Resolução da atividade diagnóstica 15 min: Discussão dos resultados

MODO DE EXECUÇÃO

Um modo de exploração é a maneira como o professor decide explorar uma configuração didática para o benefício de suas intenções didáticas. Isso inclui decisões sobre a forma como uma tarefa é introduzida e trabalhada, sobre os possíveis papéis dos artefatos a serem utilizados e sobre os esquemas e técnicas a serem desenvolvidos e estabelecidos pelos alunos (Drijvers et al 2010).

Descreva o modo como será executada a orquestração instrumental. Descreva quais dificuldades poderão surgir durante a execução da orquestração e como você pretende contorná-las caso ocorram.

A orquestração será executada através do Google Meet, da seguinte forma: Aula 1 -Iniciaremos com a apresentação da dupla executora e os objetivos da aula. Em seguida será dado o conteúdo, Ayna Freitas, através de exemplos de exercícios (Enem) com o auxílio do Softwares Xournal e Geogebra. Após a explicação, a executora Francilaine Fernandes resolverá um problema junto com a turma, mostrando todas as ações necessárias para a sua resolução, utilizando para isso, Google Apresentação e OpenBoard. Aula 2- Utilizando o Google Formulários será aplicada uma atividade diagnóstica com um problema para ser resolvido utilizando as ações mostradas na aula anterior, após o término da resolução será feita uma discussão sobre os resultados da atividade diagnóstica com a turma.

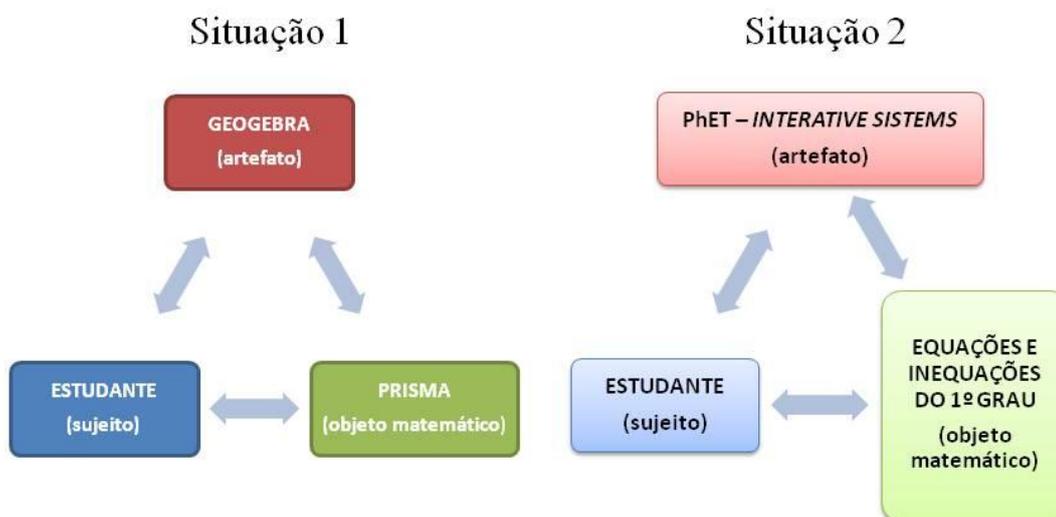
Fonte: Elaborado pelos autores

Dessa forma, ao organizarem o planejamento, os licenciandos de forma indutiva, se apropriaram dos elementos necessários para a estruturação de uma orquestração instrumental.

Usando o modelo de Situações de Atividades Instrumentais (SAI) de Rabardel (1995), apresentam-se as relações entre os estudantes e os objetos matemáticos mediado pelos artefatos nas tarefas propostas pelos licenciandos em suas orquestrações instrumentais, com vista a verificar a ocorrência ou não da gênese instrumental dos estudantes, conforme ilustrado na figura 7:

Figura 7 - Situações de Atividades Instrumentais vivenciadas pelos licenciandos

Situações de Atividades Instrumentais (SAI) (RABARDEL, 1995)



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao se analisar os formulários de planejamento e os vídeos das execuções das orquestrações instrumentais observa-se que, quanto ao funcionamento e manipulação particulares dos artefatos *Geogebra* e *PhET*, as situações propostas não permitiram a exploração das características e propriedades desses artefatos, evidenciando dessa maneira o não desenvolvimento de **esquemas de uso** (E.U.s.) pelos estudantes.

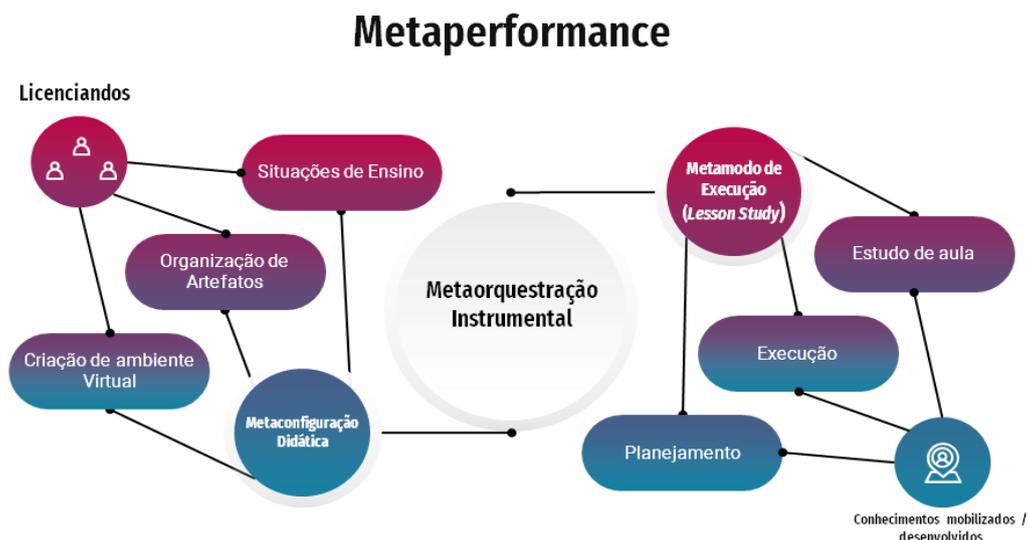
Em relação às atividades primárias, que são aquelas direcionadas ao objeto da atividade, na qual o artefato é um meio de concretização e de realização, essas eram realizadas exclusivamente pelos licenciandos. Nesse caso, não houve o desenvolvimento de **esquemas de ação instrumental** (E.A.I.) pelos estudantes.

