



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO - CE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E
TECNOLÓGICA – EDUMATEC
CURSO DE DOUTORADO

JOSÉ WILSON PEREIRA

**ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL: uma proposta para o desenvolvimento da
gênese documental do professor por meio do Recurso Educacional Digital
Função Resgate**

Recife - PE

2024

JOSÉ WILSON PEREIRA

**ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL: uma proposta para o desenvolvimento da
gênese documental do professor por meio do Recurso Educacional Digital
Função Resgate**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Educação Matemática e Tecnológica.

Orientador: Jadilson Ramos de Almeida

Co-orientadora: Verônica Gitirana Gomes Ferreira

Recife - PE

2024

Catálogo na fonte
Bibliotecário Leonice Cavalcante CRB-4/2198

Pereira, José Wilson.

Orquestração documental: uma proposta para o desenvolvimento da gênese documental do professor por meio do Recurso Educacional Digital Função Resgate / José Wilson Pereira. - Recife, 2024.

237 : il.

Orientador(a): Jadilson Ramos de Almeida

Coorientador(a): Verônica Gitirana Gomes Ferreira

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológicas, 2024.

1. Abordagem documental. 2. orquestração documental. 3. cenários de aprendizagem. 4. orquestração instrumental on-line. 5. jogo digital Função Resgate. I. Almeida, Jadilson Ramos de. (Orientação). II. Ferreira, Verônica Gitirana Gomes. (Coorientação). IV. Título.

370 CDD (22.ed.)

JOSÉ WILSON PEREIRA

**ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL: uma proposta para o desenvolvimento da
gênese documental do professor por meio do Recurso Educacional Digital
Função Resgate**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Recife, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática e Tecnológica.

Aprovado em: 21 / 02 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jadilson Ramos De Almeida (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^ª. Dr^ª. Rosinalda Aurora De Melo Teles (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Alex Sandro Gomes (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Luc Marie Gabriel Trouche (Examinador Externo)
Institute Français de l'Éducation – IFE/ENS de Lyon – França

Prof. Dr. Roberto Mariano de Araújo Filho (Examinador Externo)
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Dedico este trabalho à minha mãe Maria de Lourdes da Silva Pereira e ao meu pai José Pereira da Silva por ter me mostrado que a educação começa em casa. Também dedico aos meus Professores por me guiar na busca do conhecimento, aos quais tenho tamanha admiração, em especial a Professora. Dra. Verônica Gitirana.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e pela fé para vencer os obstáculos.

Aos meus pais José Pereira da Silva e Maria de Lourdes da Silva Pereira, pelos ensinamentos, a eles meu amor e minha eterna gratidão por me guiar nessa vida cheia de obstáculos, sempre me apoiando e facilitando da melhor forma o acesso ao conhecimento.

Aos meus irmãos Natália e Edson, aos meus sobrinhos Heitor, Pedro Miguel, Marcelo e Maria Eloisa, pelos momentos de criancices que me fazem lembrar da minha infância.

A minha coorientadora Prof. Dra. Verônica Gitirana pelo carinho, atenção, ensinamentos, orientação, compreensão, confiança depositada e pelos momentos de descontração. A você minha admiração e carinho.

Ao meu Orientador Prof. Jadilson Ramos por ter me acolhido diante de momentos turbulentos.

Aos meus amigos, em especial à Júlia Mozgawa, Arnaldo Paraguassú, Emerson Paulo, Diogo Farias, Amanda Sotero, Berenice, Larissa Petrusk, Daniele Basílio, Amanda Santos, Delvia, Elyne Paiva, Geovany Barroso, por ter me incentivado sempre a buscar o melhor para minha vida pessoal e profissional.

Ao Prof. Luc Trouche, Profa. Rosinalda Teles, Prof. Alex Sandro Gomes e o Prof. Roberto Mariano, por terem me concedido a honra de tê-los na banca examinadora de defesa dessa pesquisa e por compartilharem, tão generosamente, suas valiosas contribuições e esclarecimentos prestados a este estudo.

Aos membros do grupo GERE que trouxeram valiosas contribuições para este trabalho, carinho, aprendizado, e tantas coisas boas.

Aos meus familiares que aqui represento-os pelas minhas primas Rosana Paula e Gizele Paula, pelos incentivos, força, suas amizades e os momentos de descontração. À todos(as) da minha família que contribuíram diretamente ou indiretamente.

Aos colegas de trabalho que tanto me incentivaram nessa jornada, que aqui represento por Rosa Maria, meus agradecimentos.

Aos professores do EDUMATEC-UFPE, à coordenação, ao corpo docente e aos funcionários por ter me acolhido e me prestado tamanha atenção nesses dois anos de curso.

Aos colegas da turma, pelo companheirismo, pela colaboração e pela amizade assim como pelas discussões e trocas de opiniões. Pelas reuniões extracurriculares e as brincadeiras vivenciadas.

Ficam aqui apresentados os meus agradecimentos às pessoas que fazem parte da minha vida e que contribuíram para o meu crescimento pessoal e intelectual, pelas críticas que serviram de certa forma de inspiração para melhorar minha postura ao tomar decisões.

“HOMEM DO CAMPO

QUE NO CABO DA INCHADA
TIRA DA TERRA MOLHADA
COM ALEGRIA O SEU PÃO
É MACAXEIRA
INHAME, MILHO E BATATA
DEIXA SUA MESA FARTA
COM FARINHA E FEIJÃO

O RIO CHEIO,
O GADO SE ALIMENTANDO,
A CRIAÇÃO ENGORDANDO,
MUITO PEIXE NO ANZOL.
O SERTANEJO
DE NADA ELE RECLAMA
ANDANDO DENTRO DA LAMA
NEM SENTE FALTA DO SOL

PASSA O INVERNO
VAI SE ACABANDO A ALEGRIA
É QUINTURA TODO DIA
NO RIO ACABOU-SE A ÁGUA
O GADO MAGRO
A AGRICULTURA SOME
E A FAMÍLIA COM FOME
COM OS OLHOS RASOS D'ÁGUA”.
(Lima, Aristóteles, 2011)

RESUMO

Esta pesquisa se insere na problemática da documentação de professores ao desenvolverem cenários de aprendizagem com o uso de um jogo para o ensino e a aprendizagem de funções matemáticas. Como objetivo geral, buscamos caracterizar a evolução da documentação do professor de matemática durante a concepção de cenários de aprendizagens, para o ensino do conteúdo de funções matemáticas relacionando o lúdico e o didático por meio do jogo Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico. Elaboramos um percurso metodológico de pesquisa de modo que os participantes se envolvessem em um processo formativo criativo de maneira individual, cooperativa e coletiva. Tomamos como base a Metodologia Reflexiva própria da Abordagem Documental do Didático e no conceito de Orquestração Documental que desenvolvemos em duas vertentes: (a) para projetar os recursos que facilite a documentação a partir das Orquestrações Instrumentais on-line em uma relação dialética, oferecendo uma forma particular de observar e orientar o aperfeiçoamento ou o redesenho de tais orquestrações e, (b) para otimizar o volume de dados produzidos pelos participantes e pelo pesquisador, fazendo consolidação e extração dos dados úteis aos objetivos da pesquisa. Para compor o percurso metodológico, foram elaboradas cinco Orquestrações Instrumentais on-line que, ao longo do processo, foram executadas de maneira individual, cooperativa e coletiva e de modos síncrono e assíncrono. Buscaremos identificar os recursos e esquemas que ele mobiliza para apoiar o seu desenvolvimento profissional. Um contrato metodológico foi estabelecido entre os participantes da pesquisa para ajustar, de forma conjunta, o dispositivo de coleta de dados. Também foram elaboradas grades de análise estruturada na metodologia reflexiva para cada Orquestração Instrumental on-line executada. Os dados revelaram: a organização e estrutura de sua gênese documental inicial na apropriação de um novo recurso e sob ele, pensar em possibilidades de uso; a evolução das gêneses documentais dos professores de forma individual, cooperativa e coletiva; fornece subsídios para designers, desenvolvedores programadores, entre outros profissionais desenvolver recursos dessa categoria. Como resultados principais, temos: (i) a Orquestração Documental envolve a organização, uso e manipulação de recursos, que permite ao pesquisador orientar e guiar os participantes da pesquisa na sua gênese documental por meio da utilização de recursos diversos e da estruturação de esquemas de utilização desses recursos.

Também, para organizar de forma sistemática e otimizada a análise da evolução da gênese documental de cada participante, seja individual, cooperativa ou coletiva. Além disso, os dados revelaram que (ii) houve mobilização de esquemas mentais que evoluem durante a apropriação do RED e seu Guia, na percepção do conhecimento matemático e tomadas de decisões, na descrição das possibilidades de uso, na exploração do Guia para o entendimento do RED, no desenvolvimento de cenários de aprendizagens de maneira individual, cooperativa e coletiva. (iii) O percurso metodológico adotado permitiu a caracterização da evolução da gênese documental e deu sustentação ao desenvolvimento dos elementos conceituais da Orquestração Documental.

Palavras-chave: Abordagem Documental; Orquestração Documental; Cenários de Aprendizagem; Orquestração Instrumental On-line; Jogo digital Função Resgate.

