

Metaorquestração instrumental: estudos e desdobramentos

Rosilangela Lucena

Universidade de Pernambuco
Recife, PE — Brasil

✉ rosi.lucenasc@gmail.com

id [0000-0002-0470-879X](https://orcid.org/0000-0002-0470-879X)

Camila Mendonça Moraes

Instituto Federal de Educação de Pernambuco
Recife, PE — Brasil

✉ camila.morais@paulista.ifpe.edu.br

id [0000-0002-7000-2525](https://orcid.org/0000-0002-7000-2525)

Verônica Gitirana


Universidade Federal de Pernambuco
Paudalho, PE — Brasil

✉ veronica.gitirana@gmail.com

id [0000-0003-2594-4203](https://orcid.org/0000-0003-2594-4203)



2238-0345 

10.37001/ripem.v13i3.3349 

Recebido • 28/02/2023

Aprovado • 20/05/2023

Publicado • 10/09/2023

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: O presente artigo discute a trajetória do modelo da metaorquestração instrumental (MOI), com ênfase para seus estudos, resultados e extensões. A metaorquestração instrumental, desenvolvida como solução para a formação docente a partir da orquestração instrumental (OI), contou com o desenvolvimento de conceitos, como a metassituação, a metaconfiguração didática e o metamodo de execução. Um estudo experimental com sua análise levou ao desenvolvimento de instrumentos de visualização dos dados em uma situação de análise interna à OI. Esses conceitos e instrumentos de análise foram utilizados em pesquisas que seguiram o modelo da MOI, como a extensão da MOI para a formação interdisciplinar. Os conceitos de reação *ad hoc*, artefatos como *webdoc* didáticos e análise dos eventos entre orquestrações mostram seu potencial e subsidiam novas pesquisas para a formação docente na integração das tecnologias digitais.

Palavras-chave: Metaorquestração Instrumental. Orquestração Instrumental. Tecnologias Digitais. Formação Docente. Interdisciplinaridade.

Instrumental Meta-Orchestration: studies and outspreads

Abstract: This paper discusses the trajectory of the instrumental meta-orchestration model (IMO) development, studies and results, and extensions. Instrumental meta-orchestration, developed as a solution for teacher training on instrumental orchestration (IO), relied on its development of concepts such as meta-situation, didactic meta-configuration, and meta-exploration model. An experimental study with its analysis led to the development of data visualisation instruments in an internal analysis context at the IO. These concepts and analysis instruments were used in research that followed that of the IMO, such as the extension of the IMO to interdisciplinary teachers' education. The concepts of ad hoc reaction, artefacts such as didactic webdoc, and analysis of events between orchestrations show their potential and subsidise new research for teacher training in integrating digital technologies.

Keywords: Instrumental Meta-Orchestration. Instrumental Orchestration. Digital Technologies. Teacher Education. Interdisciplinarity.

Meta-Orquestación Instrumental: estudios y desarrollos

Resumen: El presente artículo discute la trayectoria del desarrollo del modelo de meta-

orquestración instrumental (MOI), estudios y resultados, sus extensiones. La meta-orquestración instrumental, desarrollada como una solución para la formación de docentes en Orquestración Instrumental (OI), se basó en el desarrollo de conceptos como meta-situación, meta-configuración didáctica y meta-modo de ejecución. Un estudio experimental con su análisis condujo al desarrollo de instrumentos de visualización de datos en una situación de análisis interna en la OI. Estos conceptos e instrumentos de análisis fueron utilizados en investigaciones posteriores a MOI, como la extensión de la MOI a la formación interdisciplinaria. Los conceptos de reacción ad hoc, artefactos como webdoc didáctico, análisis de eventos entre orquestraciones muestran su potencial y subsidian nuevas investigaciones para la formación de docentes en la integración de tecnologías digitales.

Palabras clave: Meta-Orquestración Instrumental. Orquestración Instrumental. Tecnologías Digitales. Formación Docente. Interdisciplinarietàad.

1 Introdução

Um dos aspectos primordiais para a eficácia dos recursos digitais no processo de ensino e aprendizagem é a integração desse tema à formação docente. Nesse sentido, com relação à inserção de tecnologias digitais à prática profissional, Lucena (2018) toma a orquestração instrumental - OI (Trouche, 2005; Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravmeijer, 2010) como modelo que tem auxiliado a preparação de aulas que utilizam diferentes artefatos os quais auxiliam seus aprendizes na gênese instrumental. Isso, conforme a autora, deve ser feito com base em uma formação docente reflexiva, particularmente na área da matemática, de modo que o futuro professor seja capaz de construir essas orquestrações instrumentais em sua prática.

Em sua tese, Lucena (2018) investigou uma turma de licenciandos em matemática na construção do modelo denominado metaorquestração instrumental (MOI). Entre os diversos resultados relevantes para a formação docente, Lucena traz à tona a composição de Orquestrações Instrumentais e alguns outros elementos, a exemplo das reações dos licenciandos, denominadas reações *ad hoc*. Além disso, a autora analisou a configuração didática entre orquestrações instrumentais, metaconfiguração didática, metamodo de execução e as reações *ad hoc*, tomadas em momentos de orquestrações instrumentais.

Desse modo, muitos resultados e técnicas de análise dos dados gerados pelas orquestrações instrumentais tornaram-se fonte para novos estudos desenvolvidos no âmbito do Grupo de Estudos sobre Recursos para a Educação — GERE. Nessa perspectiva, cabe aludir ao trabalho de Morais (2021), o qual expande a ideia da metaorquestração instrumental para investigar um modelo da formação interdisciplinar no contexto do ensino técnico integrado ao médio. Vale, ainda, mencionar os estudos de Pontes (2022), que se inspira no referido modelo para gerar uma composição de OI para a formação docente, com foco nas metodologias ativas. Nessa mesma direção, com o advento da pandemia, Gitirana e Lucena (2021) desenvolveram uma adaptação com base nos princípios da Meta OI e da OI, culminando nas OI *on-line* de formação docente e nas OI *on-line*. Em vista disso, este artigo discute alguns elementos deste percurso de estudos do grupo, iniciado com os trabalhos de Lucena (2018).

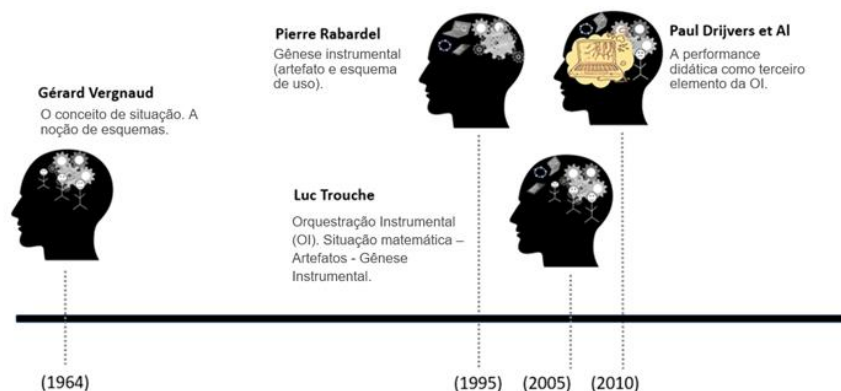
2 A metaorquestração instrumental

O desafio de oferecer um diferencial ao ensino de matemática com integração de tecnologias digitais inspirou Trouche (2005) a desenvolver um modelo teórico-metodológico capaz de contribuir para a criação e a gestão de uma estrutura que favoreça a prática docente nas aulas de matemática. Esse diferencial não emerge da simples inserção de artefatos, mas no uso integrado, intencional e sistematizado destes meios com os conhecimentos específicos que

se desejam ensinar e aprender.

A orquestração instrumental é um modelo teórico (Figura 1) constituído pela noção de esquema e situação (Vergnaud, 1996b); pelo conceito de gênese instrumental (Rabardel, 1995); pelas etapas de configuração didática e modo de execução, ambas criadas por Trouche (2005); e pela etapa de performance didática, criada por Drijvers *et al.* (2010).

Figura 1: Percurso da construção da metaorquestração instrumental



Fonte: Adaptado de Lucena (2018, p. 34)

A integração entre uma situação matemática e um artefato que ajude o sujeito a resolvê-la demanda uma arquitetura que favoreça a gênese instrumental desse sujeito. É nessa direção que Trouche (2005) apresenta a metáfora da orquestração instrumental, a qual compara a sala de aula a uma orquestra, na qual o professor é o maestro, e os estudantes são os instrumentistas. Em linhas gerais,

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 (Trouche, 2005, p. 126).

No contexto da orquestração instrumental, um arranjo é criado pelo maestro, constituído de uma situação, que, segundo Vergnaud (1996b), tem o sentido de tarefa. Esta, uma vez proposta aos estudantes, demanda esquemas de uso, de modo que sua resolução seja feita com suporte do artefato disponibilizado. Isso ocorre porque o foco da orquestração instrumental é a gênese instrumental dos estudantes, ocasionada pelos processos de instrumentalização e instrumentação, que caracterizam o modo como o sujeito transforma um artefato em instrumento para resolver tarefas — nesse caso, situações matemáticas.

Nessa perspectiva, Rabardel (1995) apresenta o artefato como algo material ou simbólico, produzido para o sujeito ou para outros. Os esquemas de uso de um sujeito, associados ao artefato, permitem sua seleção, descoberta de funções e desvios, o que caracteriza o processo de instrumentalização. De forma imbricada, à medida que o sujeito busca conhecer o artefato e transformá-lo por meio de seus esquemas de uso, ele também sofre transformações ocasionadas pela acomodação, coordenação e assimilação recíproca dos esquemas já constituídos, processo chamado de instrumentação.