Diante de tais evidências, baseados na estruturação proposta por Rabardel (1995), evidencia-se que os licenciandos não conseguiram criar um ambiente que favorecesse o desenvolvimento da gênese instrumental dos estudantes. Levanta-se uma hipótese que levaram a este fato: na ocasião, os envolvidos na orquestração instrumental (licenciandos e estudantes) desenvolviam as atividades por meio remoto e este meio se caracterizava por experiências inéditas ainda em fase de exploração, mediados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). O próprio conceito de Orquestração Instrumental *On-line* só foi sistematizado na literatura no final do ano de 2021, após a coleta de dados para o presente estudo.

5.4 A Metaperformance na perspectiva de uma análise de conjuntura.

Ao se revisitar o conceito de metaperformance, identifica-se que este está estreitamente ligado a avaliação das possibilidades criadas para apropriação do modelo da orquestração Instrumental (LUCENA, 2018). Contudo, neste estudo propõe-se aliar o modelo teórico metodológico da Metaorquestração Instrumental (LUCENA, 2018) à metodologia *Lesson Study* (MURATA, 2011); (FERNANDEZ E YOSHIDA, 2004); (STEPANEK et al., 2007) e (DUDLEY, 2015) na intenção de avaliar as implicações dessa associação, para além da apropriação do modelo da OI, focou-se na mobilização ou desenvolvimento de conhecimentos especializados para o ensino da matemática estruturados por Carrillo et. al (2014), abordados também por Koehler e Mishra (2006), num contexto de formação inicial, conforme delinea-se na figura 8:

Figura 8 - Metaperformance



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao compreender-se do processo de aprendizagem, desenvolvimento ou mobilização destes conhecimentos, apoia-se em Vergnaud (1991), que esquematizou todo o processo de organização de esquemas ou de desenvolvimento de esquemas para a resolução de um dado problema ou situação. Assim sendo, a aprendizagem da docência perpassa também pela organização de esquemas ou desenvolvimento de esquemas para a resolução de uma dada situação, no caso deste estudo, a situação foi a do processo do ensino e aprendizagem.

Para isso, colocou-se um grupo de licenciandos de matemática, diante de situações reais do ensino da matemática, sendo que num contexto de ensino remoto, devido ao momento que vivenciávamos na Pandemia da Covid-19, no ano de 2021. Eram alunos da Licenciatura em Matemática, que estavam matriculados na disciplina de Instrumentação Para o Ensino da Matemática II, que tinha como principal objetivo: o desenvolvimento de reflexões críticas a respeito das interações entre a Matemática e os processos de ensino-aprendizagem da escola atual, além de que adquirissem habilidade no preparo de uma unidade didática para o seu desenvolvimento no âmbito do 2º ano do Ensino Médio .

Quanto às exigências da Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores (BNC-Formação) (BRASIL, 2019) - MEC apontavam e ainda apontam para a necessidade do licenciando ainda em formação, repensar a sua prática e analisar o seu perfil como professor, fazendo a ponte constante entre a teoria e a prática.

Com vistas à prática como componente curricular, a proposta de se utilizar o modelo da Metaorquestração Instrumental associado à metodologia *Lesson Study*, como fio condutor para alcançar o que preconizava não só o plano de aula da disciplina de Instrumentação para o Ensino da Matemática II, como também as normatizações nacionais que regem a Formação de professores, tendo como ponto de partida a prática como componente curricular, proporcionou um contexto favorável para o desenvolvimento e a aprendizagem dos Conhecimentos Especializados dos Professores de Matemática (MTSK), sendo eles os estruturados por Carrillo et. al (2013) e em três categorias definidas por Koehler e Mishra (2006), que definiram o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK).

Embora entenda-se que os licenciandos mesmo tendo o domínio na estruturação da configuração didática e do modo de execução das orquestrações concebidas não deixando de favorecer o entendimento da Orquestração Instrumental, a execução das orquestrações para a concretização da apropriação do modelo da Orquestração Instrumental, esbarrou nas limitações das adversidades da época em que se deu a coleta de dados desse estudo (época pandêmica onde o desenvolvimento de conhecimentos pedagógicos tecnológicos ainda eram embrionários e por tanto, estavam em fase de desenvolvimento de esquemas de uso).

Deste modo, mesmo diante de uma realidade adversa, os licenciandos ao longo do metamodo de execução, experienciaram vivências de reflexão sobre a própria prática, sobre a prática dos colegas, momentos de diálogos que buscavam a melhoria do ensino, momentos da execução das orquestrações e planejamento que contribuíram para o desenvolvimento e a mobilização dos conhecimentos especializados para o ensino da matemática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto aos objetivos definidos neste estudo, realizou-se uma Metaorquestração Instrumental articulada à metodologia Lesson Study no contexto da formação inicial de professores de Matemática. Ao longo do processo da Metaorquestração Instrumental (planejamento, aplicações e estudos de aula), observou-se a mobilização e o desenvolvimento de todos os conhecimentos especializados do professor de matemática (MTSK), sistematizado por Carrillo et. al (2014), assim como do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK) esquematizados por Koehler e Mishra (2006), com ênfase no Conhecimento tecnológico (TK), no Conhecimento de conteúdo tecnológico (TCK) e no Conhecimento pedagógico tecnológico (TPK);

Confirmou-se a hipótese levantada no início deste estudo, de que o modelo teórico metodológico da Metaorquestração Instrumental de (LUCENA, 2018) associado à metodologia Lesson Study (MURATA, 2011); (FERNANDEZ E YOSHIDA, 2004); (STEPANEK et al., 2007) e (DUDLEY, 2015), possibilita a mobilização e ou desenvolvimento de conhecimentos especializados para o ensino da Matemática, colaborando para a aprendizagem da docência.