ABSTRACT

This research is inserted in the problem of teacher documentation when developing learning scenarios using a game for teaching and learning mathematical functions. As a general objective, we seek to characterize the evolution of the mathematics teacher's documentation during the conception of learning scenarios, for the teaching of mathematical functions content relating the playful and the didactic through the game *Função Resgate* and its Didactic-pedagogical Guide. We elaborated a methodological research path so that the participants would engage in a creative formative process individually, cooperatively, and collectively. We based ourselves on the Reflexive Methodology of the Didactic Documentary Approach and the concept of Documentary Orchestration that we developed in two aspects: (a) to design resources that facilitate documentation from online Instrumental Orchestrations in a dialectical relationship, offering a particular way to observe and guide the improvement or redesign of such orchestrations and, (b) to optimize the volume of data produced by the participants and the researcher, consolidating and extracting useful data for the research objectives. To compose the methodological path, five online Instrumental Orchestrations were elaborated, which, throughout the process, were executed individually, cooperatively, and collectively, and in synchronous and asynchronous modes. We will seek to identify the resources and schemes that it mobilizes to support its professional development. A methodological contract was established among the research participants to jointly adjust the data collection device. Analysis grids were also elaborated structured in the reflexive methodology for each online Instrumental Orchestration executed. The data revealed: the organization and structure of its initial documentary genesis in the appropriation of a new resource and under it, thinking about possibilities of use; the evolution of the teachers' documentary genesis individually, cooperatively, and collectively; it provides subsidies for designers, developers, programmers, among other professionals to develop resources of this category. As main results, we have: (i) the Documentary Orchestration involves the organization, use, and manipulation of resources, which allows the researcher to guide and guide the research participants in their documentary genesis through the use of various resources and the structuring of schemes for the use of these resources. Also, to systematically and optimally organize the analysis of the evolution of each participant's documentary genesis, whether individual, cooperative, or collective. In addition, the data revealed that (ii) there was

mobilization of mental schemes that evolve during the appropriation of the RED and its Guide, in the perception of mathematical knowledge and decision-making, in the description of the possibilities of use, in the exploration of the Guide for the understanding of the RED, in the development of learning scenarios individually, cooperatively, and collectively. (iii) The methodological path adopted allowed the characterization of the evolution of the documentary genesis and supported the development of the conceptual elements of the Documentary Orchestration.

Keywords: Documentary Approach. Documentary Orchestration. Learning Scenarios. Online Instrumental Orchestration. Digital game Função Resgate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da concepção e desenvolvimento de Recurso Educacional Digital	26
Figura 2: Escolha dos temas dos REDs	28
Figura 3 - Workshop criativo: técnica de criatividade 723 (ou 635).....	29
Figura 4 - Prototipação do RED Função Resgate.....	29
Figura 5 - Estrutura dos RED.....	30
Figura 6 - Instrumentos de avaliação dos RED	31
Figura 7 - RED Função Resgate	35
Figura 8 - Resgatando as vidas marinhas.....	38
Figura 9 - Estrutura do Guia Didático-pedagógico	39
Figura 10 - : Cenários de aprendizagens e as possibilidades de interação.....	44
Figura 11 - Princípios orientadores para o desenho de cenários de aprendizagens	46
Figura 12: Tipos de orquestrações instrumentais remotas e modos de trabalho	52
Figura 13 - Uma representação de uma gênese documental	58
Figura 14 - A relação dialética recurso/documento.....	58
Figura 15 - Composição dos tipos de orquestrações desenvolvidas para a pesquisa	65
Figura 16 - arranjo dos recursos para o processo de documentação na OD.....	67
Figura 17 - Esquema do percurso metodológico em um cenário de formação do professor	68
Figura 18 - Documentação do professor na apropriação dos recursos.....	73
Figura 19 - Gênese documental individual (livre em casa).....	75
Figura 20 - Documentação ao conceber cenários de aprendizagem individual.....	80
Figura 21 - Orquestração Instrumental on-line 4: Gênese documental individual (livre e em casa)	81
Figura 22 - Orquestração Instrumental on-line 5: Documentação ao conceber cenários por várias mãos	84
Figura 23 - Documentação do professor ao conceber cenário de modo coletivo.....	85
Figura 24 - Orquestração Documental vivenciada na pesquisa	87
Figura 25 - Orquestração Documental para a análise dos dados produzidos	92
Figura 26 - Configuração Documental	94
Figura 27 - Grades de análises para cada Orquestração Instrumental on-line.....	95
Figura 28 - Inferência da gênese documental do Professor A na OI-on-line 1	104

Figura 29 - momento do diálogo do Pesquisador e o Professor A.....	107
Figura 30 - Figura : Inferência da gênese documental do Professor B na OI-on-line 1	111
Figura 31 - Inferência da gênese documental do Professor C na OI-on-line 1	120
Figura 32 - Anotações feitas pelo Professor B durante a OI-on-line 2	141
Figura 33 - Ideias iniciais do cenário do Professor A, OI-on-line 3	151
Figura 34 - Ideias iniciais do cenário do Professor B, OI-on-line 3	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Fontes e operadores de busca.....	23
Quadro 2: Mapeamento dos recursos educacionais digitais na plataforma MEC REDS.....	26
Quadro 3 - Time de heróis relacionados ao tipo de função matemática	36
Quadro 4 - Avaliação: comentários dos professores especialistas e estudantes	40
Quadro 5 - Orquestração Instrumental on-line 1	71
Quadro 6 - Orquestração Instrumental on-line 2	74
Quadro 7 - Orquestração Instrumental on-line 3	76
Quadro 8 - Modelo de cenário de aprendizagem	78
Quadro 9 - Orquestração Instrumental on-line 4	80
Quadro 10 - Orquestração Instrumental on-line 5.....	82
Quadro 11 - Grade de análise da gênese documental inicial e criação livre.....	100
Quadro 12 - Grade de análise da gênese documental na ausência do pesquisador (OI-on-line 2).....	135
Quadro 13 - Grade de análise da gênese documental individual e coletiva OI-on-line 3.....	136
Quadro 14 - Grade de análise da gênese documental individual no desenvolvimento do cenário	156
Quadro 15 - Grade de análise da gênese documental em cenários concebidos por várias mãos.....	157
Quadro 16 - Grade de análise da gênese documental em cenários concebidos por várias mãos.....	158
Quadro 17 - Cenário de Aprendizagem do Professor A na OI-on-line 4.....	160
Quadro 18 -Cenário de Aprendizagem do Professor B na OI-on-line 4.....	164
Quadro 19 - Cenário de Aprendizagem do Professor C na OI-on-line 4.....	172
Quadro 20 - (Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B.	176
Quadro 21 - (Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C	179
Quadro 22 - (Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A	183
Quadro 23 - [(Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B] + análises e contribuições do Professor C	186

Quadro 24 - [(Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C] + análises e contribuições do Professor A	189
Quadro 25 - [(Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A] + análises e contribuições do Professor B	193
Quadro 26 - Cenário de aprendizagem coletivo	200

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média geral das avaliações do RED Função Resgate.....	39
Gráfico 2 - Desempenho dos estudantes na avaliação do SAEPE	41
Gráfico 3 - Média de desempenho nos estudantes no SAEPE por descritor	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos artigos por idioma e banco bibliográfico.....	24
Tabela 2 - Critérios de caracterização da gênese documental na OI-on-line 1.....	102
Tabela 3 - Evolução da gênese documental na OI-on-line 1.....	130
Tabela 4: Componentes de um esquema e a inferência de alguns esquemas mobilizados	131
Tabela 5 - Esquemas mobilizados a partir das possibilidades de uso	132

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADD	Abordagem Documental do Didático
AVAMEC	Ambiente Virtual de Aprendizagem do Ministério da Educação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIn/UFPE	Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco
GD	Guia Didático-pedagógico
GERE-CAA/UFPE	Grupo de Estudos em Recursos para Educação do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade de Pernambuco
MEC	Ministério de Educação
OD	Orquestração Documental
OI	Orquestração Instrumental
OI-on-line	Orquestração Instrumental on-line
RED	Recurso Educacional Digital
SAEPE	Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco
SEB	Secretaria da Educação Básica
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
V_Lab	Laboratório VIITRA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	17
1.2 HIPÓTESE	17
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 ESTRUTURA DO TEXTO	18
2 MOTIVAÇÃO E ORIGEM DA TESE	20
2.1 PESQUISAS REALIZADAS NO GRUPO GERE	21
2.1.1 Revisão sistemática realizada pelo Grupo GERE	23
2.2 O PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS (RED).....	25
2.2.1 Uma breve análise das etapas de concepção dos REDs.....	26
2.2.1.1 Imersão.....	26
2.2.1.2 Análise e Síntese	27
2.2.1.3 Ideação e Prototipação	28
2.2.1.4 Processo de Validação do RED	31
2.3 O RED FUNÇÃO RESGATE	33
2.3.1 O lugar do RED Função Resgate no Currículo	33
2.3.2 O conhecimento matemático no Jogo Função Resgate	34
2.3.3 O Guia didático-pedagógico do Função Resgate.....	38
2.3.4 Avaliação do RED Função Resgate	39
2.4 DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NAS AVALIAÇÕES DO SAEPE	41
2.5 CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM E O USO DE RECURSOS DIGITAIS.....	43
2.5.1 Cenários de Aprendizagens: princípios e características	44
3 O MODELO DA ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL.....	49