Em outras palavras, quando um maestro cria uma orquestração instrumental, suas escolhas didáticas são guiadas pela situação proposta por ele. É relevante considerar tal aspecto porque, quando o sujeito está em ação de resolução da situação, ele é conduzido por seus

esquemas de uso, os quais se relacionam ao artefato disponibilizado, fato que poderá resultar em sua gênese instrumental. Segundo Vergnaud (1996b), “não há esquemas sem situação, nem situação sem esquemas”. Por essa razão, havendo a situação, os esquemas de uso dos sujeitos, correlatos aos artefatos a ela integrados, sejam eles esquemas já existentes ou os que se desenvolvem ao longo das tentativas de resolução, são fios condutores das gêneses instrumentais.

Nesse âmbito, vale ressaltar que, para Vergnaud (2013, p. 284-285), o esquema é a organização invariante da atividade para uma determinada classe de situações. Trata-se de uma totalidade dinâmica e funcional formada por quatro componentes: objetivo, com subobjetivos e antecipações; regras de ação, também de tomadas de informação e de controle; invariantes operatórios, que são os conceitos-em-ação e teorema-em-ação; e possibilidades de inferências em situação. Nessa seara, Lucena (2018) alerta sobre o desafio para quem investiga os esquemas de um sujeito, visto que observá-los não é algo tão simples. Vergnaud (2013), por sua vez, explica que isso não é uma tarefa fácil, pois os componentes do esquema nem sempre são explicitados, de maneira que muitas informações sobre esse esquema ficam implícitas. Logo, observar as ações do sujeito e confrontá-lo sobre tais ações pode ajudar na identificação de seus esquemas ou de seus componentes.

No âmbito da sala de aula de matemática, cabe ao professor a responsabilidade de criar orquestrações instrumentais (Figura 2) que favoreçam a gênese instrumental dos estudantes e, também, as suas próprias análises sobre como isso acontece. Dessa forma, é necessária a proposição de uma situação integrada a um ou mais artefatos para sua resolução e, ainda, a organização das etapas da orquestração.

Na configuração didática, o maestro inicia a organização do arranjo a partir de decisões e escolhas didáticas que envolvem a situação proposta, suas condições e restrições. Somado a isso, incluem-se as tecnologias a serem disponibilizadas para resolver a situação, o tempo de resolução e organização dos sujeitos. Já no modo de execução, o professor deverá realizar análises a priori, na perspectiva de prever estratégias de resolução da situação, dificuldades ou problemas quanto ao uso das tecnologias disponibilizadas. Por fim, definem-se funções e papéis do professor e dos estudantes, assim como a elaboração de um “plano B” para possíveis intercorrências previstas.

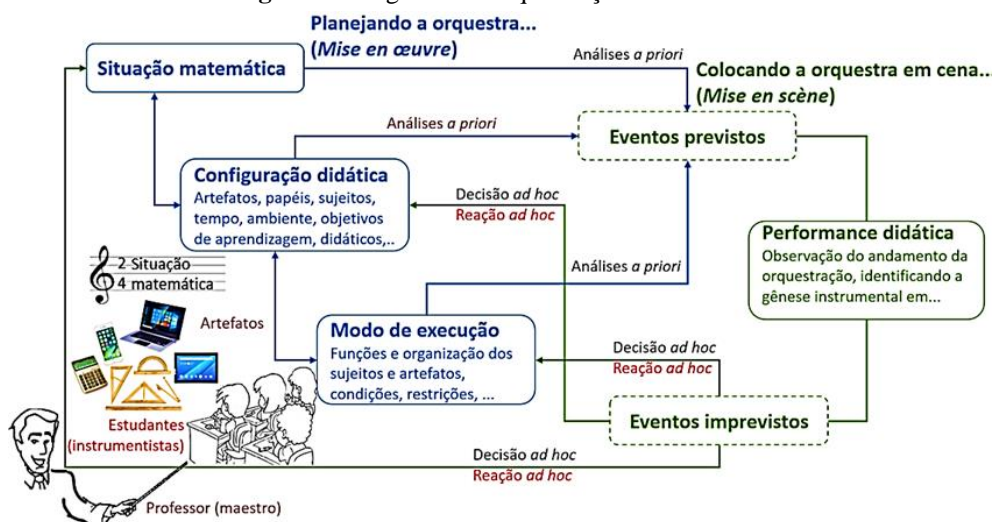
Uma vez em plena execução, a orquestração instrumental dará ao maestro a oportunidade de verificar seu desempenho didático, o qual consiste no acompanhamento da execução da orquestração instrumental em pleno desenvolvimento, a fim de se verificar o seu sucesso ou não. É nessa etapa que se podem observar os eventos imprevistos, para os quais cabem decisões *ad hoc*, ou seja, decisões pontuais do professor para resolver eventos que podem prejudicar o bom andamento da orquestra. Também se observam as reações *ad hoc* tomadas pelos estudantes quando são surpreendidos por eventos que não esperavam que ocorressem enquanto resolvem a situação.

A performance didática cumpre um papel importante na coleta de dados por parte dos envolvidos na orquestra. Essa etapa possibilita o registro das primeiras impressões e de eventos imprevistos, dos fatos que ocorrem, mas não são captados ou lembrados pelos sujeitos, e podem ser registrados por câmeras fotográficas, *softwares* de computadores ou filmadoras, por exemplo. A análise desses dados permite observar a relação do sujeito com o artefato, seus esquemas de uso ou seus componentes, o que favorece a inferência a respeito da gênese instrumental do sujeito e as reais contribuições da orquestra nesse processo.

Ao perceber a relevância do modelo teórico de orquestração instrumental para integração de tecnologias digitais ao ensino de matemática, Lucena (2018) decide desenvolver

um modelo inspirado na OI para formar professores de matemática sobre a Meta OI — Metaorquestração instrumental — definida como a gestão sistemática e intencional, por um agente (formador(es)) dos artefatos e dos sujeitos (professores e futuros professores) confrontados com uma metassituação, com o objetivo de se apropriarem do conceito de orquestração instrumental. Uma metassituação pode ser entendida como uma situação complexa a qual pode ser analisada a partir de uma combinação de situações de natureza e dificuldade próprias. Vale salientar que se entende por situação a noção atribuída por Vergnaud (1996a, p. 167).

Figura 2: Diagrama da orquestração instrumental



Fonte: Lucena (2018, p. 125)

Dessa forma, Lucena (2018) organiza uma composição de orquestrações instrumentais, considerando as características (Figura 3) que são inerentes ao modelo. Ele é sistemático, pois permite a organização estruturada conforme parâmetros pré-estabelecidos; intencional, visto que guia as decisões de quem orquestra, rumo aos objetivos que se deseja alcançar; composto, ou seja, formado por orquestras que podem ser sequenciadas ou imbricadas; articulador, evitando que as orquestras se configurem em atividades isoladas e estanques; rico em tecnologias, uma vez que estão no cerne da gênese instrumental; propício à interação, já que as orquestras podem ser executadas individualmente ou em coletivo, de forma cooperativa ou colaborativa; adaptável, uma vez que permite, a qualquer tempo da execução de qualquer uma das orquestrações, que alterações sejam realizadas; e, por fim, é flexível quanto a mudanças internas ou externas às orquestrações instrumentais que compõem o modelo, inclusive, no que diz respeito ao conteúdo de formação.

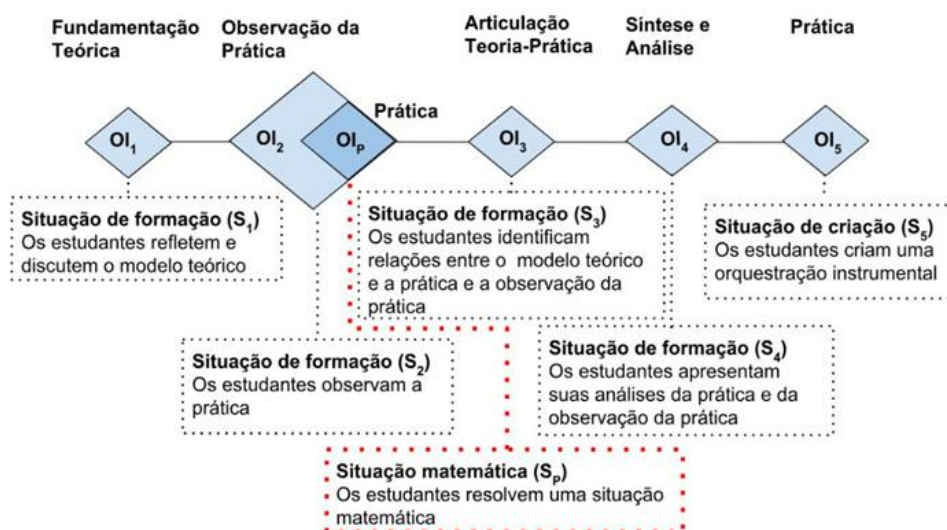
Figura 3: Características da metaorquestração instrumental



Fonte: Lucena (2018, p. 347)

O *design* externo da metaorquestração instrumental (Figura 4) revela toda estrutura de formação do modelo e coloca em evidência a natureza de cada orquestração instrumental e de suas respectivas situações.