No tocante às limitações, observou-se que devido à pandemia da COVID-19, o uso das TIDIC`s era o único meio possível para o ensino à época, E em algumas situações, percebeu-se que a imaturidade para o uso dos recursos, dificultou o êxito na execução e conclusão de algumas orquestrações.

Em relação às contribuições, no âmbito acadêmico, esta pesquisa traz contribuições metodológicas para a formação inicial de professores, uma vez que possibilitou a articulação entre teoria e prática, e esteve alinhada à BNC - formação (BRASIL, 2019), tanto no eixo das competências gerais para o professor, quanto à vivência da prática como componente curricular e a utilização das TIDIC`s enquanto recurso pedagógico.

Este estudo também trouxe contribuições na perspectiva da Educação Matemática, ao pensar possibilidades de diminuir a dicotomia teoria e prática, aproximando o professor em formação inicial, da realidade escolar.

No campo científico, é um estudo inédito, pois ao realizar a pesquisa em plataformas de banco de teses e artigos científicos, não se identificou nenhum trabalho em que se articulasse a Metaorquestração Instrumental à metodologia *Lesson Study*, para mobilização e

ou desenvolvimento de conhecimentos especializados do professor de matemática em formação inicial. Constatou-se, diante dos resultados obtidos neste estudo, que esta articulação validou-se enquanto modelo formativo para a formação inicial de professores de matemática.

Quanto à perspectiva de estudos futuros, estima-se que este estudo possa servir de parâmetro para estudos na mesma estrutura teórica e metodológica, dentro da modalidade do ensino presencial, do ensino à distância (tendo em vista que este estudo foi realizado num contexto de ensino remoto emergencial) e do formato híbrido, e assim contribuir para a expansão das reflexões acerca da mobilização e do desenvolvimento do conhecimento especializado do professor de matemática em formação inicial e continuada.

REFERÊNCIAS

ADLER, J.; ALSHWAIKH, J. **A Case of Lesson Study in South Africa**. In: HUANG R., TAKAHASHI, A.; PONTE J. P. da (orgs) *Theory and Practice of Lesson Study in Mathematics An International Perspective*. Springer Nature Switzerland. (2019) Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/333443152_A_Case_of_Lesson_Study_in_South_Africa. Acesso em 4 de jan de 2023.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004.

ARAGÃO, A. M. F.; PREZOTTO, M.; AFFONSO, B. F. **Reflexividades e parceria no cotidiano da escola: o método de formação docente Lesson Study**. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2015, CURITIBA/PR. Anais [...]. Curitiba/PR: PUC, 2015. pp. 16.113-16.124 .Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17679_7904.pdf). Acesso em: 04 maio de 2023.

ARAÚJO, W. R. D. **Conhecimento especializado do professor de matemática sobre função no contexto de uma experiência prévia de lesson study**. Orientador: RIBEIRO, CMDS, v. 130, 2018.

ARÉVALO, E.; MARTÍNEZ, M.; GONZÁLEZ, R. A. **Aprender a enseñar matemáticas en la escuela primaria a través del "Estudio de clases"**. In: XIII CIAEM - IACME, 2011, Recife/PE. Anais [...]. Recife/PE: Comité Interamericano de Educación Matemática, 2011. pp. 1-8. Disponível em: <http://www.gente.eti.br/lematec/CDS/XIIICIAEM/artigos/878.pdf>). Acesso em: 04 maio de 2023.

ARTIGUE, M. et al. Technologies numériques dans l'enseignement des mathématiques, où en est-on dans les recherches et dans leur intégration?[Technology in mathematics education: how about research and its integration?] In C. Ouvrier-Bufferet & M.-J. Perrin-Glorian. **Approches plurielles en didactique des mathématiques; Apprendre à faire des mathématiques du primaire au supérieur: quoi de neuf?**[Multiple approaches to the didactics of mathematics; learning mathematics from primary to tertiary level: what's new?], p. 185-207, 2009.

BALDIN, Y. Y. **O significado da introdução da Metodologia Japonesa de Lesson Study nos Cursos de Capacitação de Professores de Matemática no Brasil.** In: Anais...XVIII Encontro Anual da SBPN e Simpósio Brasil- Japão, São Paulo, Brasil, 2009.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special?. 2008.

BAPTISTA, M.; PONTE, J. P.; VELEZ, I; COSTA, E. Aprendizagens profissionais de professoras dos primeiros anos participantes num estudo de aula. Educação em Revista, v. 30, n. 4, p. 61-79, Japão. Anais... São Paulo, 2014.

BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica.** 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BATISTA, C. C. **O estudo de aula na formação de professores de Matemática para ensinar tecnologia: a percepção dos professores sob a produção do conhecimento dos alunos.** Dissertação de Mestrado. UNESP, 2017.

BELLEMAIN, F.; TROUCHE, L. Comprendre o trabalho do professor com os recursos de seu ensino, um questionamento didático e informático/comprendre le travail des professeurs avec les ressources de leur enseignement, un questionnement didactique et informatique. **Caminhos da Educação Matemática em Revista** (Online), v. 9, n. 1, 2019.

BEZERRA, R.C. **Aprendizagem e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental no contexto da Lesson Study**. 2017. 211 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Presidente Prudente. 2017.

BEZERRA, Renata Camacho; MORELATTI, Maria Raquel Miotto. **Lesson Study: Um Contexto de e para Aprendizagem Docente**. Editora Appris, 2021.

BRANDALISE, M.A.T., TROBIA, J. **A prática como componente curricular na licenciatura em matemática: múltiplos contextos, sujeitos e saberes**. Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 337-357, 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 2017.

_____. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB**: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

_____. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução CNE/CP Nº 02, de 09 de junho de 2015**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica (2015).