3.1 ETAPAS DO MODELO TEÓRICO-METODOLÓGICO DA ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL	49
3.2 O MODELO DE ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ON-LINE	51
4 ABORDAGEM DOCUMENTAL DO DIDÁTICO E A DOCUMENTAÇÃO DO PROFESSOR.....	54
4.1 GÊNESE DOCUMENTAL	56
4.2 O PAPEL DA INVESTIGAÇÃO REFLEXIVA NA GÊNESE DOCUMENTAL DO PROFESSOR.....	58
4.2.1 O contrato metodológico na pesquisa	60
4.3 A NOÇÃO DE ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL	61
4.3.1 O Conceito de Orquestração Documental numa perspectiva metodológica	61
4.3.1.1 A Performance Metodológica como um terceiro elemento da OD.....	62
4.3.2 Introdução do conceito de Orquestração Documental na análise e apresentação dos dados	63
5 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	65
5.1 O PERCURSO METODOLÓGICO EXPERIMENTAL	66
5.1.1 Orquestração Instrumental on-line 1: Apropriação e criatividade na gênese documental inicial.....	69
5.1.1.1 O perfil dos participantes.....	69
5.1.2 Orquestração Instrumental on-line 2: Processos da gênese documental individual livre e em casa	74
5.1.3 Orquestração Instrumental on-line 3: gênese documental ao conceber cenários de aprendizagens	75
5.1.3.1 Formação sobre cenários de aprendizagens	76
5.1.3.2 Um modelo de cenário de aprendizagem.....	77
5.1.4 Orquestração Instrumental on-line 4: gênese documental individual livre e em casa para conceber cenários de aprendizagens.....	80
5.1.5 Orquestração Instrumental on-line 5: gênese documental ao desenvolver cenários de aprendizagens por várias mãos.....	81

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	86
6.1 A ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL E AS EVIDÊNCIAS CONCEITUAIS	86
6.1.1 As Configurações Metodológicas.....	88
6.1.2 Os Modos de execução.....	89
6.1.3 A Performance Metodológica	90
6.1. 4 A Configuração Documental	93
6.1.5 Os Modos de análises.....	95
6.1.6 A Performance Documental	97
6.2 A ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA GÊNESE DOCUMENTAL	98
6.2.1 A análise da Orquestração Instrumental on-line 1	99
6.2.1.1 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 1	100
6.2.1.2 A Performance Didática da OI-on-line 1	101
6.2.1.2.1 <i>O Professor A.....</i>	<i>103</i>
6.2.1.2.2 <i>O Professor B.....</i>	<i>110</i>
6.2.1.2.3 <i>O Professor C.....</i>	<i>120</i>
6.2.1.3 Resultados das análises da OI-on-line 1	128
6.2.2 A análise das Orquestrações Instrumentais on-line 2 e 3	134
6.2.2.1 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 2	136
6.2.2.2 A Performance Didática da OI-on-line 2.....	137
6.2.2.3.1 <i>O Professor A.....</i>	<i>137</i>
6.2.2.3.2 <i>O Professor B.....</i>	<i>141</i>
6.2.2.3.3 <i>O Professor C.....</i>	<i>147</i>
6.2.2.3 Resultados das análises da OI-on-line 2.....	147
6.2.2.4 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 3	148
6.2.2.5 A Performance Didática da OI-on-line 3.....	149
6.2.2.5.1 <i>O Professor A.....</i>	<i>150</i>
6.2.2.5.2 <i>O Professor B.....</i>	<i>152</i>
6.2.3 A análise das Orquestrações Instrumentais on-line 4 e 5 (I) e 5 (II)	155
6.2.3.1 As configurações didáticas e modos de execução da OI- 4.....	158
6.2.3.2 A Performance Didática da OI-on-line 4.....	159
6.2.3.2.1 <i>O Cenário de Aprendizagem do Professor A</i>	<i>159</i>
6.2.3.2.2 <i>O Cenário de Aprendizagem do Professor B</i>	<i>164</i>

6.2.3.2.3 O Cenário de Aprendizagem do Professor C	171
6.2.3.2.4 Resultados das análises da Ol-on-line 4.....	174
6.2.3.3 As configurações didáticas e modos de execução da Ol-on-line 5 (I)	175
6.2.3.4 A Performance Didática da Ol-on-line 5(I).....	176
6.2.3.4.1 Resultados das análises da Ol-on-line 5(I).....	195
6.2.3.5 As configurações didáticas e modos de execução da Ol-on-line 5 (II)	198
6.2.3.6 A Performance Didática da Ol-on-line 5 (II).....	198
6.2.3.6.1 Resultados das análises da Ol-on-line 5 (II).....	207
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	211
7.1 O DESIGN DA ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL PARA CARACTERIZAR A EVOLUÇÃO DA GÊNESE DOCUMENTAL	214
7.2 EVOLUÇÃO DA GÊNESE DOCUMENTAL.....	217
7.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	220
7.4 PERSPECTIVAS DE FUTURAS PESQUISAS	221
REFERÊNCIAS.....	222
ANEXO I – CONTRATO METODOLÓGICO.....	227

1 INTRODUÇÃO

Em decorrência do avanço e da popularização dos recursos digitais nos espaços escolares, os estudantes têm se engajado cada vez mais como protagonistas de suas aprendizagens, criando e se envolvendo em novas formas de interação. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular - BNCC, “esse quadro impõe à escola desafios ao cumprimento do seu papel em relação à formação das novas gerações” (Brasil, 2018, p. 61).

Neste sentido, a utilização de recursos tecnológicos passou a ser uma das principais recomendações da BNCC. Além disso, recentemente, devido à pandemia do Covid-19, professores foram encorajados e posteriormente, obrigados, a usar recursos digitais para o ensino e aprendizagem dos seus estudantes na modalidade do Ensino Remoto¹. Eles tiveram que se apropriar e criar estratégias didáticas, pedagógicas, metodológicas para o ensino e processos e instrumentos para a avaliação do desempenho dos seus estudantes.

Esta modalidade de Ensino Remoto potencializada pelo uso dos recursos digitais proporcionou alterações nas formas de interação não só por parte dos estudantes, como, também, pelos professores e de ambos com o conteúdo. O papel do professor como um facilitador na aquisição do conhecimento tornou-se mais evidente, e o desafiou a criar possibilidades de cenários de aprendizagem para tornar o conteúdo acessível e flexível para os estudantes, fazendo deles o principal protagonista do processo de aprendizagem.

A escola, então, assumiu o papel de capacitar e proporcionar espaços enriquecidos com tecnologias digitais para promover a formação de professores e estudantes. O uso didático-pedagógico desses recursos digitais exige planejamento, tempo e engajamento dos envolvidos.

Analisando as recomendações da BNCC e os estudos de Lucena (2015), Pereira e Gitirana (2016) e Pereira (2017) que investigaram a prática docente com suporte de tecnologias digitais no ensino on-line e apontaram lacunas no planejamento, principalmente, no que concerne a informações pertinentes à gestão dos recursos.

¹ O Ensino Remoto é um termo usado recentemente por causa da pandemia causada pelo Covid 19. Os professores desenvolvem suas atividades didáticas e pedagógicas, com o uso de tecnologias digitais ou não, e acontecem em espaços físicos distintos dos seus estudantes. O autor (2024).

Esta pesquisa ganha forma durante a participação em dois projetos e da experiência atual como formador de professores da Educação Básica na região metropolitana do Recife. Ambos os projetos se iniciaram no ano de 2019 com objetivos distintos, mas que se interligam por um ponto comum. O projeto de “Revisão Sistemática” sobre o ensino e aprendizagem de funções, realizado pelo Grupo de Estudos em Recursos para a Educação do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (GERE-CAA/UFPE), revelou a carência de trabalhos publicados no período de 2014 a 2019, que incluem o uso de tecnologias digitais e, principalmente, em relação ao uso de jogos digitais.

O segundo projeto, executado no período de 2019 a 2021, pelo Laboratório Viitra (V_Lab) para o “Desenvolvimento de novos modelos conceituais de recursos educacionais digitais”, concebeu 24 recursos educacionais digitais (RED) na categoria de jogos para smartphone, em uma parceria entre a pasta da Secretaria da Educação Básica (SEB) do Ministério da Educação (MEC) e o Centro de Informática (Cin) da UFPE. Dentre os RED desenvolvidos, um deles foi concebido para auxiliar na aprendizagem de funções matemáticas, o RED Função Resgate. Também foi elaborado um Guia Didático-pedagógico para auxiliar na apropriação do jogo, objetivos pedagógicos curriculares e para o uso em sala de aula. Ambos estão alinhados com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Os estudos realizados no âmbito da revisão sistemática, somaram-se a outros realizados pela equipe do V_lab/ UFPE, para a escolha do conteúdo abordado no RED. Foram também utilizados os dados obtidos do Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE) no período de 2013 a 2019, que mostram um baixo índice de rendimento dos estudantes do Ensino Médio nos descritores que se relacionam com as aprendizagens de funções matemáticas. Todos esses fatores foram fundamentais para a escolha do tema da pesquisa.

Como os professores se apropriam de um jogo digital e a partir dele pensam em atividades para sua sala de aula? Esse questionamento surgiu durante a escrita do primeiro Guia Didático-pedagógico no âmbito do projeto V_Lab. Na oportunidade, foi proposto que no Guia fossem escritas possibilidades de cenários de aprendizagens para orientar os usuários (professores) a usar o jogo em sala de aula. Embora tenha participado do processo de desenvolvimento até a validação do RED, esses questionamentos se faziam presentes a cada jogo desenvolvido. E, portanto, fazem parte do interesse da pesquisa.