Figura 4: Características da metaorquestração instrumental



Fonte: Lucena (2018, p. 134)

A OI₁, de fundamentação teórica, apresenta uma situação que permite a reflexão e discussão, em um fórum, sobre conceitos relativos à OI, explorados em um *webdoc*. A OI₂, de observação da prática, tem situação de observação, acompanhamento e registro do que ocorre na OI_{pivot}, que é uma orquestra central de onde emergem exemplos práticos de conceitos estudados no *webdoc* e discutidos na OI₁. A OI₂ e OI_{pivot}, por sua vez, são vivenciadas de forma simultânea. A OI₃, de articulação teórico-prática, apresenta uma situação de reflexão e discussão, em um fórum, sobre conceitos e vivências experimentadas nas orquestrações anteriores. A OI₄, de síntese e análise, dá aos participantes a oportunidade de ter acesso aos dados gerados por eles mesmos para analisá-los e compartilhar seus resultados com suporte em recurso de apresentação. Por fim, a OI₅, de natureza prática, propõe uma situação de criação para os participantes da formação, momento em que são desafiados a criar sua própria orquestração instrumental.

A composição de orquestrações instrumentais fundamentadas na OI, e para apreensão de conceitos correlatos à OI, é caracterizada por uma forte articulação. Artefatos disponibilizados e protocolos criados pelos participantes podem ser utilizados ou transformados. Um exemplo disso é o *webdoc* (Figura 5), disponibilizado na primeira orquestração, mas utilizado ao longo de toda a formação pelos participantes. O *webdoc* é um documento multimídia, desenvolvido para fins didáticos e para um público específico — futuros professores de matemática que visam se apropriar do modelo teórico da orquestração instrumental. Trata-se de um texto atrativo que aumenta as chances de leitura dos participantes, o qual é indispensável para a apreensão de conceitos.

O *webdoc* da Figura 5 discute conceitos que fundamentam a orquestração instrumental, como, a noção de esquema e de situação, segundo Vergnaud (1996b); a relação artefato-instrumento, a gênese instrumental e os processos de instrumentalização e instrumentação. Também discute sobre a configuração didática, o modo de execução e a performance didática. Todo o conteúdo é fortemente exemplificado por meio de ilustrações, vídeos, histórias em quadrinhos e imagens. O *webdoc* foi criado para incentivar a leitura do texto e para facilitar a compreensão dos conceitos estudados. Esse artefato pode ser acessado gratuitamente por meio

do link de acesso cedido pelo Grupo de Estudos em Recursos para a Educação — GERE — UFPE.

Figura 5: Interface parcial do *webdoc* didático sobre orquestração instrumental



Fonte: <https://geregroup.site/webdocs/webdoc3/>

A metaorquestração instrumental apresenta eventos externos às orquestrações nos intervalos de tempo em que cada uma é executada. Esses eventos, geralmente, não são previstos, e podem levar o formador a alterar a situação ou os elementos previamente definidos para as orquestrações instrumentais. Trata-se de decisões ou reações *ad hoc* tomadas, respectivamente, pelo professor e pelos estudantes, as quais precisam ser registradas e analisadas na perspectiva de melhoramento do modelo de formação, considerando os resultados obtidos a partir das adaptações e modificações realizadas nas situações e orquestrações instrumentais. Na Figura 6, pode-se observar o *design* da metaorquestração instrumental, assim como o registro dos eventos imprevistos (box rosa) que ocorreram entre as orquestrações instrumentais ao longo da formação. Tais eventos demandaram decisões *ad hoc* das formadoras (box amarelo) e também reações *ad hoc* (box verde) dos estudantes.

Figura 6: Eventos entre orquestrações instrumentais



Fonte: Lucena (2018, p. 342)

É válido ressaltar que eventos imprevistos correlatos ao trabalho desenvolvido pelos participantes da formação podem ocorrer longe do campo de observação do formador, inclusive, podem não ser registrados pelas câmeras. No entanto, é possível questionar sobre a conduta dos participantes e sobre as estratégias de resolução da situação para identificar tais eventos e as decisões tomadas para resolvê-los.

3 O estudo principal e a estrutura de análise dos dados

A metaorquestração instrumental é um modelo teórico-metodológico que apresenta diversidade de dados, haja vista as diferentes naturezas das orquestrações instrumentais que a compõem e suas respectivas situações. Dessa forma, é natural que os dados que emergem da execução dessas orquestrações instrumentais demandem diferentes instrumentos de coleta e análise que contemplem suas características. Após a realização de um estudo preliminar, um refinamento no referido modelo ocasionou o estudo principal, que permitiu a criação e adaptação de instrumentos de coleta e de análise, os quais foram utilizados para compor a estrutura de análise deste estudo e de outros que vêm sendo desenvolvidos. Nesse texto, apresentaremos um recorte da estrutura de análise da metaorquestração instrumental, contemplando apenas a OI_1 , OI_2 e OI_p , visto que, na OI_3 e na OI_4 , fizemos uso de instrumentos iguais ou semelhantes, considerando a natureza dos dados.

O estudo principal foi realizado em uma instituição pública de ensino superior, em uma turma do 3º período do curso de licenciatura em matemática. A formação ocorreu em uma disciplina que incluía, em seu programa, o ensino de teorias didáticas da matemática. Foram propostas situações para serem vivenciadas de modo presencial e outras à distância. A turma de 24 licenciandos matriculados participou da formação, variando a presença. Os discentes foram organizados em 6 grupos, sendo os dados do grupo D escolhidos para análise, haja vista todos os participantes terem vivenciado a formação por completo, além da boa qualidade de áudio e imagem dos vídeos desse grupo.

A formação foi realizada em seis horas presenciais, das quais duas horas foram destinadas aos experimentos da OI_2 e OI_p , e quatro horas destinadas às apresentações da OI_4 . Já as OI_1 e OI_3 foram realizadas à distância, sendo que os dados – as perguntas e as respostas dos participantes — foram postados em um fórum do *Google groups*, relativamente à leitura do *webdoc* na OI_1 e às que correlacionaram os eventos dos experimentos da OI_2 e OI_p com a leitura do *webdoc*. Nas OI_2 , OI_p e OI_4 , os dados emergem das filmagens, bem como dos protocolos de observação — OI_2 , dos arquivos do GeoGebra e captura de tela — OI_p e dos diaporamas, utilizados para apresentação da análise da OI_p — OI_4 .

A estrutura de análise da Metaorquestração Instrumental contempla os eventos internos e externos, que emergem da execução de cada uma das orquestrações instrumentais. Assim, a coleta, organização, caracterização e análise dos eventos que revelam aspectos da gênese instrumental dos participantes são o foco primordial para verificação da apreensão desses elementos sobre a orquestração instrumental. A performance didática de cada orquestração permitirá não apenas a inferência sobre a gênese instrumental dos participantes ao longo da formação, mas, também, sobre a real contribuição da orquestra enquanto suporte. A técnica de análise microgenética apoiada na videografia foi escolhida na perspectiva de nortear a coleta, a organização, a caracterização e a análise dos dados.

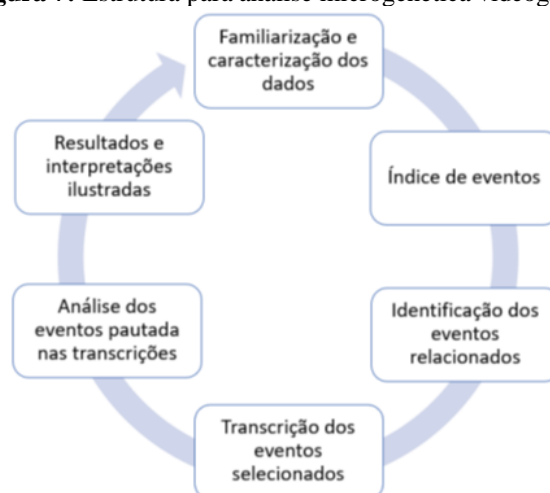
A análise microgenética videográfica é uma técnica estruturada em etapas (Figura 7), as quais foram seguidas rigorosamente. Nesse momento, foram realizadas a *familiarização* e a *caracterização dos dados*, de modo que foi necessário assistir aos vídeos reiteradas vezes, a fim de anotar e identificar eventos que tinham alguma relação com o problema de pesquisa.

Além disso, foi criado um índice de eventos pautado em temáticas relevantes à pesquisa, identificadas na etapa de familiarização. Foi feita, também, a identificação dos eventos significativos e relacionados ao problema de pesquisa, a partir de uma análise interpretativa e rigorosa desses eventos. Foram feitas, ainda, as transcrições literais dos áudios dos eventos e descrições detalhadas das ações e dos gestos dos sujeitos presentes nos eventos selecionados. Por fim, procederam-se as análises exaustivas das transcrições, visando a interpretações coerentes dos microprocessos correlatos à atividade e à sua caracterização, bem como a ilustração dos resultados e interpretações.

De acordo com Lucena (2018), essa técnica permite analisar condutas individuais e em grupo, caracterizadas em eventos correlatos ao problema de pesquisa, de forma minuciosa. Para Meira (1994),

a Videografia (estudo da atividade por meio de filmagens em vídeo) e a Análise Microgenética (estudo detalhado da evolução das relações entre agentes e situações) combinam-se para formar um modelo de coleta e análise de dados que permite uma interpretação robusta e consistente dos mecanismos psicológicos subjacentes à atividade humana (Meira, 1994, p. 59).