_____. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002** - Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.

_____. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Parecer CNE/CP Nº 09/2001, de 08 de maio de 2001**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena (2001).

_____. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Parecer CNE/CP Nº 15/2005, de 02 de fevereiro de 2005**. Solicitação de esclarecimento sobre as Resoluções CNE/CP nºs 1/2002, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, e 2/2002, que

institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior.

_____. Ministério de Educação e Cultura. LDB - **Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

_____. **Resolução CNE/CP Nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 15/03/2023.

BRAVO, R. S. **Técnicas de investigação social: Teoria e exercícios**. 7 ed. Ver. Madrid: Paraninfo, 1991.

BORELLI, Suzete de Souza. **Estudos de Aula na formação de professores de Matemática em turmas do 7º ano do Ensino Fundamental que ensinam números inteiros**. 2019. 247f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)—Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo.

CANNONE, Giacomo; ROBAYNA, Martin Socas; MEDINA, Maria Mercedes Palarea. O ensino da matemática e as novas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC): estudo de caso de um grupo professores de ensino fundamental, Ciclo I, em Tenerife-Espanha. *Zetetiké*, v. 16, n. 2, 2008.

CARRIJO NETO, L. A. **A pesquisa de aula (lesson study) no aperfeiçoamento da aprendizagem em matemática no 6 ano segundo o currículo do estado de São Paulo**. 2004. 165 f. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)—Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

COELHO, F. **A metodologia da lesson study na formação de professores: uma experiência com licenciandos de matemática**. 2014. 59 f. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CARRILLO, José et al. Determining specialised knowledge for mathematics teaching. In: Proceedings of the CERME. 2013. p. 2985-2994.

COELHO, F. VIANNA, C. OLIVEIRA, A. A metodologia da lesson study na formação de professores: uma experiência com licenciandos de matemática. In: **Vidya**, v. 34, n. 2, p. 1- 12, jul./dez., 2014 - Santa Maria, 2014.

CORADIM, J. N. Ensino de língua inglesa e letramento crítico: uma proposta didática de leitura e produção escrita, In: Tendências contemporâneas para o ensino de língua inglesa: propostas didáticas para a educação básica. Educação e linguagem. Vol. 7. Campinas SP, 2014.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2010.

CURI, E. **Educação matemática na transição do 5º para o 6º ano do ensino fundamental: uma experiência de docência compartilhada**. In: XII EPREM-Encontro Paranaense de Educação Matemática. Anais do XII EPREM. 2014.

DE OLIVEIRA, Herlison Nunes; HITOTUZI, Nilton; SCHWADE, Kátia Lais. Lesson study no Brasil: uma década de produções acadêmicas sobre profissão e formação docente. **Debates em Educação**, v. 13, p. 754-777, 2021.

DE SÁ, Lanuzia Tércia Freire; HENRIQUE, Ana Lúcia Sarmiento. A triangulação na pesquisa científica em educação. **Práxis Educacional**, v. 15, n. 36, p. 645-660, 2019.

DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: Denzin, N.; Lincoln, Y. (orgs). **Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

DUDLEY, P. (2013). Teacher learning in Lesson Study: What interaction-level discourse analysis revealed about how teachers utilised imagination, tacit knowledge of teaching and fresh evidence of pupils learning, to develop practice knowledge and so enhance their pupils' learning. **Teaching and teacher education**, 34, 107-121.

DUDLEY, P. **Lesson Study: professional learning for our time**. London: Routledge Research in Education Series, 2015.

DRIJVERS, P.; DOORMAN, M.; BOON P.; REED, H.; GRAVMEIJER, K. The Teacher and the Tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. **Educational Studies in Mathematics**, Berlin Heidelberg, v. 75, n. 2, p. 213-234, Springer Netherlands, 2010.

DRIJVERS, P.; TROUCHE, L. From artifacts to instruments: a theoretical framework behind the orchestra metaphor. In: BLUME, G. W.; HEID, M. K. (Eds.). **Research on technology and the teaching and learning of mathematics: cases and perspectives**. Charlotte, NC: Information Age, v. 2, p. 363-392, 2008.

FEITOSA, F. E. **Uma Orquestração Instrumental online para o ensino dos teoremas de Green, Gauss e Stokes: um relato de experiência**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 1-25, 2022. DOI: 10.26843/rencima.v13n2a13. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3513>. Acesso em: 26 set. 2022.

FEITOSA, F.E.S., IGLIORI, S.B.C., TROUCHE, L. The teaching professional knowledge formation by a instrumental meta-orchestration. Revista de Estudios y Experiencias en Educación- REXE, 2023.

FELIX, T. F. **Pesquisando a melhoria de aulas de matemática seguindo a Proposta Curricular do Estado de São Paulo, com a metodologia da pesquisa de aula (lesson study)**. 137f. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas e Tecnologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2010.

FERNANDEZ, C., CANNON, J., & CHOKSHI, S. (2003). A US–Japan lesson study collaboration reveals critical lenses for examining practice. **Teaching and teacher education**, 19(2), 171-185.

FERNANDEZ, C; YOSHIDA, M. **Lesson Study: A Japanese Approach to Improving**

Mathematics Teaching and Learning. New Jersey, EUA: Autores Associados; 2004.

FIorentini, D. **A formação matemática e didático-pedagógica nas disciplinas da Licenciatura em Matemática.** Revista de Educação da Pontifícia Universidade Católica, Campinas, n. 18, p. 107-115, jun. 2005. Disponível em:
<http://periodicos.puccampinas.edu.br/seer/index.php/reeducacao/article/view/266>. Acesso em: 22. set. 2022.