No âmbito do GERE (Grupo de Estudos sobre Recursos para a Educação), também se discutia os fundamentos teóricos da Abordagem Documental do Didático (ADD) (Gueudet; Trouche, 2009), servindo de base para esta pesquisa e fomentando outros questionamentos relacionados ao processo de documentação do professor. Elaboramos uma grade de análise (conjunto de critérios para as análises de cada orquestração instrumental on-line) a partir dos princípios desta abordagem teórica para cada etapa da pesquisa.

Esta pesquisa desenvolve-se em um contexto on-line e off-line de formação de professores para caracterizar a documentação do professor na gestão de recursos para desenvolverem cenários de aprendizagens articulando o lúdico e o didático. Usaremos a plataforma Google Meet© para os momentos de interação e compartilhamento e espelhamento de tela e os recursos: jogo educacional digital Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico e um modelo de cenário de aprendizagem. A formação é pautada na relação da teoria com a prática para a integração dos recursos educacionais digitais em caráter reflexivo no desenvolvimento de cenários de aprendizagens de maneira individual, colaborativa e coletiva. Os cenários desenvolvidos não fizeram distinção do contexto de execução on-line ou presencial.

O presente trabalho de tese propõe caracterizar a evolução da gênese documental do professor de matemática durante a concepção de cenários de aprendizagens, para o ensino de funções matemáticas em um percurso metodológico experimental que permite a coleta de dados com pessoas de diferentes espaços e regiões geográficas.

Tomamos como base teórica o modelo de Orquestração Instrumental On-line (Gitirana; Lucena, 2021) para arquitetar e executar as orquestrações, a Metodologia de Investigação Reflexiva (Gueudet; Trouche, 2009, 2021) para realizar um acompanhamento das ações do professor que permita entender a evolução das gêneses documentais durante o percurso metodológico formativo. Portanto, a Abordagem Documental do Didático (Gueudet; Trouche, 2009) também é base de nosso estudo. Este acompanhamento conta com a parceria dos participantes da pesquisa firmados por meio de um contrato metodológico (Sabra, 2011).

Para as análises, introduzimos o conceito de Orquestração Documental (Sánchez, 2010) em uma perspectiva metodológica com a intenção de otimizar o

volume de dados para os processos de análises, fazendo a consolidação de informações e extração de dados úteis.

Arquitetamos Orquestrações Instrumentais on-line com a finalidade de os professores desenvolverem cenários de aprendizagens (Matos, 2014) de maneira individual, cooperativa e coletiva para o uso do RED Função Resgate (Queiros, 2022) em sala de aula.

Foi elaborado um percurso metodológico experimental para atender os objetivos da pesquisa em um cenário de formação do professor, fundamentado na Metodologia Reflexiva própria da Abordagem Documental do Didático (ADD) (Gueudet; Trouche, 2009) e estruturado com base no modelo de Orquestrações Instrumentais on-line (Gitirana; Lucena, 2021).

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Como os professores de matemática apropriam-se de um jogo digital para o ensino de funções matemáticas a partir do desenvolvimento de cenários de aprendizagem, em um processo de documentação por meio de um modelo experimental de um percurso metodológico?

1.2 HIPÓTESE

Compreender a gênese documental (instrumentação e instrumentalização), vista por meio de um mapeamento dos elementos da atividade do professor em seu próprio trabalho documental, estimula sua reflexão sobre seu próprio desenvolvimento profissional e, portanto, leva a que ele escolha e estruture melhor seus próprios recursos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Caracterizar a evolução da gênese documental do professor de matemática durante a concepção de cenários de aprendizagens, para o ensino do conteúdo de funções matemáticas relacionando o lúdico e o didático por meio do jogo Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Mapear os recursos do RED Função Resgate, do seu guia didático pedagógico, e outros, utilizados pelo professor ao criar seus cenários de aprendizagem;

- b) Identificar e caracterizar os tipos esquemas mobilizados pelo professor ao usar o jogo e seu Guia didático pedagógico e os elementos que contribuem para a evolução desses esquemas ao desenvolver cenários de aprendizagens;
- c) Analisar e caracterizar os processos que constituem a documentação individual, cooperativa e coletiva;
- d) Analisar e avaliar o percurso metodológico adotado nesta pesquisa.

1.4 ESTRUTURA DO TEXTO

A proposta de percurso metodológico experimental, composto por tipos de Orquestrações Instrumentais on-line, emerge a partir da necessidade de uma arquitetura com design flexível que leve os participantes (professores) a refletir e documentar sua prática pedagógica, desde a apropriação dos recursos (jogo digital e seu Guia didático-pedagógico) ao desenvolvimento de atividades a partir dele. A seguir, apresentamos a estrutura organizacional do texto e elementos que agregam e fundamentam a tese.

No capítulo 2, apresentamos a motivação e a origem da tese e um recorte dos dados da revisão sistemática realizada por membros do GERE, o projeto que concebeu e validou o RED Função Resgate e o desempenho dos estudantes no SAEPE. Também nos debruçamos sobre os princípios norteadores, características e elementos estruturantes de um cenário de aprendizagens descritos por Matos (2014). Os cenários de aprendizagem se apresentam como recurso flexível que auxilia o professor a planejar a sua prática pedagógica cotidiana e encorajar a utilizar as tecnologias digitais da melhor forma possível. Estes elementos contribuíram para a escolha do tema da pesquisa.

No capítulo 3, será apresentado o modelo de Orquestração Instrumental on-line e as etapas que o constituem. Este modelo contribui para arquitetar as Orquestrações Instrumentais on-line do percurso metodológico.

No capítulo 4, é apresentada a Metodologia Reflexiva própria da Abordagem Documental do Didático (Gueudet; Trouche, 2009, 2021), os princípios e o seu papel na gênese documental do professor. Nesta pesquisa, usamos para estruturar a coleta e a análise dos dados que serão documentados pelo professor e pelo pesquisador em diversos momentos, fonte para apoiar o desenvolvimento profissional do professor e na evolução dos esquemas.

No capítulo 5, apresentamos o percurso metodológico, descrevendo cada Orquestração Instrumental On-line proposta pela pesquisa. Para cada orquestração, foi elaborada uma grade de análise que objetiva entender a gênese documental e a evolução dos esquemas durante todo o processo.

No Capítulo 6, apresentamos a análise e as discussões dos resultados produzidos nesta pesquisa a partir de cada Orquestração Instrumental on-line executada. Também apresentamos os elementos conceituais que constituem a Orquestração Documental.

No Capítulo 7, apresentamos as considerações finais da pesquisa, as limitações para a produção dos dados, as considerações sobre o papel da Orquestração Documental e a evolução da gênese documental individual, cooperativa e coletiva.

2 MOTIVAÇÃO E ORIGEM DA TESE

O uso de tecnologias digitais para o ensino faz parte das recomendações da Base Nacional Comum Curricular brasileira, que se apresenta em destaque como agente facilitador do processo de ensino e aprendizagem. Segundo a BNCC (Brasil, 2018, p. 61), a “escola, ao aproveitar o potencial das tecnologias digitais, pode instituir novos modos de promover a aprendizagem, a interação e o compartilhamento de significados entre professores e estudantes”.

Os desafios impostos às escolas e aos professores para a implementação das tecnologias digitais seguem as recomendações expressas na BNCC e explícitas nas competências gerais e específicas e habilidades para a Educação Básica. Também é dado destaque à importância do uso de aplicativos e jogos digitais móveis para o letramento e a investigação em matemática, dando continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional iniciado no Ensino Fundamental anos finais.

Segundo a BNCC,

Cabe ainda destacar que o uso de tecnologias possibilita aos estudantes alternativas de experiências variadas e facilitadoras de aprendizagens que reforçam a capacidade de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar a validade de raciocínios e construir argumentações (Brasil, 2018, p. 236).

Em relação ao ensino de funções matemáticas, é recomendado que os estudantes adquiram competências e habilidades para: explorar mais de um registro de representações, resolver, elaborar, investigar, interpretar, em diversos contextos, sejam eles acompanhados de tecnologias digitais ou não.

Seguindo essas premissas recomendadas na BNCC e reconhecendo a necessidade e a importância do uso da tecnologia para o ensino e, em particular, para o ensino de funções matemáticas, esta pesquisa tem origem em três experiências vivenciadas (motivações), que convergiram para a escolha do tema e do conhecimento matemático em questão:

(i) Pesquisas realizadas pelo grupo de estudos GERE² em especial o no projeto colaborativo de uma Revisão Sistemática sobre funções matemáticas feita em quatro idiomas (Inglês, Francês, Espanhol e Português) em sete bancos de dados (ERIC, Periódicos Capes, Banco de Teses Capes, Researchgate, HAL, Google Scholar e

² Conheça o Grupo de Estudos em Recursos para a Educação em: <https://geregroup.site/inicio/>

Scielo) para artigos publicados em periódicos, teses e dissertações durante o período de 2014 a 2019;

(ii) Projeto para o desenvolvimento de novos modelos conceituais de recursos educacionais digitais, na categoria de jogos no formato de aplicativos para smartphones, e dentre os 24 jogos, foi concebido o Função Resgate para auxiliar os estudantes na aprendizagem de Funções Matemáticas;

(iii) O RED Função Resgate e o resultado do processo de avaliação;

(iv) Dados reunidos do Sistema de Avaliação da Educação de Pernambuco sobre o rendimento escolar dos estudantes referentes ao conhecimento de funções matemáticas de 52 escolas de uma Gerência Regional de Educação do Estado de Pernambuco.