Figura 7: Estrutura para análise microgenética videográfica

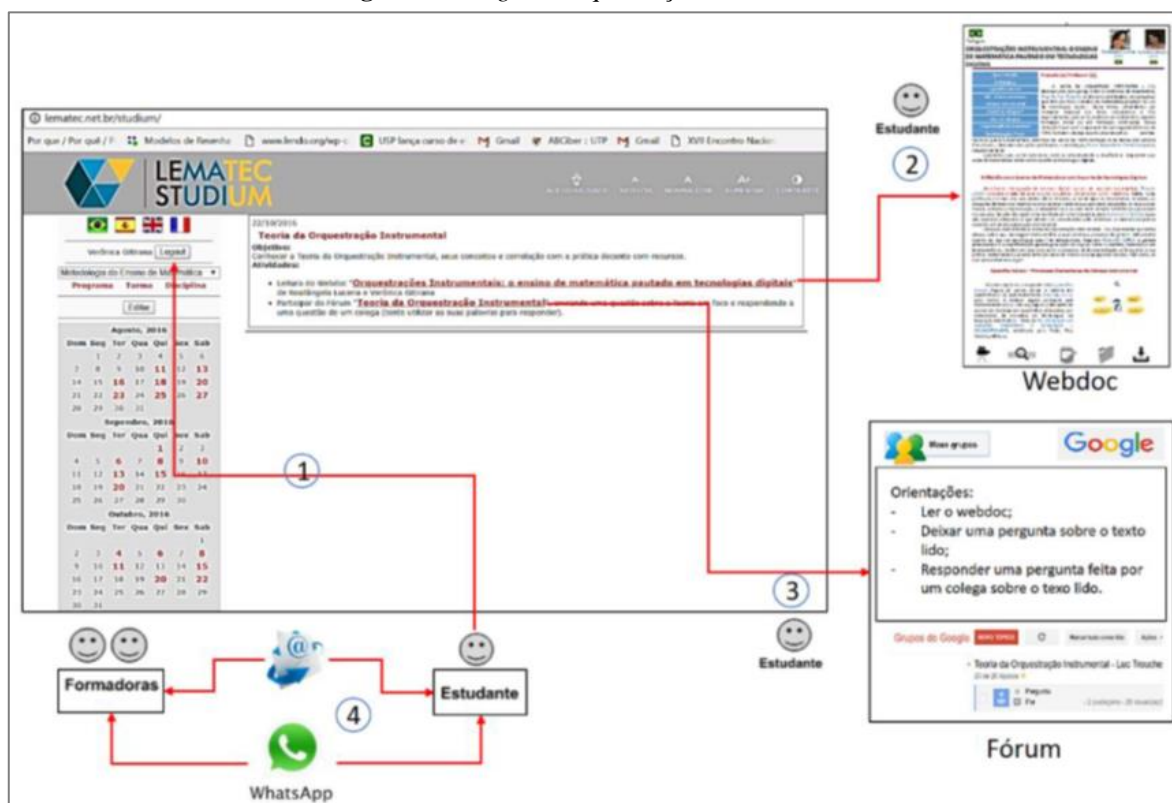


Fonte: Lucena (2018, p. 67)

A técnica de análise microgenética videográfica foi usada para nortear a criação de instrumentos para coleta, organização e análise de dados, considerando suas especificidades. É relevante, neste texto, apresentar uma síntese de como as análises das orquestrações instrumentais que compõem a metaorquestração instrumental foram realizadas. Para isso, colocaremos em evidência recortes da performance do estudante EA1, ao longo da formação, na busca de apreender o conceito de configuração didática.

Na orquestração instrumental OI_1 , a situação proposta objetivava introduzir e discutir o modelo teórico da orquestração instrumental em um fórum, com base na leitura de um *webdoc* com exemplos. O *design* (Figura 8) a seguir evidencia aspectos da configuração didática e do modo de execução dessa orquestra. Ao acessar a plataforma da disciplina (1), o estudante deve ler atentamente as orientações sobre a situação de formação da OI_1 e clicar no link de acesso ao *webdoc* (2). Depois de sua leitura, ele deve acessar o segundo link, que corresponde ao fórum do *google groups* (3), onde deixará uma dúvida e uma resposta à dúvida de um colega. Caso necessite de ajuda, o licenciando poderá entrar em contato com as formadoras por *e-mail* ou pelo *WhatsApp* da turma.

Figura 8: Design da orquestração instrumental 1



Fonte: Lucena (2018, p. 142)

Para analisar os dados em forma de pergunta e resposta, foi necessário criar um instrumento que desse conta de organizar esse conteúdo. No Quadro 1, temos um exemplo de como a temática “configuração didática” foi explorada pelo participante EA₁ (grupo D) para fazer uma pergunta após a leitura do *webdoc*. No Quadro 1, há a descrição da pergunta e da resposta de dois componentes de esquemas de EA₁ (grupo D), ou seja, regras de ação e invariantes operatórios, e, por fim, a caracterização do modo de engajamento com o *webdoc*, isto é, a forma como ele usou o artefato para realizar a tarefa.

Quadro 1: Postagens de EA1 (Grupo D) sobre a Configuração Didática

Eventos (Temáticas)	Pergunta	Resposta	Regras de Ação	Invariantes operatórios (conhecimentos)	Modos de engajamento
Configuração Didática	EA ₁ /D <i>Na configuração didática, o professor precisa dedicar tempo para prever o que pode ocorrer durante a execução da orquestração. Qual a finalidade disto?</i>	EA ₁ /C A finalidade é evitar surpresas e imprevistos em sala de aula, pois o professor tem de se preocupar com que todos os alunos compreendam a orquestração.	EA ₁ /D – Ler o <i>webdoc</i> ; – copiar e colar um trecho do <i>webdoc</i> transformando-o em uma pergunta, postando-o em novo tópico no fórum. EA ₁ /C – Ler o <i>webdoc</i> ; – formular uma resposta com base na leitura do <i>webdoc</i> – trecho sobre <i>performance</i> didática; – postar resposta formulada, alinhando à pergunta sobre a temática.	EA ₁ /D – O professor precisa prever o que pode ocorrer (modo de execução) no modo de execução da orquestração; – cada elemento da orquestração tem uma finalidade. EA ₁ /C – Entende que a finalidade das previsões feitas pelo professor em relação ao modo de execução da configuração didática é evitar imprevistos que possam impedir que os alunos não compreendam a orquestração.	EA ₁ – Ler texto para escolher trecho afirmativo e transformá-lo em pergunta.

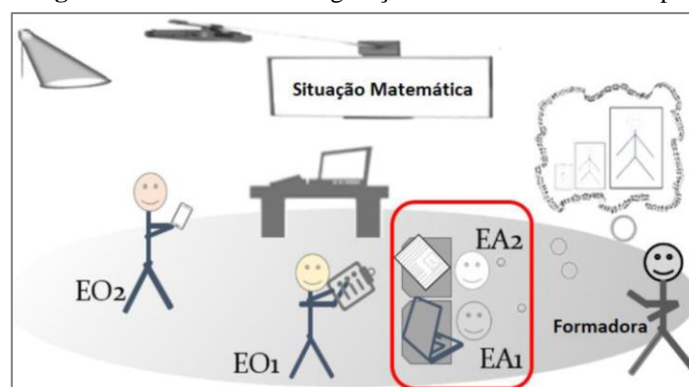
Fonte: Lucena (2018, p. 174)

É possível observar, no Quadro 1, que EA₁ (grupo D) não usa o trecho do *webdoc* para elaborar uma pergunta, mas como corpo de uma afirmação para, em seguida, questionar. Essa prática de ler o texto ou parte dele para escolher um trecho afirmativo e transformá-lo em

pergunta é uma forma de engajamento de EA₁ com o *webdoc*. É importante afirmar que no *webdoc* havia a resposta para essa pergunta, feita por EA₁, o que pode indicar a intenção deste em resolver a tarefa, e não necessariamente compartilhar uma dúvida. Todas as perguntas e respostas dos participantes registradas nos fóruns da OI₁ e OI₃ foram organizadas nesse modelo de instrumentos e posteriormente analisadas, conforme o exemplo do Quadro 1.

Observa-se que a orquestração instrumental 2 ocorre simultaneamente à OI_p (Figura 9), cuja situação consiste em definir critérios, à luz do modelo teórico da orquestração instrumental, para observação de um experimento pautado nesses critérios. Dito de outro modo, enquanto o duo* de EA resolve uma situação matemática, os EO observam e registram os eventos significativos. Por isso, aos EO foi destinada a tarefa de criação de critérios de observação, antes do início da OI_p.

Figura 9: Cenário das configurações didáticas da OI₂ e OI_p¹



Fonte: Lucena (2018, p.186)

No entanto, uma situação inesperada durante a execução da OI₂ dividiu a execução da situação de formação em dois momentos. No primeiro, denominado OI_{2.1}, o grupo decidiu não seguir as regras do protocolo de orientação (Figura 10) destinado apenas aos estudantes-observadores, que consistiam em partilhar, realizar a situação e definir a função de cada participante do grupo, como estudante-observador e estudante-ator, bem como os critérios que iriam nortear a observação. No segundo momento, denominado OI_{2.2}, tem-se a observação da OI_p propriamente dita.

Figura 10: Protocolo de orientação dos EO

Situação de formação: elaborar critérios para observação (anotação e filmagem) da tarefa matemática, fundamentados na Teoria da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2005).

I - Considere, para elaboração dos critérios, os processos de gênese instrumental, os esquemas de utilização, os aspectos de gestão que podem interferir (contribuindo ou não) com a execução da tarefa matemática (condições dadas pelas professoras para realização da tarefa, organização do grupo, escolha de recursos, as ações de cada estudante executor, etc);

II - Considere, durante a observação e a anotação, os critérios elaborados por vocês e as orientações;

Critérios de Observação:

(a) _____

(b) _____

(c) _____

(d) _____

(e) _____

Fonte: Lucena (2018, p.254)

¹ Duo (EA1 e EA2): duas pessoas (estudantes) que interagem para efetuar uma atividade (situação matemática) de forma colaborativa.

Na OI_{2.1}, uma discussão travada entre os integrantes do Grupo D para decidir quem assumiria a função de estudante-observador e estudante-ator foi registrada em vídeo, momento que foi observado, transcrito e analisado. No trecho 1, pode-se perceber o interesse de EA₁ em decidir quem fica com o papel de estudante-observador. O critério que EA₁ utiliza é a verificação de quem leu o texto (*webdoc*) mais ou menos.