FUJII, T. (2018). Lesson study and teaching mathematics through problem solving: The two wheels of a cart. In M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, Ponte J.P., A. Ní Shúilleabháin, & A. Takahashi (Eds.), *Mathematics lesson study around the world: Theoretical and methodological issues* (pp. 1–21). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7_1

GAMA, R. P. Professores iniciantes e o desenvolvimento profissional: um olhar sobre pesquisas acadêmicas brasileiras. In: FIORENTINI, D.; GRANDO, R. C.; MISKULIN, R. G. S. (org.). *Práticas de formação e de pesquisa de professores que ensinam matemática.* Campinas: Mercado de Letras, 2009. p. 101-123

GATTI, Bernardete A. Formação de professores: condições e problemas atuais. *Revista internacional de formação de professores*, v. 1, n. 2, p. 161-171, 2016.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GITIRANA, Verônica; LUCENA, Rosilângela. Orquestração instrumental on-line: um modelo pensado a partir do ensino remoto. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 23, n. 3, p. 362-398, 2021.

GITIRANA, V., & LUCENA, R. (2020) Modelo para Orquestrações Instrumentais Online. Apresentação, Recife, GERE. Disponível em:
https://drive.google.com/file/d/1OJpBiKCOwOV5IGSIIcNyfVbzlCCR1IE_/view?usp=sharing

Gitirana, V., Lucena, R., Almeida, M., & Silva, J.C. (2020a). Modelo para Orquestrações Instrumentais Online - uma experiência em probabilidade frequentista. Apresentação, Recife,

GERE. Disponível em:

https://drive.google.com/file/d/1ECJWVcr3vf9PSkLjvMPbikZ_8BROfYbO/view?usp=sharing

GOMES, R. et al. Organização, processamento, análise e interpretação de dados: o desafio da triangulação. In: MINAYO, M. C. S.; ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. (Org.). **Avaliação por triangulação de métodos: Abordagem de Programas Sociais**. Rio de Janeiro: Fio cruz, 2010. pp. 185-221.

GONZÁLEZ REY, F. **Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da informação**. São Paulo: Pioneira, 2010.

GUEUDET, Ghislaine; TROUCHE, Luc. Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. 2010. Disponível em:

https://www.academia.edu/5025102/Des_ressources_aux_documents_travail_du_professeur_et_gen%C3%A8ses_documentaires. Acessado em em: 30.jan.2021

_____. Do Trabalho documental dos professores: gênese, coletivos, comunidade. O caso da matemática (Trad. K. Rocha). *EM TEIA: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*. 6, p. 1-43, 2016.

_____. L. Du travail documentaire des enseignants: genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique*, v. 2, n. 3, p.7-33, 2008.

ISODA, M.; ARACAVI, A; LORCA, A. M. **El estudio de clases japonés en matemáticas: su importancia para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global**. 3. ed. Chile: Salesianos S. A., 2012.

ISODA, M., ARACAVI, A., & MENA LORCA, A. (Ed.). (2010). **El Estudio de Clases Japonés en Matemáticas**. 3ª edición. Ediciones Universitarias de Valparaíso.

ISODA, M., STEPHENS, M., OHARA, Y., & MIYAKAWA, T. (Eds.). (2007). **Japanese Lesson Study in Mathematics, Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement**. World Scientific.

ISODA, M. Una breve historia del Estudio de clases de matemáticas en Japón. In: ISODA, M; ARACAVI, A.; LORCA, A. M. **El estudio de clases japonés en matemáticas: su importancia para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global**. 3. ed. Chile: Salesianos S. A, 2012.

KENDAL, Margaret; STACEY, Kaye. Teachers in transition: Moving towards CAS-supported classrooms. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v. 34, n. 5, p. 196-203, 2002.

KOEHLER, Mateus; MISHRA, Punya. **O que é conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK)?**. *Questões contemporâneas em tecnologia e formação de professores*, v. 9, n. 1, pág. 60-70, 2009.

LAGRANGE, Jean-Baptiste et al. Tecnologia e educação matemática: Um estudo multidimensional da evolução da pesquisa e inovação. In: Segundo manual internacional de educação matemática. Springer, Dordrecht, 2003. p. 237-269.

LEITE, E. A. P.; PASSOS, C. L. B. Considerações sobre lacunas decorrentes da formação oportunizada no curso de Licenciatura em Matemática no Brasil. *Revista de Educação Pública*, [S. l.], v. 29, n. jan/dez, 2020. DOI: 10.29286/rep.v29ijan/dez.8023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/8023>. Acesso em: 22 set. 2022.

LEWIS, C.; HURD, J. **Lesson study step by step: How teacher learning communities improve instruction**. Heinemann, 2006.

LEWIS, Catherine C. et al. Melhorar o ensino melhora os professores: evidências do estudo da lição. *Revista de formação de professores*, v. 63, n. 5, pág. 368-375, 2012.

LEWIS, C. *Lesson study: A handbook of teacher-led instructional change*. **Philadelphia: Research for Better Schools**. 2002.

LISKA, Geraldo Jose. CULTURA DIGITAL, LINGUAGENS E TDIC NA BNCC E NA BNC-FORMAÇÃO NO CONTEXTO DA PANDEMIA. revista Linguagem, v. 40, n. 1, p. 288-304, 2021.

LOIZOS, Peter; BAUER, Martin W.; GASKELL, George. **Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa**. Petrópolis, RJ. Vozes, 2011.

LUCENA, R. Metaorquestração Instrumental: um modelo para repensar a formação teórico-prática de professores de matemática. Tese de Doutorado. Doctoral thesis. Mathematics and Technological Education Pos-graduation Program. Recife-Brazil: UFPE, 2018.

MAGALHÃES, Patrícia Dutra. **Desenvolvimento Profissional de Professores que Ensinam Matemática: o método Estudo e Planejamento de Lições nos contextos de escola e de ensino**. 2008. 116 f. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Pontifícia Universidade Católica de Minas, Minas Gerais.

MARCONDES, Nilsen Aparecida Vieira; BRISOLA, Elisa Maria Andrade. Análise por triangulação de métodos: um referencial para pesquisas qualitativas. **Revista Univap**, v. 20, n. 35, p. 201-208, 2014.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2013.

MERICHELLI, Marco Aurélio Jarreta et al. **Desenvolvimento profissional e implementação de material curricular: contribuições e desafios a serem enfrentados a partir da metodologia estudo de aula**. 2018.