As experiências supracitadas serão detalhadas nas seções seguintes.

2.1 PESQUISAS REALIZADAS NO GRUPO GERE

O Grupo de Estudos em Recursos para a Educação é uma fonte inspiradora para esta pesquisa por ser uma incubadora de projetos e pesquisas à luz do modelo teórico da Orquestração Instrumental (OI). Cada uma das pesquisas apresentadas a seguir, explorou o modelo teórico da Orquestração Instrumental em contextos que incorporam as tecnologias digitais:

- Pereira (2017) focou na caracterização das configurações didáticas de professores de matemática na modalidade da Educação a Distância. A pesquisa abordou a escolha de situações de ensino, mapeamento de recursos e esquemas de uso planejados, explorando a orquestração instrumental nesse contexto;
- Lucena (2018) apresentou o modelo teórico da Metaorquestração Instrumental apontando a necessidade de formação específica para professores de matemática que incorporam tecnologias digitais nas práticas docentes. A autora define o modelo 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 modelo da OI;
- Araújo Filho (2019) analisou os conhecimentos de professores em formação inicial com o uso de tecnologia digital para o ensino de função. Um dos objetivos da pesquisa versou sobre os conhecimentos mobilizados pelos professores

durante o planejamento de uma orquestração instrumental apresentando elementos da cooperação e colaboração;

- Morais (2021) discutiu a implementação do modelo da metaorquestração instrumental no ensino técnico integrado ao médio, com enfoque interdisciplinar. A pesquisa destacou a necessidade de formação para capacitar professores no uso adequado da orquestração instrumental, considerando a interdisciplinaridade;
- Gitirana e Lucena (2021) introduziram a Orquestração Instrumental On-line como adaptação do modelo para o ensino remoto. O artigo apresenta essa noção como uma resposta às transformações no ensino, especialmente durante os períodos de ensino remoto. Também são apresentados tipos de orquestras on-line e off-line;
- Silva (2021) desenvolveu e validou uma proposta de abordagem da função afim com auxílio do GeoGebra, baseada no modelo teórico de Orquestração Instrumental. A pesquisa busca promover uma metodologia de ensino diferenciada, integrando a tecnologia à prática docente;
- Silva (2021), destacou a importância dos conhecimentos anteriores na formação, influenciando não apenas individualmente, mas também no desenvolvimento coletivo e colaborativo no contexto do ensino remoto. A pesquisa parte da hipótese de que submeter professores de matemática em formação a diferentes situações, reflexões e experiências influencia na gênese instrumental;

Essas pesquisas apresentam elementos essenciais para o conceito de Orquestração Documental que pretendemos desenvolver, propondo uma arquitetura que facilite o processo de documentação do professor em momentos síncronos e assíncronos, de modo que aconteça articulações entre diferentes tipos de orquestrações instrumentais online (OI-on-line), levando em consideração a relação dialética entre as OI-on-line de modo similar a relação dialética entre recurso e documento apresentado na Abordagem Documental do Didático (Gueudet; Trouche, 2009). Também propomos que a Orquestração Documental se estenda à organização para a análise dos dados produzidos.

2.1.1 Revisão sistemática realizada pelo Grupo GERE

A revisão sistemática realizada por membros do grupo GERE, versa sobre o ensino e aprendizagem de função, e utilizou critérios propostos por Ramos et al. (2014, p. 22).

A revisão sistemática caracteriza-se, por conseguinte, por empregar uma metodologia de pesquisa com rigor científico e de grande transparência, cujo objetivo visa minimizar o enviesamento da literatura, na medida em que é feita uma recolha exaustiva dos textos publicados sobre o tema em questão [...] de forma a garantir a qualidade das fontes, logo pela definição de uma equação de pesquisa, de critérios de inclusão e exclusão e de todas as normas que julguem convenientes para o caso.

Tomando como base a caracterização de uma revisão sistemática (Ramos et al., 2014) foi decidido realizar uma busca em ‘Bases Bibliográficas’ usando operadores de busca de pesquisas publicadas no período de 2014 a 2019, nos veículos de publicação (periódicos, bancos de teses e dissertações).

Foram encontrados a partir dos operadores de busca nas bases bibliográficas 600 textos. Foi criado um banco de dados na plataforma Zotero, os quais foram listados e catalogados a saber:

Quadro 1– Fontes e operadores de busca.

Bases Bibliográficas:	Idiomas	Operadores de busca
<ul style="list-style-type: none"> ● ERIC - Education Resources Information Center ● Periódico CAPES ● Banco de Teses da CAPES ● Research Gate ● HAL ● Google Scholar ● Scielo 	Português	funções AND (ensino OR aprendizagem OR educação) AND matemática
	Inglês	<i>Functions AND (learning OR teaching OR education) AND mathematics</i>
	Espanhol	<i>funciones AND (aprendizaje OR enseñanza OR educación) AND matemáticas</i>
	Francês	<i>fonctions AND (enseignement OR apprentissage OR Éducation) AND mathématique</i>

Fonte: Adaptado de (Santos, 2022, p. 49 - 50).

A partir de então foram usados os critérios de exclusão: (a) O termo “função” não assume o significado de função matemática; (b) Trabalhos sobre funções matemáticas para outros fins não correlato ao ensino e aprendizagem da matemática. Também foram estabelecidos critérios de inclusão: (a) não ser revisão de literatura; (b) não ser de outro tipo de publicação que não seja artigo de revista ou tese e dissertação; (c) ter acesso aberto e (d) estar relacionado com ensino e/ou aprendizagem de funções matemáticas com suporte às tecnologias.

A partir da leitura dos resumos que resultaram em um total de 27 textos sobre o tema. Utilizamos as *tags* “*digital games*”, “*jogo*”, “*game*” no mesmo banco de dados, com o objetivo de obter estudos sobre o uso de jogos para o ensino de função, foi encontrado apenas um artigo, intitulado: “*Cidade de Primeiro Grau: um jogo digital de RPG para o ensino de função afim*” (Góes e Teixeira, 2018), que investigou o processo de desenvolvimento de um jogo digital de RPG com foco no ensino de função afim.

Na pesquisa de Santos (2022) intitulada: *Representações semióticas como artefatos para a aprendizagem de funções: uma análise da gênese instrumental de licenciandos em matemática no ensino remoto*, também estabeleceu os critérios de inclusão (a), (b) e (c) acrescido do critério de exclusão “estudos que não abordam as representações de funções”. Restando um total de 18 textos que abordam as representações de funções matemáticas. O resultado está na imagem abaixo.

Tabela 1 - Distribuição dos artigos por idioma e banco bibliográfico.

Bancos Bibliográficos	Idiomas				Total por idioma
	Inglês	Português	Francês	Espanhol	
Google Acadêmico	1	2	0	0	3
ERIC	0	0	0	0	0
Research Gate	4	4	0	0	8
HAL	0	0	0	0	0
Scielo	0	2	0	0	2
Periódico CAPES	3	1	0	2	6
Total por banco	8	9	0	2	19*

*Nota do autor: A partir da análise da tabela, encontramos uma divergência no total em comparação àquele valor apresentado no parágrafo anterior. Isto se deu porque existem alguns artigos com duplicidade de base bibliográfica.

Fonte: Adaptado de Santos (2022, p. 51).

Observamos que os estudos sobre o uso de tecnologias digitais, em especial na categoria jogo, existe uma carência de pesquisas quanto ao objeto de conhecimento são as funções matemáticas, principalmente quando aborda as representações.

Ao analisar os dados apresentados acima e da participação no processo de revisão sistemática ao mesmo tempo em que se iniciava o desenvolvimento, no

projeto V-Lab/UFPE, do RED Função Resgate, servindo particularmente, como uma das bases, para concebê-lo, surgiu a inspiração para a escolha do recurso a ser utilizado na tese em questão.

2.2 O PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS (RED)

O recurso educacional digital Função Resgate³ (Queiros, 2022), foi prototipado, desenvolvido e concebido pelo projeto: Desenvolvimento de novos modelos conceituais de recursos educacionais digitais. Ao todo, foram concebidos vinte e quatro (24) REDs da categoria jogos educativos ao longo de um período de 23 meses, entre os anos de 2019 e 2021, nas áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias voltado aos conteúdos de Química e Matemática e suas Tecnologias, para o Ensino Médio.