Trecho 1: Fala de EA₁ sobre leitura do *webdoc*.

EA₁: *Eu faço assim [...] já que ele leu o texto ... tu leu muita coisa [pergunta a EO2]?*

EA₁: *tu leste mais coisa do texto do que eu.*

EO₁: *eu li o texto, mas faz tempo. Eu tenho que ler de novo.*

EA₁: *eu também.*

EO₁: *eu sei uma coisa ou outra aqui.*

Fonte: Lucena (2018, p. 261)

O conteúdo do Trecho 1 foi organizado no Quadro 2, considerando componentes do esquema de EA₁, regras de ação, invariantes operatórios e possibilidades de inferência. Isso favoreceu a análise da discussão sobre a definição da função de cada integrante do Grupo D.

Quadro 2: Definição e uso do critério “ter lido o *webdoc* para escolha do EO”

Subobjetivo	Regras de ação	Invariantes operatórios	Possibilidades de inferências
Distribuir os papéis entre os membros do grupo.	EA ₁ : definir como critério de escolha para assumir o papel de estudante-observador – ter lido o <i>webdoc</i> . EA ₁ : sondar quem do grupo leu o <i>webdoc</i> para assumir o papel de estudante-observador. EA ₁ : comparar quem leu mais que os demais para assumir o papel de estudante-observador.	EA ₁ : a partir de um critério, pode-se classificar um grupo em dois subgrupos. EA ₁ : se conhecer o <i>webdoc</i> , pode assumir o papel de observador. EA ₁ : se tiver conhecimento de elementos sobre a orquestração instrumental, pode assumir o papel de observador.	EA ₁ : três leram o texto, mas querem ficar na resolução da situação; logo, melhor partir a escolha pela definição de quem atua com o GeoGebra.

Fonte: Lucena (2018, p. 261)

A ideia explícita no Trecho 1 e no Quadro 2 é que quem afirme ter lido mais será o observador, tendo em vista a necessidade de possuir algum domínio sobre a OI para definir os critérios de observação e observar de forma guiada por tais critérios. Quem afirmar ler menos será o estudante-ator. Entretanto, os estudantes não entram em acordo, de maneira que outros critérios são criados e discutidos. Nesse contexto, é relevante destacar a importância de um instrumento funcional, como é o caso dos Quadros 1 e 2, os quais contribuíram para uma análise mais fina dos eventos.

Após definirem a função de cada um do grupo, os componentes partem para definição dos critérios de observação (Trecho 2), inspirados no conteúdo do *webdoc*.

Trecho 2: Definição dos critérios de observação

EO₂: *Profa, os critérios a gente pega do texto, não é isso?*

F₁: *é, [...] você lembra ... leu o texto?*

EO₂: *Sim.*

F₁: *o que é mais importante na orquestração instrumental? Quais são os elementos chaves?*

EO₂: artefato e ambiental!?

F₁: artefato, instrumento, ...

EA₁: a gente já colocou aqui.

F₁: [F₁ passa a ler o papel anotado por eles] relação entre artefato e instrumento, que mais?

EA₂: os esquemas que a gente vai utilizar... [vai baixando a voz ao final da frase].

F₁: os esquemas do grupo.

Fonte: Lucena (2018, pp. 265-266).

Assim, com ajuda da formadora, o grupo D define que o foco da observação estará sobre os eventos em que há estreita relação com o artefato/instrumento, assim, consideraram os processos de instrumentação e instrumentalização. Foca-se, ainda, nos conhecimentos relativos ao GeoGebra e à matemática; nos esquemas colocados em evidência e nos eventos que tenham relação com o tempo de resolução da situação matemática. Esse instrumento (Quadro 2) foi utilizado para organizar o conteúdo do protocolo de observação e para analisar como os observadores relacionaram o que assistiram no experimento da OI_p com o que leram no *webdoc* e discutiram no fórum da OI₁.

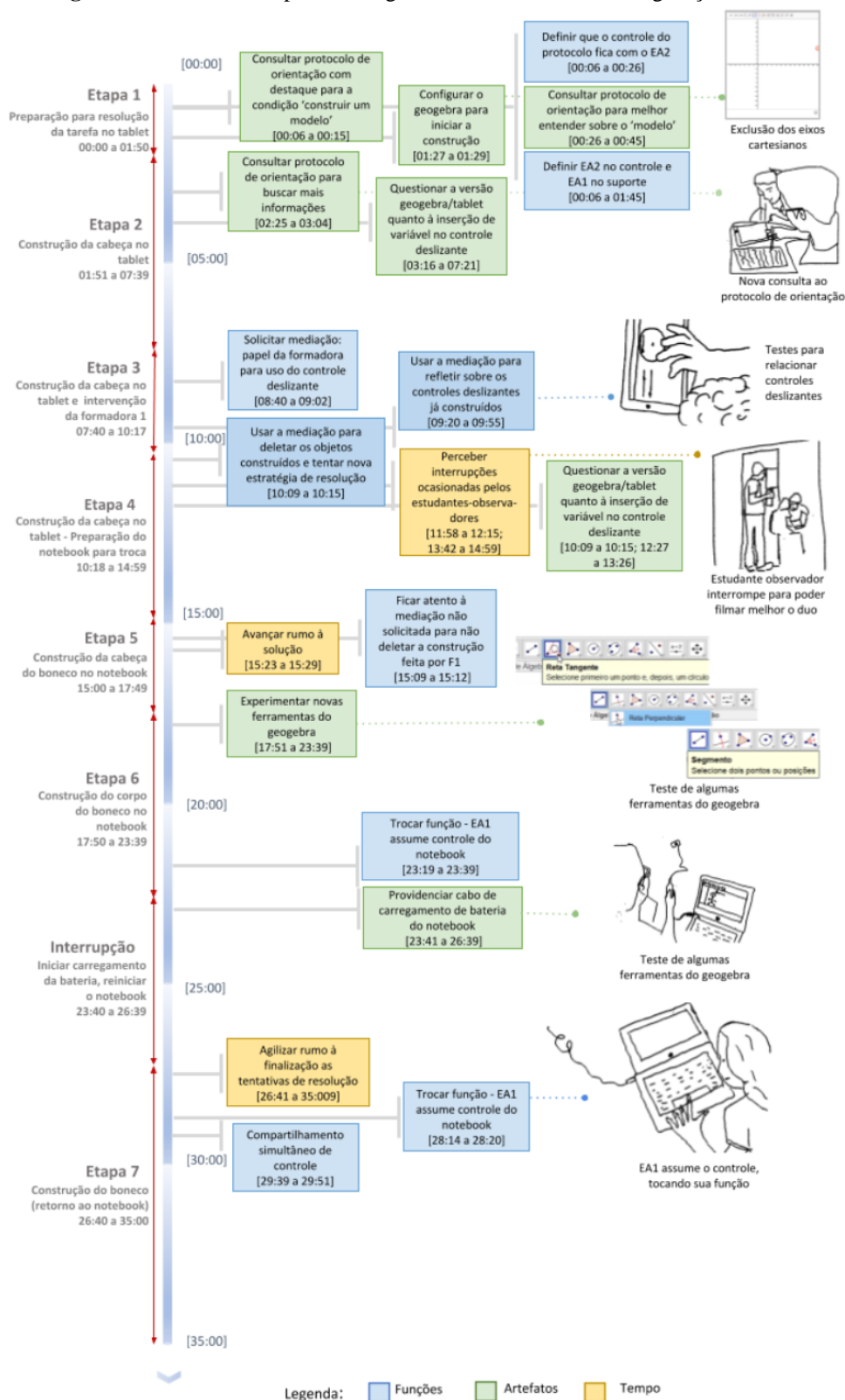
Na orquestração instrumental Pivot, um vídeo das interações, ações e gestos dos estudantes-atores ao resolver a situação matemática, a captura de tela que revela a resolução da situação no *software* Geogebra e o protocolo de observação dos estudantes-observadores contribuíram para a criação de um banco de exemplos relativos aos termos e conceitos correlatos à orquestração instrumental, todos organizados por temática, que marcam a trajetória dos estudantes-atores com eventos descritos e ilustrados em linhas do tempo. A Linha do Tempo 1 (Figura 11) coloca em evidência fortes elementos da configuração didática, com uso de legenda de cores para destacar eventos relacionados às funções dos participantes (formadoras, EO, EA), em azul; aos artefatos disponibilizados, em verde; e à definição de tempo para realizar a situação proposta, nas condições determinadas, em amarelo.

No caso da OI_p, única com situação matemática, demandou-se análise de dupla gênese instrumental dos participantes. Uma delas foi realizada na perspectiva da metaorquestração instrumental, com linhas do tempo temáticas, que destacam cronologicamente eventos relativos aos conceitos a serem apreendidos pelos participantes, como a supracitada na Figura 10. A outra, por seu turno, baseou-se na perspectiva do fazer matemática com tecnologia integrada, no contexto da OI_p, com linhas do tempo relativas à situação matemática e à gênese instrumental que marca a integração de conhecimentos dos estudantes sobre a matemática e o *software* GeoGebra, demandados pela situação em jogo. As análises das interações e de componentes de esquemas dos EAs são complementares às realizadas nas linhas do tempo dos eventos relacionados a conceitos da OI.

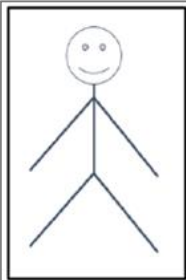
Ao iniciar a OI_p, cabe aos EAs a leitura do protocolo de orientações e a resolução da situação matemática (Figura 12) no GeoGebra, conforme as condições apresentadas. Já aos EOs, cabe observar e registrar as interações, gestos, estratégias de resolução e ações dos EAs.