MINAYO, M. C. S. (Org.). (2001). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro: Vozes.

MURATA, A. **Introduction: conceptual overview of lesson study**. **Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education**, 2011, p.1-12. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267987167> Lesson study research an. Acesso: 02 fev de 2023.

MELLO, Luanda Firme. **Formação do conceito de área e perímetro a partir de aulas baseadas no modelo Lesson Study**. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática)-Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória.

UTIMURA, Grace Zaggia. **Docência compartilhada na perspectiva de Estudos de aula (LS): um trabalho com as figuras geométricas espaciais no 5º ano**. 2015. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2015.

NEVES, Tamiris Moura. **Avaliação de aulas de matemática baseadas no lesson study: proposta de um instrumento**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

PEÑA, N.; BECERRA, A. F.; GARCÍA, S.; RODRÍGUEZ, J. A.; VÁSQUEZ, K. Siete itinerarios singulares y convergentes de formación en relación a las Lessons Studies. Las dimensiones del conocimiento práctico como ejes de análisis y posibilidades para la transformación de la práctica educativa. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, v. 83, n. 29.2, pp. 103-117, 2015.

PEREZ GÓMEZ, A L; SOTO GÓMEZ, E.; SERVÁN NÚÑEZ, M. J. Lesson studies: re-pensar y re-crear el conocimiento práctico en cooperación. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, Zaragoza/España: Asociación Universitaria de Formación del Profesorado, v. 29, n. 3, pp. 81-101, diciembre 20

PEREZ GÓMEZ, A. L.; SOTO GÓMEZ, E. Lesson study. *Cuadernos de Pedagogía*, v. 417, pp. 64-68, 2011.

PONTE, J. P.; QUARESMA, M.; PEREIRA, M. J.; BAPTISTA, M. **O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática**. *Bolema*, Rio Claro/SP, v. 30, n. 56, pp. 868- 891, 2016.

PONTE, J. P.; QUARESMA, M.; PEREIRA, M. J.; BAPTISTA, M. Os estudos de aula como processo colaborativo e reflexivo de desenvolvimento profissional. **A formação, os saberes e os desafios do professor que ensina matemática**. Curitiba: Editora CRV, 61-82, 2014.

QUARESMA, M.; PONTE, J. P.; BAPTISTA, M.; MATA-PEREIRA, J. **O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional**. In: MARTINHO, M. H.; TOMÁS FERREIRA, R. A.; BOAVIDA, A. M.. MENEZES, L. (ed.). Atas do XXV Seminário de Investigação em Educação Matemática. Braga/PT: APM, 2014. pp. 311-325.

SANDÍN ESTEBAN, M. P. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SENSEVY, Gérard et al. **Uma tentativa de modelar a ação do professor na aula de matemática**. In: **Além da aparente banalidade da sala de aula de matemática**. Springer, Boston, MA, 2005. p. 153-181.

SCHON, D. A. (2009). Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Penso Editora.

SHULMAN, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard educational review, 57(1), 1-23.

SHULMAN, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational researcher, 15(2), 4-14.

SILVA, K. A. Crenças no ensino-aprendizagem e na formação de professores de línguas: pontos e contrapontos. In.: SILVA, K. A. (Org.). **Crenças, discursos e linguagem: volume 2**. Campinas, SP: Pontes, 2011.

SILVA, Simone Dias. **Desenvolvimento Profissional Docente: Metodologia Lesson Study adaptada para o uso de material curricular em sala de aula**. Editora Dialética, 2022.

STEPANEK, J., APPEL, G., LEONG, MT e MITCHEL, M. **Leading Lesson Study: um guia prático para professores e facilitadores**. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2007.

STIGLER, J. W., & HIEBERT, J. . The teaching gap. Free Press, 1999.

SUNAGA, A.; CARVALHO, CSD As tecnologias digitais no ensino híbrido. In: BACICH, L.; TANZINI NETO, A.; TREVISANI, FDM (.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 141-154.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez editora, 2022.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa - ação. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

TROUCHE, L. Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques: nécessité des orchestrations. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. v..25, pp. 91-138, 2005

TROUCHE, L.; GUEUDET, G.; PEPIN, B. Documentational approach to didactics. In: LERMAN, S. (ed.). Encyclopedia of Mathematics Education. New York: Springer, 2018.

UTIMURA, Grace Zaggia. **Conhecimento profissional de professoras de 4º ano centrado no ensino dos números racionais positivos no âmbito do estudo de aula**. 2019. 195f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)—Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris, Armand Colin, 1995.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris, Armand Colin, 1995.

SOTO GÓMEZ, E. PÉREZ GOMEZ, A **Lessons studies: un viaje de ida y vuelta recreando el aprendizaje comprensivo**. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, v. 33, n 292, pp. 15-28, 2015.

VERGNAUD, G. A teoria dos campos conceituais. In: BRUN, J. (Coord.). **Didáticas das Matemáticas**. Tradução de M. J. Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. Publicado em: **Recherches en didactique des Mathématiques**, Grenoble, La Pensée Sauvage Éditions, v. 10-23, p. 133-170, 1991.

VERGNAUD, G. The theory of conceptual fields. In L.P. Steffe; P.Nesher; P.Cobb, G.A. Goldin; B.Greer (Eds.) **Theories of Mathematical Learning, Mahwah**. Lawrence Erlbaum Ass. p. 219-239, 1996.

VERGNAUD, G. A teoria dos campos conceituais. In: BRUN, J. (Coord.). **Didáticas das Matemáticas**. Tradução de M. J. Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. Publicado em: **Recherches en didactique des Mathématiques**, Grenoble, La Pensée Sauvage Éditions, v. 10-23, p. 133-170, 1991.

VERGNAUD, G. (1993). Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro**. p. 1-26.

VERGNAUD, G. (1996b). A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revista do GEMPA**, Porto Alegre, Nº 4: 9-19.

VERGNAUD, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, 17(2): 167-181.