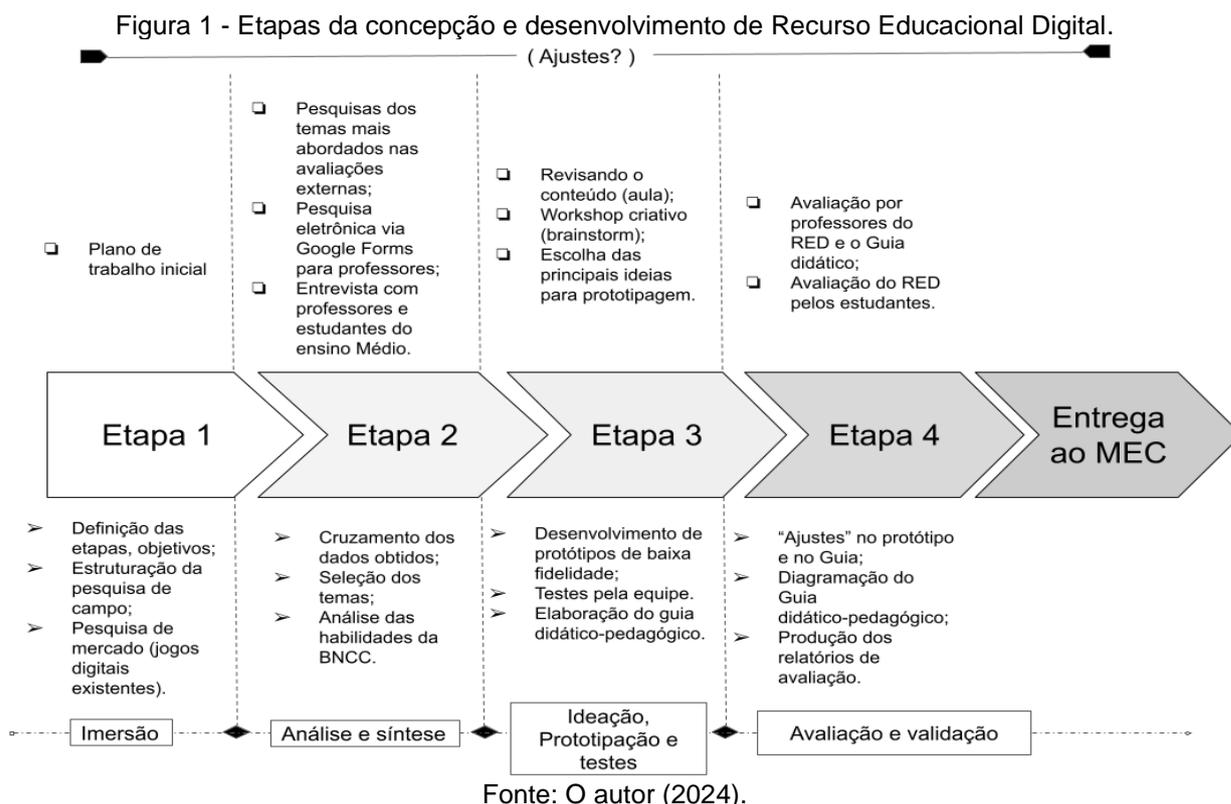
O projeto foi realizado em cooperação entre a Secretaria de Educação Básica (SEB) do Ministério da Educação (MEC) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), TED 8759/2019. O projeto foi executado pela equipe do Laboratório V-Lab do Centro de Informática (CIn-UFPE). Em todo o processo de design foram realizadas avaliações para validar a efetividade e aperfeiçoar os recursos educacionais digitais com estudantes e professores de escolas públicas que atuam no Ensino Médio.

O projeto contou com 22 profissionais. Todos são estudantes da Graduação e pós-graduação (mestrando e doutorandos) e professores da UFPE e atuaram nas seguintes equipes: Coordenação do projeto (2); Gerência de projetos (2); Arte (2); Design digital (3); Educacional (4); Game design (2); Desenvolvimento de Software (5); Professores e especialistas (2). Os pós-graduandos da equipe Educacional também são professores da Educação Básica, sendo dois de Matemática e dois de Química. Abaixo apresentamos um recorte das etapas do processo de concepção dos REDs.

³ Baixe em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.mec.vlabFuncaoResgate&hl=pt> e <https://apps.apple.com/br/app/id1571350369>

Acesse o Guia Didático-pedagógico em: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/358857>



2.2.1 Uma breve análise das etapas de concepção dos REDs

2.2.1.1 Imersão

Na etapa de imersão foram realizadas pesquisas na internet sobre tecnologias digitais na educação e estudos para identificação de recursos online em websites e lojas de aplicativos com a finalidade de mapear possíveis recursos que serviram de base para a prototipação (mecânica) dos REDs.

Quadro 2: Mapeamento dos recursos educacionais digitais na plataforma MEC REDs.

	Tipo	Etapas do ensino	Idioma	Resultado
Matemática	APP	Ensino Fundamental e Médio	Português	4*
Matemática	Jogo	Ensino Médio	Português	1
Matemática	Software	Ensino Fundamental e Médio	outros***	70**

* 1 APP para IOS e 3 para android, desses 2 são plataformas; **Os dois filtros utilizados apresentaram os mesmos softwares;*** Vários idiomas.

Fonte: Acervo do projeto V_Lab.

Uma análise feita na Plataforma MEC de Recursos Educacionais Digitais⁴ com foco nos recursos publicados, na área de matemática e suas tecnologias, foi possível

⁴ <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/>

catalogar os tipos de recursos disponíveis tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio. Os REDs catalogados serviram para se pensar em protótipos com mecânicas diferentes, como a possibilidade do RED funcionar no modo off-line.

2.2.1.2 Análise e Síntese

O design da coleta de dados foi realizado pelas equipes de Gerência de projetos e de Design digital e ajustado pelos profissionais das demais equipes. Alguns desses estudos realizados, foram:

- i. uma pesquisa por meio de um formulário eletrônico, Google Forms®, com professores (as) das escolas brasileiras. Ao todo 267 professores (as) das cinco regiões do Brasil, responderam os questionamentos correspondentes a Matemática e suas Tecnologias.
- ii. visitas em quatro escolas da rede pública de ensino na Região Metropolitana do Recife para entrevistar professores(as) que ensinam Matemática e Química e estudantes do Ensino Médio.

O método de coleta de dados consistiu em entrevista semiestruturada com gravação de áudio e de um *Debriefing*⁵ realizado por cada pesquisador ao final da entrevista. Participaram 15 professores (as), sendo de matemática (9) e química (6) e 23 estudantes do Ensino Médio. O objetivo era caracterizar os futuros usuários dos REDs nos seguintes aspectos:

- Professor (a):
 - a) Perfil (idade; formação acadêmica, usa smartphone em sala de aula e de que modo; dialoga com outros (as) professores (as) sobre experiências pedagógicas);
 - b) Prática didática (tipo de recurso usados em sala de aula; desafios e dificuldades para ensinar; criatividade).
- Estudantes:
 - a) Perfil (idade; tempo de dedicação aos estudos; acesso *tablets*, computadores, smartphones; redes sociais; conhecimento de jogos digitais);

⁵ O Debriefing é uma peça fundamental no processo de aprendizagem. Lederman descreveu o debriefing como um processo analítico pós-experiência. O debriefing é uma discussão e análise de uma experiência, avaliando e integrando as lições aprendidas na própria cognição e consciência (GARDNER, 2013, p.166)

- b) Percepção da aprendizagem (Aproximação com a disciplina; facilidade de aprender um conteúdo; tipos de recursos usados em sala de aula);
- c) Criatividade (estratégias e tipos de recursos usados para aprender).
- iii. pesquisa na *internet* para saber quais conteúdos são abordados com mais frequência no Exame Nacional do Ensino Médio - Enem.

Figura 2: Escolha dos temas dos REDs.

		Conteúdos que mais caem no ENEM**	Porcentagem deste conteúdo dentre as questões do ENEM	Quantidade de professores brasileiros que relataram dificuldades***	Porcentagem de professores brasileiros que relataram dificuldades***	Professores pernambucanos que relataram dificuldades***	Habilidades nova BNCC (EM13MAT__)	Objeto de Conhecimento
Algebra e Funções	Equação do 1º grau		2,50%		1,10%		301	
	Função Quadrática	Função Quadrática 2,5%	2,50%	5	5,3%	2	402, 502, 503	Funções polinomiais de 2º grau. gráfico, raízes, pontos de máximo/mínimo, crescimento/decrescimento, concavidade
	Função afim	Função Afim 2,2%	2,20%	1	1,1%	2	302, 401, 404, 501, 510	Funções afins, lineares, constantes. Gráficos de funções a partir de transformações no plano. Proporcionalidade estudo do crescimento e variação de funções. Estudo da variação de funções polinomiais de 1º grau: crescimento, decrescimento, taxa de variação da função. Funções definidas por partes.
	Expressões algébricas							
	Função Logarítmica	Função Logarítmica 1,7%						
	Função exponencial	Função Exponencial 1,5%						
		Competência	Cód. Hab	Conteúdo Relacionado	Relevância no Enem (%)	Professores que relataram dificuldades (%)		
		1	EM13MAT101	Funções (afim, quadrática, logarítmica, exponencial)	7,9	34,7		
		3	EM13MAT302	Função quadrática e Função afim	4,7	6,4		
		3	EM13MAT304	Função exponencial e Matemática financeira	1,5	16,8		
		3	EM13MAT305	Função logarítmica e Matemática financeira	1,7	34,7		
		3	EM13MAT306	Trigonometria, Funções	1,8	29,5		

Fonte: Acervo do projeto V_Lab.

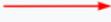
Após estes estudos e pesquisas, realizamos o cruzamento dos dados foram traçados os temas dos REDs (Figura 2). Buscamos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as competências e habilidades que abordam o tema/conteúdo. "Essas habilidades estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento e entendidos como conteúdo, conceitos e processos e são organizados em unidades temáticas" (Brasil, 2018, p. 28).

2.2.1.3 Ideação e Prototipação

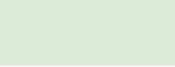
Nesta etapa, a equipe pedagógica revisitou os principais conceitos em uma aula on-line para toda a equipe do projeto, referente ao conteúdo abordado no jogo. Em seguida partimos para a etapa de ideação por meio de um workshop criativo como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Workshop criativo: técnica de criatividade 723 (ou 635).