Todos os materiais coletados pelos EOs — como vídeos, captura de tela e registros cursivos do processo de resolução da situação matemática pelos EAs — foram organizados, classificados e analisados conforme a estrutura proposta pela técnica de análise escolhida. No caso da OI_p, foram escolhidos os eventos que dão luz à situação matemática e à gênese instrumental dos EAs (como eles resolvem a situação matemática com suportes do *software* Geogebra). Duas linhas do tempo foram organizadas para detalhar e ilustrar, cronologicamente, todos os eventos alinhados com essas duas temáticas.

Figura 11: Linha do tempo sobre a gênese instrumental da configuração didática



Fonte: Lucena (2018, p. 205)

Figura 12: Situação didático-matemática e o desenho fornecido pelas formadoras


I – Escolha uma pessoa do seu grupo como modelo e verifique a razão entre as medidas das partes do corpo (ver boneco);
II – Construa o boneco no *software* de geometria dinâmica *GEOGEBRA*;
III – A simetria entre os lados direito e esquerdo do corpo e as razões estabelecidas devem ser respeitadas mesmo se ampliarmos ou diminuirmos qualquer parte do corpo;
IV – O tempo para a conclusão da atividade é de 30 minutos.

Fonte: Lucena (2018, p.181)

Apresentaremos, a seguir, um recorte das análises de apenas um dos 19 eventos da Linha do Tempo — Gênese Instrumental, referente à 1ª Etapa das sete correspondentes à resolução da situação matemática. Esse evento tem foco em uma das condições da situação que é a proporcionalidade (Trecho 3).

Trecho 3: Antecipações do esquema para resolver o problema

EA₁: [...] então, quer dizer que cada parte do corpo tem que ter uma razão entre elas porque tá dizendo que, se aumentar ou diminuir qualquer uma das partes, tipo, as razões têm que ser respeitadas, então, tem que ser proporcional. Tipo, braço com a perna, com a cabeça. Sei lá...tem o tronco. Agora como a gente vai fazer isso? [...].

EA₁: a cabeça. Mas tem que pensar, né? Tipo, como vai ser proporcional?

EA₂: mas eu acho que a cabeça vai ser o que vai ser proporcional, não?

EA₁: tipo, o raio da cabeça, a gente muda o raio, sei lá, fosse ajustável, o raio da cabeça, sei lá, uma circunferência? Ou vai fazer uma cabeça...?

Fonte: Lucena (2018, p. 219)

No Trecho 3, podem ser observados indícios de antecipações do esquema para resolver o problema. Nessa etapa, percebe-se que o *duo* encontra dificuldade para articular os conhecimentos matemáticos com os do *software* Geogebra para definir uma razão que garanta a proporcionalidade das partes do corpo do boneco, permitindo sua ampliação e redução. Logo, o que está em jogo, nesse primeiro momento, e compromete toda a construção do boneco, ao longo da *OI_p*, são os conhecimentos de Geometria Dinâmica do *duo*.

No Quadro 3, destaca-se um possível processo de antecipação do esquema de *EA₁*, ao afirmar que, se a medida do raio da cabeça (circunferência) é “ajustável”, a proporcionalidade entre essas medidas (raio e comprimento da circunferência) é garantida. Assim, pode-se observar uma nítida definição da razão de ampliação em uma relação direta com a simulação, para ampliar e reduzir o objeto construído.

Os eventos destacados no Quadro 3 permitem a observação de indícios de que o esquema do *duo* para construir a cabeça, com a possibilidade de ampliar/reduzir, consistiu na construção do controle deslizante em relação ao raio da circunferência. O foco de *EA₁* está em refletir sobre como definir a razão entre as partes do corpo do boneco, para garantir a proporcionalidade entre elas, de modo que se mostra mais focada em antecipar as ações antes de tentar. Já *EA₂* parte para a construção e se mostra com um esquema de fazer e pensar durante o processo. Ambos sabiam que a medida do comprimento da circunferência é proporcional à medida do comprimento do raio e que, se conseguissem relacionar a medida do raio ao controle deslizante, a cabeça iria aumentar/diminuir proporcionalmente e, conseqüentemente, poderiam aplicar tal estratégia em todo o processo de construção do boneco.

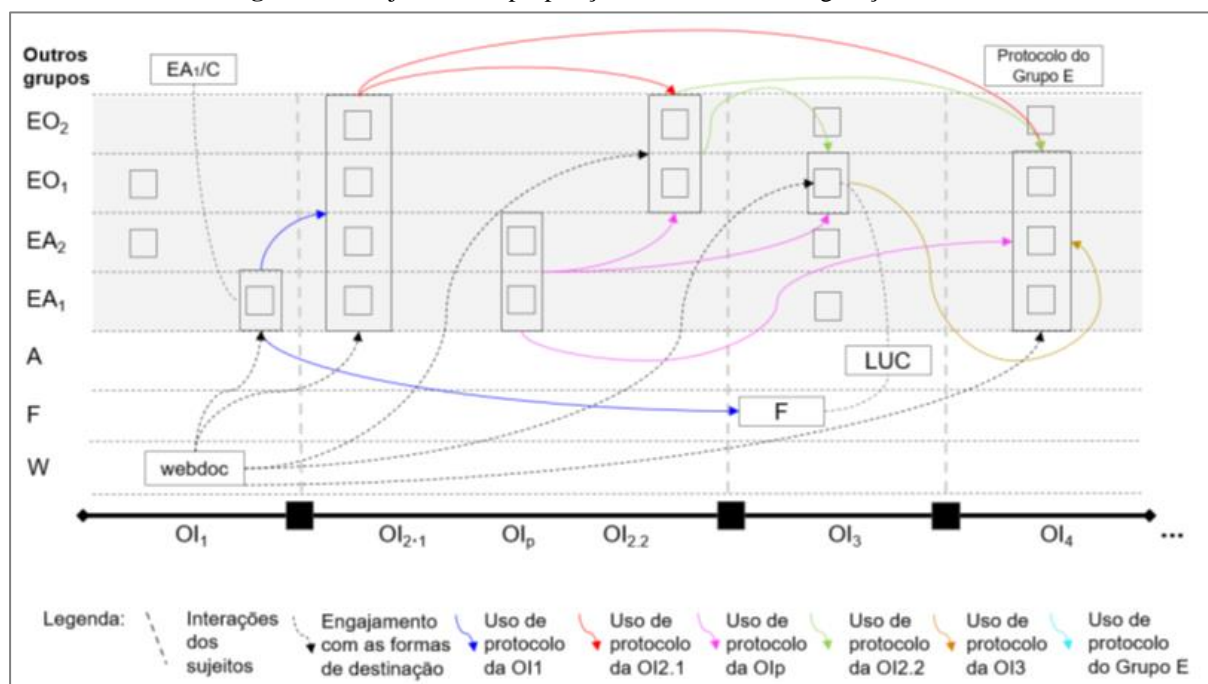
Quadro 3: Destaque a possível processo de antecipação em um esquema de EA₁

Regras de ação	Teoremas em ação	Conceitos em ação	Possibilidades de Inferência
EA ₁ : antes de iniciar, refletir sobre como chegar às razões entre as partes do boneco, o que permite aumentar e diminuir cada uma proporcionalmente. EA ₂ : iniciar fazendo uma parte que amplie proporcionalmente a cabeça. EA ₁ : prever a forma da cabeça como um círculo, por isso já é proporcional com o raio ajustável.	EA ₁ : a manutenção das razões garante a proporcionalidade entre as partes do boneco. EA ₂ : se a cabeça é um círculo, então há proporcionalidade entre o comprimento deste e o seu raio. EA ₁ : se o raio do círculo tem como medida uma variável, pode-se aumentar e diminuir a cabeça proporcionalmente.	- Razão (como razão entre partes do corpo). - Círculo; - raio; - proporcionalidade; - Variável.	EA ₁ /EA ₂ : a medida do comprimento da circunferência é proporcional à medida do raio. Se conectar o raio da circunferência à variável do controle deslizante, a cabeça ampliará/reduzirá.

Fonte: Lucena (2018, p. 219)

Até aqui, procurou-se apresentar uma síntese de como a análise de dados foi realizada internamente, em cada orquestração instrumental. No entanto, para inferir sobre a apropriação dos licenciandos sobre os conceitos da orquestração instrumental, foi necessário observar os indícios de gênese instrumental de cada participante da formação, individualmente, com reflexos no grupo. Para isso, criamos um instrumento que nos permitiu destacar as interações de cada componente de um grupo com os demais, com a formadora, com o autor do modelo teórico e com protocolos criados. O instrumento foi utilizado para registrar essas interações relacionadas às seguintes temáticas: configuração didática, modo de execução, performance didática, situação matemática e gênese instrumental. Nele, há uma legenda (Figura 13) que permite descrever a trajetória individual de cada participante do grupo.

Figura 13: Trajetória de apropriação da temática: configuração didática



Fonte: Lucena (2018, p. 361)

A legenda (Figura 13) destaca os seguintes itens: as interações entre os sujeitos realizadas nos fóruns das OI₁ e OI₃, linha cinza, tracejada; os registros de engajamento dos estudantes com o conteúdo do *webdoc*, seta preta, tracejada; as postagens nos fóruns da OI₁ tornaram-se um protocolo utilizado nas OI₂ e OI₃, seta azul; as postagens do fórum da OI₃

também tornaram-se protocolos utilizados na OI₄, seta marrom; os critérios de observação da OI_{2.1} geraram protocolo utilizado para a realização do registro cursivo e de produção do vídeo da observação da prática na OI_{2.2}, seta vermelha. Além disso, os protocolos escritos e o vídeo foram utilizados na OI₄, seta verde; os eventos gerados pelo trabalho do *duo* na OI_p formaram um banco de eventos, um dos protocolos mais importantes da MOI, utilizado na OI₄, seta rosa; e, por fim, as discussões geradas no fórum da OI₃ articuladas às do fórum da OI₁ e aos experimentos da OI₂ e OI_p também se tornaram protocolos utilizados na OI₄, seta azul celeste.