ZABEL, Marília; DOS SANTOS MALHEIROS, Ana Paula. **Prática como Componente Curricular: entendimentos, possibilidades e perspectivas** About math teaching practice in distance education: understanding, possibilities and prospects. *Educação Matemática Pesquisa*: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, v. 20, n. 1, 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa “**O MODELO DA METAORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ASSOCIADO À METODOLOGIA LESSON STUDY: IMPLICAÇÕES NA CONSTITUIÇÃO PROFISSIONAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA EM FORMAÇÃO INICIAL NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**” no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática cuja pesquisadora responsável é a mestrandia Adriana de Souza Groschke, orientada pelo Prof. Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa. A pesquisa visa a analisar o processo de formação inicial de professores de matemática, à luz da teoria da Metaorquestração Instrumental. Para isto, uma metaorquestração instrumental será elaborada e aplicada segundo a metodologia de ensino Lesson Study. Para tanto, adentraremos mais especificamente nas intencionalidades desta pesquisa, sendo elas: (1) Formação teórico-prática sobre a orquestração instrumental aos licenciandos; (2) Promoção da interação entre discentes - conjunto de recursos, grupo de discentes – conjunto de recursos, com os quais eles estarão trabalhando; (3) Desenvolvimento do trabalho documental, tanto individual quanto coletivo, dos discentes participantes da pesquisa. Como técnicas de coleta de dados usaremos: Observação, filmagem e entrevista. Como instrumentos de coleta de dados: Google Meet (link de acesso: <https://meet.google.com/ihu-essk-wse>) e formulários online que contemplam: diário de bordo, análise dos pares, entrevista pós-aula, planejamento de orquestração 1 e 2, mapeamento de recursos e planejamento e replanejamento da orquestração instrumental, disponíveis no pelo link de acesso - https://drive.google.com/drive/folders/1T9EJGEUk2IXAWqxeM6xo2J1uZbaCGSSu?usp=share_link. Os dados produzidos serão: Registro cursivo resultantes das observações dos discentes e do pesquisador e vídeos de todas as etapas do estudo. Como benefícios da

pesquisa, destacamos: a Formação teórico-prática sobre a orquestração instrumental aos discentes da Licenciatura em Matemática; a promoção da interação entre discentes da Licenciatura em Matemática - conjunto de recursos, grupo de discentes da Licenciatura em Matemática – conjunto de recursos, com os quais eles estarão trabalhando; e Desenvolvimento do trabalho documental, tanto individual quanto coletivo, dos discentes da Licenciatura em Matemática ao longo da disciplina e após o estudo. Você está sendo convidado por ser discente do curso de Licenciatura em Matemática da UFAM, campus Manaus, ser maior de 18 anos de idade e estar matriculado na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Matemática II. Você tem de plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que recebe no decorrer da disciplina. Caso aceite participar, sua participação consiste em realizar as atividades propostas pelos pesquisadores e permitir que os pesquisadores usem na pesquisa a análise das tarefas e avaliações realizadas por você durante a disciplina. Solicitamos ainda a autorização para uso exclusivo da pesquisa o registro de imagens ou som, preservando a confidencialidade e privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros. De acordo com a Resolução CNS 466/12, item V, toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e gradações variadas. Ressalte-se ainda o item II.22 da mesma resolução que define como "Risco da pesquisa - possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente". Visando evitar danos à dimensão física dos sujeitos, devido à pandemia da COVID-19, ocasionada pelo vírus SARS-COV-2, todas as etapas do estudo serão realizadas por meio remoto. Visando evitar danos à dimensão psíquica e/ou moral, todos os registros audiovisuais e documentais serão restritos à pesquisa ficando vedada sua exposição para o público externo. Na divulgação dos dados do estudo, a identidade dos sujeitos serão preservadas. Neste estudo estão assegurados o direito a pedir indenizações e cobertura material para reparação a dano, causado pela pesquisa ao participante da pesquisa." (Resolução CNS nº 466 de 2012, IV.3.h, IV.4.c e V.7). Se julgar necessário, você dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida. Garantimos à vocês a manutenção do sigilo e da privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica. Você pode entrar em contato com a pesquisadora responsável, Adriana

de Souza Groschke a qualquer tempo para informação adicional no endereço da pesquisadora na cidade de Manaus-AM, na Rua Ayres de Almeida, 437, Bloco 7, apartamento 201, pelo celular (92)981939435 ou pelo e-mail institucional agroschke@ufam.edu.br, pode também entrar em contato com o orientador Prof. Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa, na Sala 27 do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas, campus Manaus, pelo celular (92)991931758 ou pelo e-mail institucional sfeitosa@ufam.edu.br. Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, Email: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Este documento (TCLE) possui duas vias, que serão rubricadas em todas as suas páginas pelo participante e pela pesquisadora responsável, exceto a página que contém a própria assinatura. Deverá ser assinado ao seu término por você e pela pesquisadora responsável, ficando uma via com cada um.

Consentimento pós informação favor assinale um x na opção escolhida e em seguida assine este documento:

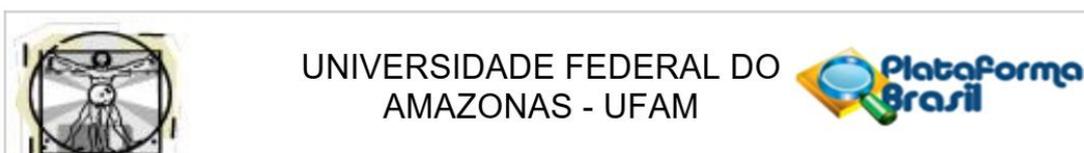
() Li e concordo () Li e não concordo

Manaus, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do Participante

Impressão Dactiloscópica

Assinatura da Pesquisadora Responsável

APÊNDICE B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

Continuação do Parecer: 5.997.731

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 12 de Abril de 2023

Assinado por:

Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))

APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: DIÁRIO DE BORDO (LINCECIANDOS)

Diário de Bordo

O diário de bordo tem como objetivo facilitar o registro das atividades, permitindo ao articulador refletir sobre a sua prática e procedimento de sua tarefa. De acordo com Porlán e Martín (1997), essa ferramenta pode ser compreendida como um guia de reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução da práxis e seus modelos de referência.