Utilizar a seta para indicar a continuidade de uma ideia:



Utilizar para indicar uma ideia para a votação:



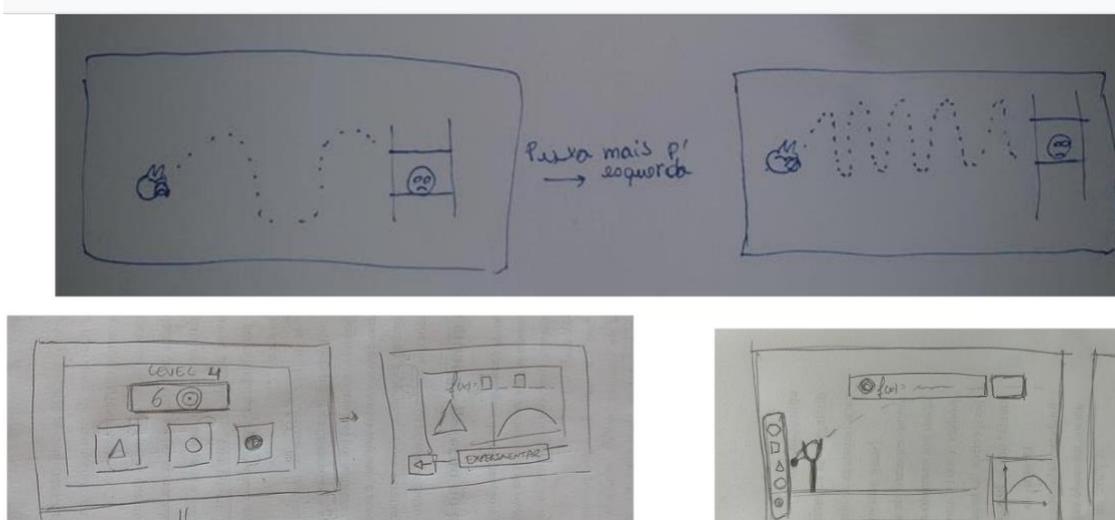
SUB-CONTEÚDO DA FICHA: Relação entre duas grandezas
Proprietário da ficha: #####

Nome	Ideia 1	Ideia 2
#####	Um shooter onde o jogador tem uma arma com fórmulas que relacionam duas grandezas e tem de acertar alvos relacionados às grandezas	
#####	Associar a ideia de que um valor de X no domínio mapeia para apenas um único valor da imagem com opções de munição	
#####	A associação dessa duas grandezas (uma depende da outra) gera uma terceira grandeza . (é como associar $V_m = \text{Espaço/tempo}$)	Um jogo de corrida em que o jogador tem que fazer associações entre outras grandezas (tempo, combustível....)
#####	pode acontecer o contrário; o jogador tem a resposta e precisa encontrar qual fórmula é a certa pra atirar	sempre aparece o gráfico da posição em relação ao tempo no final das corridas

Fonte: Acervo do projeto V_Lab.

Nesse processo sete (7) participantes reunidos no intuito de escrever de maneira concisa duas (2) ideias em três (3) minutos. Terminado o tempo, cada participante passa para o próximo slide. Esse processo se repete. A partir da segunda rodada todos conseguem ler as ideias de quem os antecede, usando-as como inspiração para criar até duas ideias ou dar continuidade. O processo criativo continua de forma cíclica até que o slide volte para o proprietário. Após esse momento é feita uma escolha das melhores ideias e segue para o protótipo a papel e lápis.

Figura 4 - Prototipação do RED Função Resgate.

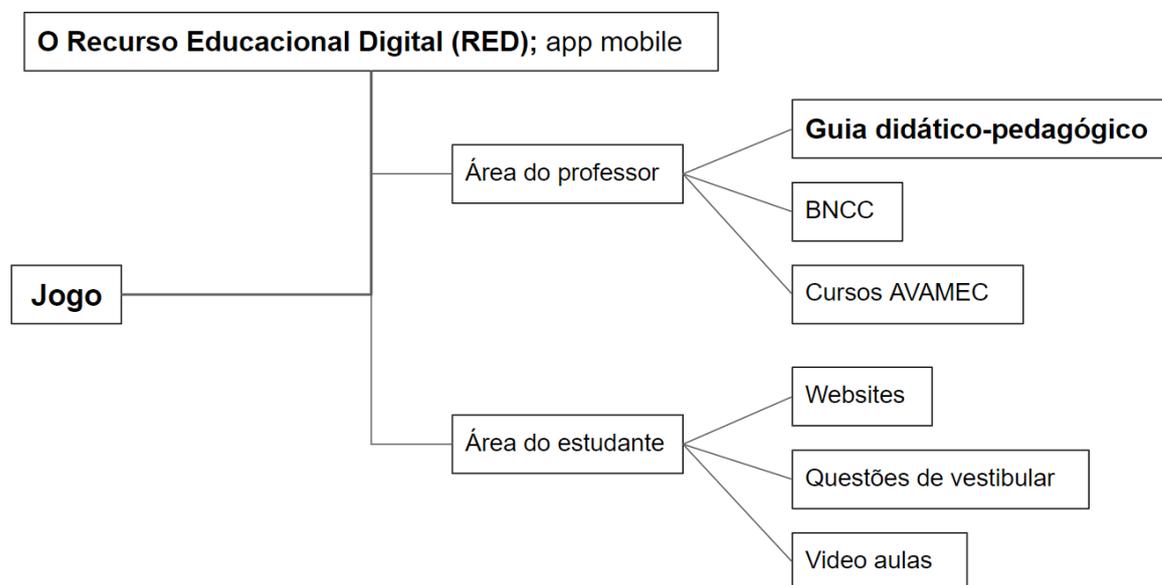


Fonte: Acervo do projeto V_Lab.

A produção dos conteúdos interativos utilizará diversas linguagens, tecnologias e mídias e foram disponibilizados para o MEC como Recursos Educacionais Digitais

(RED) com licença CCBY, os quais comporão a Plataforma Integrada de Recursos Educacionais Digitais MEC. Os recursos desenvolvidos são para dispositivos móveis e têm a mesma estrutura e funcionam no modo on-line e off-line.

Figura 5 - Estrutura dos RED.



Fonte: O autor (2024).

Na 'Área do professor', são disponibilizados o Guia Didático-pedagógico, as Competências geral e específica e Habilidades da BNCC em que o RED foi concebido e um link de acesso ao Ambiente Virtual de Aprendizagem do Ministério da Educação - AVAMEC⁶, para que os professores possam realizar cursos gratuitos de aperfeiçoamento. Na 'Área do estudante', são disponibilizados *websites* com indicações de cursos universitários em que o conhecimento abordado no RED se faz presente, questões de vestibular e do Enem disponibilizadas na rede de *internet* e vídeo-aulas sobre o conteúdo. O acesso a esses espaços só é permitido com conexão à *internet*. Em relação ao jogo, após a instalação, funciona também no modo off-line.

Os REDs estão publicados em plataformas de acesso livre como *App Store* e *Play Store* em perfis/contas do Governo Federal Brasileiro e os respectivos Guia Didático-pedagógicos, na Plataforma MEC de Recursos Educacionais Digitais - MEC RED⁷ e é possível ter acesso pelo o aplicativo do RED.

⁶ <https://avamec.mec.gov.br/#/>

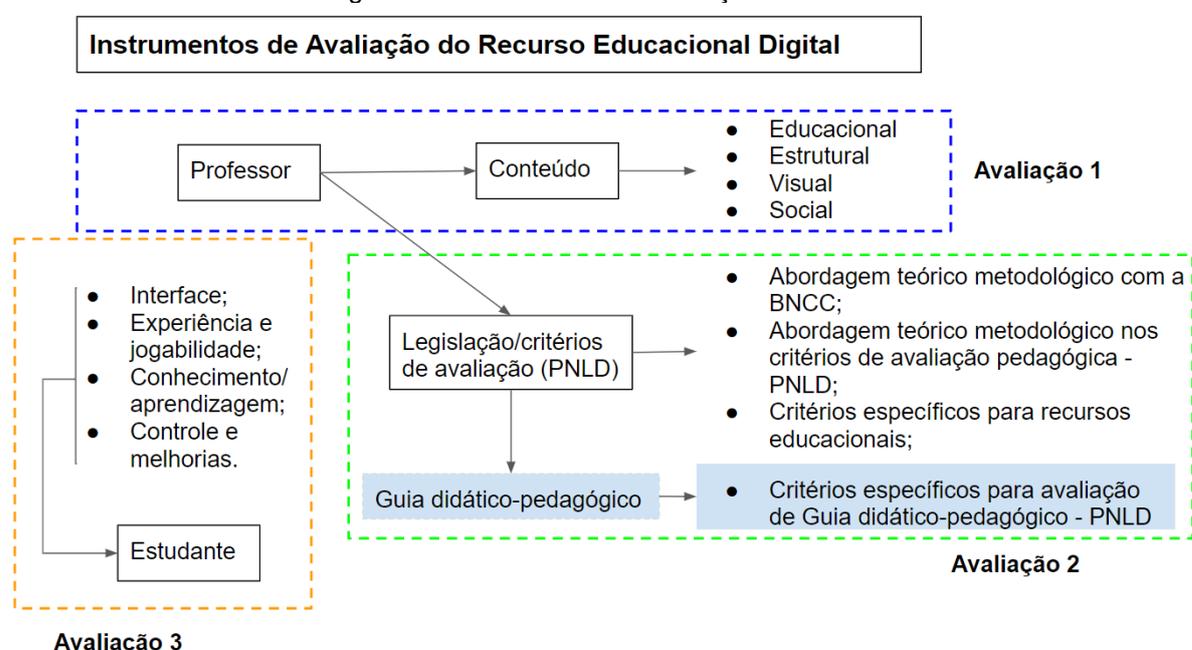
⁷ <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/usuario-publico/16408/>

2.2.1.4 Processo de Validação do RED

O processo de validação dos REDs aconteceu com professores e estudantes da Educação Básica no âmbito do Ensino Médio, que atuaram de forma voluntária. Foram desenvolvidos três instrumentos de avaliação externa a equipe de desenvolvimento, para validar a efetividade e aperfeiçoar os recursos educacionais digitais com:

- Professores especialistas e/ou pesquisadores e/ou professores do Ensino Médio na área de conhecimento;
- Professores especialistas em diretrizes educacionais;
- Estudantes das três etapas do Ensino Médio.