A Figura 13 é um exemplo de como o instrumento de análise criado foi utilizado. Embora nele se apresentem as interações de todos os componentes do grupo, manteremos o foco em EA₁, para exemplificar a análise das interações da licencianda. Pode-se observar que o instrumento nos permite uma leitura vertical – ou seja, a performance de EA₁ dentro de cada OI, individualmente — e também horizontal, isto é, a performance de EA₁ ao longo de toda formação. O mesmo pode ser considerado para todo grupo D, com ênfase para o interesse deste pela configuração didática, em cada uma das OI, assim como de cada participante, EO₁, EO₂, EA₁ e EA₂. Outrossim, as mesmas considerações podem ser feitas quando o interesse pela temática emerge de interações com o *webdoc* lido (w), com a formadora (F), com o autor do modelo teórico que buscam apreender, Luc Trouche (Luc) ou com protocolos criados pelo grupo na vivência de cada orquestração.

Nota-se, na figura, que os estudantes EA₁ e EO₁ apresentaram maior interesse pela temática configuração didática do que seus outros colegas. Também pode-se notar que EA₁, por exemplo, desenvolveu engajamento com o conteúdo do *webdoc* (OI₁) e o usa como artefato para resolver a situação da OI_{2.1}, assim como a interação com a formadora a fim de decidir com o grupo critérios de observação da OI_p. É importante lembrar que EA₁ e EA₂ vivenciaram a OI_p, criada para dar suporte à resolução de uma situação matemática com integração do *software* GeoGebra, o que gerou um banco de exemplos sobre diferentes aspectos da orquestração instrumental. Isso pode ter fortalecido o interesse de EA₁ pela configuração didática, visto que os elementos que compõem esta etapa da OI são perceptíveis quando estão em execução.

Por se constituir um banco de exemplos sobre a orquestração instrumental, especialmente aos olhos de quem observa a execução de uma OI_p, pode-se afirmar que isso também favoreceu o trabalho dos observadores na elaboração do protocolo OI_{2.2}, ainda com suporte da leitura do *webdoc* e dos critérios elaborados no protocolo OI_{2.1}. Na OI₄, EA₁ traz à tona novamente a temática “configuração didática”, durante a apresentação da análise da OI_p, com menção ao conteúdo do *webdoc*, aos protocolos de observação e aos eventos da experiência na OI_p. A análise proposta na OI₄ coloca em evidência a OI_p como banco de exemplos sobre os aspectos que permeiam o modelo teórico orquestração instrumental. É relevante notar que, a cada orquestra, os participantes geram protocolos que servem de artefato nas orquestrações subsequentes para ajudá-los na resolução das respectivas situações.

4 A metaorquestração instrumental interdisciplinar

O estudo e a criação da metaorquestração instrumental deu início a outros estudos que ora estende a MOI para outros campos ou modalidades de formação, como a formação para uma educação interdisciplinar (Morais, 2021) e a formação sobre metodologias de ensino (Pontes, 2022), ora toma elementos desenvolvidos na MOI para lidar com formações on-line (Gitirana & Lucena, 2021), realizadas durante a pandemia. Neste artigo, discutiremos, em maiores detalhes, a extensão para formação do ensino técnico integrado.

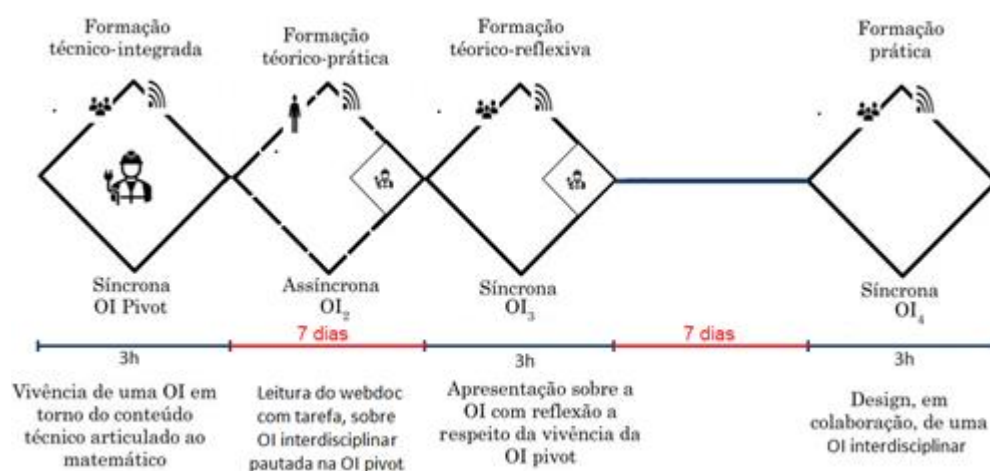
Diversos são os contextos em que a matemática está relacionada a outras áreas do

conhecimento. Na educação profissional, a modalidade de ensino técnico integrado ao médio engloba tanto disciplinas profissionais, relacionadas ao curso técnico, quanto disciplinas propedêuticas, como a matemática. Uma vez que ambas as áreas precisam ser abordadas de forma conectada, e considerando a riqueza de artefatos próprios do ensino técnico, Morais (2021) busca estender o modelo da metaorquestração instrumental (Lucena, 2018) a uma perspectiva interdisciplinar, com o intuito de formar professores de ambas as áreas da educação profissional — matemática e técnica — sobre o modelo da OI (Trouche, 2005), considerando as especificidades do ensino técnico integrado.

Nesse cenário, com base na definição, características e *design* da MOI, foi desenvolvida uma MOI interdisciplinar, definida como “a gestão sistemática e intencional, por agentes formadores, dos artefatos e dos sujeitos (professores de diferentes áreas do conhecimento) confrontados com uma metassituação, com o objetivo de se apropriarem do conceito de OI pautado em um contexto interdisciplinar” (Morais, 2021, p. 117). Além de conter os oito atributos da MOI (Figura 3), a MOI interdisciplinar contou com mais um: a interdisciplinaridade. Isso porque todas as OI que compõem este modelo são interdisciplinares, sendo planejadas e vivenciadas por professores de diferentes áreas (matemática e técnica), no intuito de efetivar uma situação de natureza também interdisciplinar.

Em relação ao *design* da MOI (Figura 4) e levando em consideração as peculiaridades do ensino técnico, foram feitos alguns ajustes e modificações para a elaboração do *design* da MOI interdisciplinar (Figura 14), a qual é composta por quatro orquestrações instrumentais interdisciplinares. Toda a formação precisou ser adaptada para vivência remota, uma vez que ocorreu em julho e agosto de 2021, período de isolamento e restrição causado pelo novo coronavírus. Os encontros síncronos se deram por sala virtual do *Google Meet*.

Figura 14: *Design* da MOI interdisciplinar



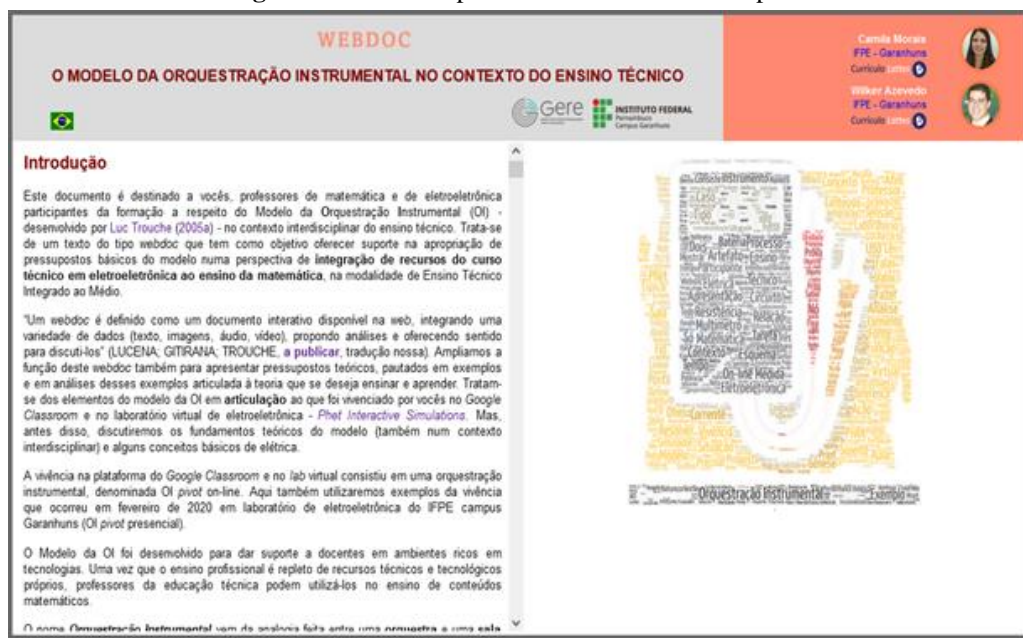
Fonte: Morais (2021, p. 118)

A OI₁ é a primeira das orquestrações instrumentais interdisciplinares, elaborada e ministrada pelo professor da área técnica e centrada na formação do professor de matemática a respeito de conhecimentos e artefatos técnicos do curso profissional, em correlação com conteúdo matemático (Morais, Gitirana & Lucena, 2021). A OI₂, por sua vez, consiste na leitura e interpretação de um *webdoc interdisciplinar*, de forma assíncrona. No documento, foram utilizados eventos da OI₁ para exemplificar elementos do modelo da OI e seus fundamentos teóricos, bem como discutir alguns conceitos básicos do eixo profissional. Na OI₃ é feita uma discussão sobre os conceitos aprendidos com base nas vivências das OI anteriores. Por fim, a OI₄ propõe uma situação de criação, em que os docentes de ambas as áreas devem construir,

colaborativamente, sua própria OI interdisciplinar.