*Obrigatório

1. E-mail *

2. Nome completo *

3. Em relação aos recursos empregados na execução da orquestração, você concorda que foram usados em todas as suas potencialidades?

Marcar apenas uma oval.

- Concordamos totalmente
- Concordamos
- Neutro
- Discordamos
- Discordamos totalmente

4. Em relação a habilidade da equipe no manuseio dos recursos usados na execução da orquestração, como você classificaria?

Marcar apenas uma oval.

- Excelente
- Muito bom
- Bom
- Regular
- Ruim

5. Na aula com que frequência os estudantes eram chamados a participar ativamente? Isto é, com que frequência foram propostas situações visando o desenvolvimento da iniciativa, da criatividade e da habilidade de falar em público?

Marcar apenas uma oval.

- Muito frequentemente
- Frequentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nenhuma vez

6. Na aula com que frequência você e sua dupla se mostraram preocupados em saber se o conteúdo estava sendo compreendido pelos estudantes?

Marcar apenas uma oval.

- Muito frequentemente
- Frequentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nenhuma vez

7. Escreva um relato acerca da orquestração que você e seu par executaram. Neste diário devem constar: descrição de atividades, fotos, reflexões, críticas e comentários. Recomendamos que a equipe de execução discuta em conjunto suas observações acerca da aula e só depois, preencham este diário de bordo.

8. Anexos do discente 2 (Anexe um único PDF)

Arquivos enviados:

**APÊNDICE D - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: ANÁLISE DOS
PARES**

Análise dos pares

***Obrigatório**

1. E-mail *

2. Nome completo: *

3. Dupla avaliada

Marcar apenas uma oval.

Ana e Lucivaldo

André e Naomi

4. O conhecimento do conteúdo específico está relacionado à organização e à quantidade do conhecimento em si, que o professor possui de determinado assunto. Acerca do conhecimento de conteúdo demonstrado pela equipe de execução, você classifica como:

Marcar apenas uma oval.

Excelente

Muito Bom

Bom

Regular

Ruim

5. O conhecimento pedagógico do conteúdo está relacionado ao conhecimento específico para a profissão docente, necessário para ensinar um determinado assunto, de forma que seja compreensível para o aprendiz. Inclui o conhecimento sobre as concepções e preconceitos que os aprendizes formam e trazem consigo e as formas mais úteis de representação do assunto a ser ensinado, as explicações, as analogias mais poderosas, exemplos, ilustrações e demonstrações. Acerca do conhecimento pedagógico demonstrado pela equipe de execução, você classifica como:

Marcar apenas uma oval.

- Excelente
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

6. O conhecimento curricular refere-se ao conhecimento e compreensão que um professor possui dos programas de ensino, dos materiais didáticos que podem ser utilizados nesses programas para o ensino de determinados conteúdos e os que devem ser evitados, ao conhecimento das relações que um determinado conteúdo possui com outros conhecimentos, do próprio currículo ou não. Acerca do conhecimento curricular demonstrado pela equipe de execução, você classifica como:

Marcar apenas uma oval.

- Excelente
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

7. Em relação aos recursos empregados pela equipe na execução da orquestração, você concorda que eles foram usados em todas as suas potencialidades?

Marcar apenas uma oval.

- Concordo totalmente
- Concordo
- Neutro
- Discordo
- Discordo totalmente

8. Em relação a habilidade da equipe no manuseio dos recursos usados na execução da orquestração, como você classificaria?

Marcar apenas uma oval.

- Excelente
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

9. Na aula com que frequência os estudantes foram chamados a participar ativamente? Isto é, com que frequência foram propostas situações visando o desenvolvimento da iniciativa, da criatividade e da habilidade de falar em público?

Marcar apenas uma oval.

- Muito frequentemente
- Frequentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nenhuma vez

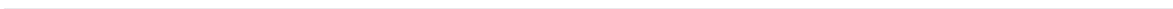
10. Na aula com que frequência os acadêmicos se mostraram preocupados em saber se o conteúdo estava sendo compreendido pelos estudantes?

Marcar apenas uma oval.

- Muito frequentemente
- Frequentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nenhuma vez

11. Escreva aqui sua análise acerca da orquestração que foi aplicada. Você pode colocar reflexões, críticas e comentários acerca do uso dos recursos, da gestão do tempo, da gestão dos participantes, dos objetivos de aprendizagem, sobre o modo de execução da orquestração e tudo mais que achar importante. *

12. Escreva uma sugestão que, na sua visão, poderia contribuir para o aperfeiçoamento da orquestração.



**APÊNDICE E - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: PLANEJAMENTO DA
ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL**

Planejamento da Orquestração Instrumental

Identificação da equipe :

1. Executores (nome completo)

2. Observadores (nomes completos)

Configuração Didática

Uma configuração didática é um arranjo de artefatos no ambiente, ou, em outras palavras, uma configuração do ambiente de ensino e os artefatos envolvidos nele (Drijvers et al 2010).

3. Objeto do conhecimento:

4. Gestão dos Participantes: Diga de que forma maneira os participante realizarão as atividades propostas durante a aula?

Marque todas que se aplicam.

- Individual
- Em grupo
- Momentos individual e momentos em grupo

5. Objetivo Geral (ver BNCC e/ou Matriz de referência do SAEB ou do ENEM)

6. Objetivos Específicos (Descreva o que será feito na busca de atingir o objetivo geral da orquestração).

GESTÃO DOS RECURSOS

7. Recursos usados durante o planejamento da orquestração. Para cada recurso, descreva sua finalidade (Notebooks, livros, softwares, etc.)

8. Recursos previstos para serem usados durante a execução da orquestração. Para cada recurso, descreva sua finalidade (Notebooks, livros, softwares, etc.).

9. Gestão do tempo. Descreva o tempo total da orquestração e como esse tempo será dividido.