Diferentemente da MOI, neste modelo, optou-se pela vivência da OIpivot logo no início da formação, ao constatar-se (por meio de um questionário inicialmente aplicado aos professores de matemática) o escasso conhecimento por parte destes docentes a respeito do uso de artefatos do curso profissional e até mesmo de suas temáticas, o que seria fundamental para a resolução da situação técnico-matemática² a ser proposta. Ademais, com essa inversão de ordem das orquestrações, foi possível utilizar uma OI interdisciplinar (a OIpivot) para fundamentar o *webdoc* interdisciplinar (Figura 15) a partir de uma situação vivenciada pelos participantes da formação.

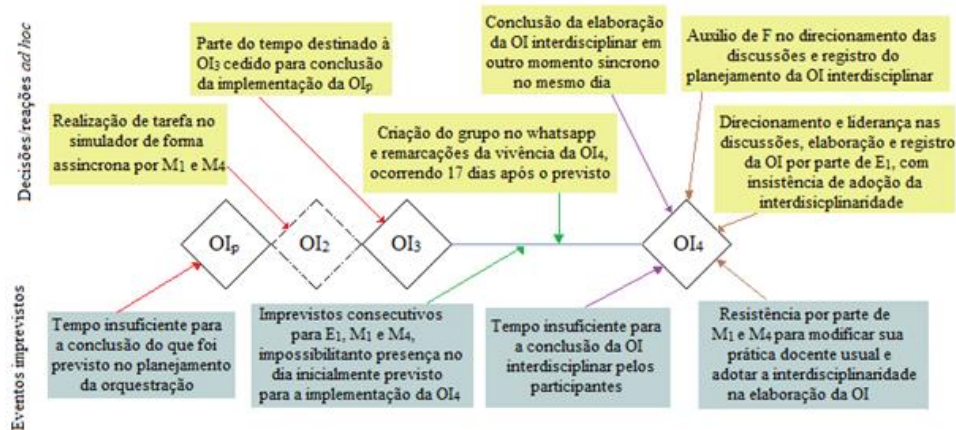
Figura 15: Interface parcial do *webdoc* interdisciplinar



Fonte: <https://geregroup.site/webdocs/webdoc4/>

Após análise da metaperformance didática da MOI interdisciplinar, alguns imprevistos e decisões/reações *ad hoc* ficaram evidenciados (Figura 16).

Figura 16: Eventos externos do *design* da MOI interdisciplinar



Fonte: Morais (2021, p. 195)

² Definida como situação do contexto profissional que trabalha conteúdos matemáticos (Morais, 2021, p. 40).

Em algumas das Orquestrações Instrumentais, extrapolou-se o tempo, fato que demandou suas conclusões em outros momentos. Isso apontou a necessidade de ampliação da duração das orquestrações, além da criação de um material complementar a respeito dos conteúdos técnicos (para ser disponibilizado aos professores de matemática antes da vivência da OI₁) e de um momento assíncrono para prática de uso dos artefatos profissionais (durante a OI₂), consequência direta da *interdisciplinaridade* da MOI. Este atributo também demandou a necessidade de incluir a discussão do tema (durante a OI₃), especialmente no contexto do ensino técnico integrado, uma vez que os professores de matemática apresentaram grande resistência em integrar as diferentes áreas do conhecimento. Essa necessidade está relacionada, também, à formação de cada docente participante da MOI interdisciplinar.

O professor da área técnica (que possui formação interdisciplinar) precisou assumir papel de formador em alguns momentos, o que influenciou seu desempenho no decorrer de toda a formação. De acordo com Lucena (2018, p. 352), na MOI a estrutura de análise “considera a análise de diferentes tipos de gênese instrumental dos participantes, em diferentes papéis/funções, na execução de diferentes situações”. Na MOI interdisciplinar, essa diversificação ocorre, também, considerando o duplo papel de formador e formando de um mesmo sujeito. Portanto, ao analisar sua performance didática, cada uma de suas funções deve ser levada em consideração ao observar sua gênese instrumental.

Por fim, concluímos que a característica interdisciplinar da MOI demanda diversos ajustes e cuidados em todo o processo, tanto de estruturação quanto de análises, no intuito de suprir as particularidades da extensão do modelo.

5 Considerações

O conhecimento se desenvolve em trajetórias, as quais se estendem para outros contextos além daqueles inicialmente criados, de modo que se bifurcam em novas trilhas. A partir de um conceito, vislumbram-se lacunas, permitindo que novas soluções e conceitos sejam traçados e criados. Neste artigo, discutimos a trajetória do modelo da metaorquestração instrumental, desenvolvida a partir da noção de orquestração instrumental, que, por sua vez, já se apoiou em noções, abordagens e teorias, como esquemas, abordagem instrumental, situações, gênese instrumental etc.

Nos estudos da metaorquestração instrumental, além dos conceitos próprios da MOI, como metassituação, metaconfiguração didática e metamodo de execução, percebe-se a necessidade de discutir as reações dos estudantes que alteram a configuração didática ou geram novos modos de execução, denominados de Reações *ad hoc*, além daqueles do professor.

Uma abordagem de ensino ou de formação docente não se constitui de uma única orquestração instrumental, organizam-se sempre em cadeias ou composições de orquestras instrumentais. O olhar para os acontecimentos entre orquestrações instrumentais é um dos resultados importantes e levam à necessidade da criação das noções como metaconfiguração didática e metamodelo de execução. Essas necessidades do olhar entre OI e suas necessidades de alterações levaram à inclusão das características de flexibilidade e de adaptação à metaorquestração instrumental.

A análise interna de uma abordagem de formação no modelo da metaorquestração instrumental demandou a construção de instrumentos visuais que permitissem uma visão geral e os enfoques para cada um dos temas selecionados, fato que culminou em uma linha do tempo de eventos (previsto e imprevistos), instrumentos utilizados em outras pesquisas posteriormente, dado o seu potencial de análise.

A análise da performance didática, ao longo de uma composição de orquestrações instrumentais, mostrou a necessidade de entender a evolução e transformação sofrida por um artefato. Protocolos de estudantes que resultam de uma OI transformam-se em artefatos de outras. Essa dinâmica levou ao desenvolvimento de outro diagrama de visualização do movimento, dada a sua importância para a efetividade de uma composição de orquestrações instrumentais e as previsões necessárias em análises a priori. Dito de outro modo, se, em uma OI, prevê-se o uso do protocolo dos estudantes na OI anterior, há de se prever o que fazer para o caso dos estudantes que faltarem à OI anterior, ou daqueles que não se envolverem e não o fizerem.

Desse modo, a metaorquestração instrumental foi logo estendida para a formação interdisciplinar de professores que atuam no ensino técnico integrado ao médio, ambiente em que a interdisciplinaridade tem seu lócus e importância para a formação do técnico. A criação de artefatos e tipificação das orquestrações envolvidas ganham ainda mais força. Nesse processo, observa-se a necessidade de se discutir o envolvimento dos formandos também como formadores. Há um avanço acerca do olhar dos atores envolvidos na metaorquestração instrumental e na dinâmica de troca de papel entre atores. O *webdoc* didático assume também papel singular, principalmente com a participação de formandos em sua autoria.

Agradecimentos

Estas pesquisas foram parcialmente financiadas pela Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco — FACEPE (Processo IBPG — 0547-7.08/20), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (Processo) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq (Bolsa e Edital Universal Processo 423224/2021-2)

Referências

- Drijvers, P.; Doorman, M.; Boon, P.; Reed, H. & Gravmeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213-234.
- Gitirana, V. & Lucena, R. (2021). Orquestração instrumental on-line: um modelo pensado a partir do ensino remoto. *Educação Matemática Pesquisa*, 23(3), 362-398.
- Lucena, R. (2018). *Metaorquestração instrumental: um modelo para repensar a formação de professores de matemática*. 2018. 382f. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- Meira, L. (1994). Análise microgenética e videografia: ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva. *Temas de Psicologia*, 2(3), 59-71.
- Morais, C. M. (2021). *O modelo da metaorquestração instrumental no ensino técnico integrado ao médio: um olhar interdisciplinar para o ensino da matemática*. 2021. 243f. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- Morais, C. M.; Gitirana, V. & Lucena, R. (2021). Orquestração Instrumental interdisciplinar: uma proposta de formação para professores do ensino técnico. In: *Anais do EMIP 2021 online. As contribuições das tecnologias para a matemática: realidade e futuro* (p.1-15). Pesqueira, PE.
- Pontes, E. F. (2022). *Construção e experimentação de uma composição de orquestrações*

- instrumentais de formação sobre Sala de Aula Invertida*. 2022. 83f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, Armand Colin.
- Trouche, L. (2005). Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques: nécessité des orchestrations. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 25, 91-138.
- Vergnaud, G. (1996a). A teoria dos campos conceituais. In: J. Brun (Coord.). *Didáticas das Matemáticas*. Traduzido por M. J. Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget.
- Vergnaud, G. (1996b). The theory of conceptual fields. In: L. P. Steffe; P. Nescher; P. Cobb; G. A. Goldin & B. Greer (Ed.). *Theories of Mathematical learning* (p. 219-239). Mahwah, Lawrence Erlbaum Ass.
- Vergnaud, G. (2013). Pourquoi la théorie des champs conceptuels?. *Infancia y Aprendizaje*, 36(2), 131-161.