Figura 6 - Instrumentos de avaliação dos RED.



Fonte: O autor (2024).

Ao final do desenvolvimento, cada RED foi submetido a avaliações pedagógicas por meio de formulário eletrônico, devido às restrições sanitárias impostas pela Covid-19. Os critérios de cada instrumento de avaliação foram descritos em um artigo sobre o primeiro RED desenvolvido, intitulado: “*Enigmas de Yucatàn: Recurso Educacional Digital para o Ensino de Geometria Espacial*” (Queiros et al., 2022). Em cada avaliação, os critérios foram avaliados utilizando uma escala de cinco níveis de concordância, com base na escala Likert (1932), são eles: “Concordo totalmente” (100 pontos), “Concordo parcialmente” (75 pontos), “Nem concordo e nem discordo” (50 pontos), “Discordo parcialmente” (25 pontos) e “Discordo totalmente” (0 pontos).

A 'Avaliação 1', como mostra na Figura 6, realizada por professores especialista na área de conhecimento, é constituída por quatro dimensões: (i) Educacional (os critérios avaliam se o RED é um recurso capaz de mobilizar competências e habilidades do estudante ao utilizá-lo); (ii) Estrutural (os critérios avaliam o uso do jogo, jogabilidade, aplicabilidade e experiência do usuário); (iii) Visual (os critérios avaliam o design e representação visual do jogo) e (iv) Social (avaliam o engajamento e colaboração entre os usuários ao jogar).

O instrumento de avaliação tomou como base os seguintes estudos para fundamentar a validação do jogo em três categorias, são elas: (i) Softwares educativos, integrou-se a validação da Engenharia Didático-Informática-EDI (Santos, 2016; Silva et al., 2019) e da avaliação de software educativo para o ensino de matemática (Gomes et al., 2002) ; (ii) Objeto de aprendizagem, os questionamentos e rubricas do *Learning Object Review Instrument* - LORI (Belfer; Nesbit; Leacock, 2002) e (iii) Jogos educacionais, os elementos da avaliação *EGameFlow*, parâmetros de validação de jogos educativos (Fu; Su; Yu, 2009) e *UsaECG*, método heurístico criado para guiar especialistas na avaliação de jogos educacionais (Mohamed-Omar; Yusoff; Jaafar, 2012).

A 'Avaliação 2' foi realizada por professores especialistas em assuntos educacionais e toma como base as orientações e diretrizes da BNCC estabelecidas pelo Ministério da Educação, às exigências estabelecidas no Art. 10 do Decreto nº 9099/2017⁸ e no Edital de Convocação n.º 03/2019⁹, o qual apresenta critérios comuns e específicos para o processo de avaliação de tecnologias educacionais para a Educação Básica, no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O objetivo é avaliar se os RED estão em conformidade com as leis e diretrizes educacionais brasileiras.

O instrumento de avaliação também avalia o Guia didático-Pedagógico. Ele é composto por quatro dimensões: (i) Articulação da abordagem teórico-metodológica com competências gerais, específicas e habilidades da BNCC. (ii) A Abordagem teórico-metodológica nos critérios de avaliação pedagógica dos materiais didáticos no âmbito do PNLD. (iii) Critérios específicos de avaliação pedagógica Recursos Digitais no âmbito do PNLD. (iv) Critérios específicos de avaliação de Guia Didático-

⁸ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9099.htm

⁹ <https://www.fnede.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=13698:edital-consolidadeo-pnld-2021>

pedagógico no âmbito do PNLD. Este último é específico para avaliar o Guia Didático-pedagógico.

A 'Avaliação 3' foi realizada por estudantes de diferentes regiões do estado de Pernambuco das três etapas do Ensino Médio e de modalidades de diferentes: Escolas regulares, integrais e Técnicas. Ambos, foram reunidos via grupo de WhatsApp® e como não havia obrigatoriedade nas avaliações, houve rotatividade no número de avaliadores durante o período que o projeto foi executado. O objetivo era obter resultados da aceitação enquanto recurso educacional e da percepção do conteúdo abordado no jogo pelos estudantes.

O instrumento de avaliação foi estruturado a partir de um recorte dos elementos da escala *EGameFlow* (Fu et al., 2009), da proposta de avaliação de recursos educacionais (Savi et al., 2010) e de elementos da pesquisa "Conheça e utilize software educativo: avaliação e planejamento para a Educação Básica" (Silva; Gomes, 2015). Os critérios de avaliação foram divididos em três dimensões, sendo uma quarta dimensão para que os avaliadores pudessem relatar suas experiências com o jogo, a saber: (i) Interface - interação do usuário e sua concepção nos aspectos textuais e visuais do jogo; (ii) Experiência/Jogabilidade - desempenho do usuário na realização das fases e jogabilidade; (iii) Conhecimento/aprendizagem - se o estudante consegue mobilizar conhecimento e fazer relações do conteúdo apresentados no jogo com situações do cotidiano; (iv) Controle e melhorias no recurso/conhecimento - descrição dos pontos positivos do jogo e possibilidades de melhorias no RED com base nas suas experiências e conhecimentos ao jogarem o jogo (Queiros et al., 2022).

2.3 O RED FUNÇÃO RESGATE

Nesta seção vamos apresentar os elementos principais que deram subsídios para que RED Função fosse validado sua efetividade como um recurso educacional digital.

2.3.1 O lugar do RED Função Resgate no Currículo

Em relação à unidade temática álgebra, a BNCC (Brasil, 2018, p. 270) recomenda que os estudantes desenvolvam o pensamento algébrico, "essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas". Nesta unidade também é estudada as noções "intuitivas de funções por meio da resolução de problemas envolvendo a variação proporcional

direta entre duas grandezas”. E é nesta direção que os estudantes “estabeleçam conexões entre variável e função e entre incógnita e equação” (p. 27).

No Ensino Médio, os usos de diferentes representações são necessários para a compreensão da atividade matemática, fundamentais para o letramento, além da abordagem das funções em “seu papel de modelo matemático para o estudo das variações entre grandezas em fenômenos do mundo natural ou social”. [...], e como [...] “modelos matemáticos para os fenômenos periódicos” no caso das funções trigonométricas (Pernambuco, 2008; 2021, p. 229).

2.3.2 O conhecimento matemático no Jogo Função Resgate

O jogo Função Resgate foi concebido como um recurso educacional digital para auxiliar nas aprendizagens de funções matemáticas e a relação entre a representação algébrica e a gráfica. Nesta direção, o jogo visa auxiliar os estudantes/jogadores a desenvolver as seguintes habilidades prevista pela BNCC (Brasil, 2018):

(EM13MAT101) Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais (Brasil, 2018, p. 533).

(EM13MAT404) Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébrica e gráfica, identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento, e convertendo essas representações de uma para outra, com ou sem apoio de tecnologias digitais (Brasil, 2018, p. 539).

Diante da complexidade que envolve as habilidades recomendadas pela BNCC e relacionar o lúdico e o didático em um jogo, o Função Resgate explora em seu design, as habilidades de interpretar e reconhecer relações entre representações gráficas e algébricas a partir da interação do usuário com os coeficientes. Em relação à contextualização recomendada nas habilidades supracitadas, o Guia Didático-pedagógico traz informações e sugestões de atividades para auxiliar o professor no planejamento e para explorar o jogo de maneira contextualizada em outras representações e aplicações na sala de aula.

Figura 7 - RED Função Resgate.



Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.mec.vlabFuncaoResgate&hl=pt>.

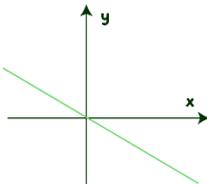
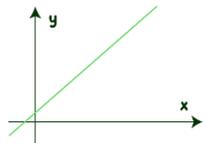
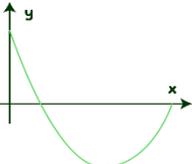
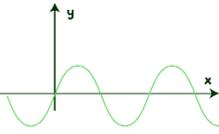
As funções matemáticas abordadas no jogo são:

- Função afim;
- Função constante;
- Função linear;
- Função quadrática;
- Função exponencial;
- Função logarítmica;
- Funções trigonométricas (seno e cosseno);
- Função modular.

Na seção de conteúdo, no caso do Função Resgate, são apresentados os tipos de funções matemáticas fazendo a correspondência ao peixorro. O objetivo é auxiliar o professor na identificação e que ele possa apresentar na sala de aula aos seus estudantes os tipos de funções matemáticas, sua respectiva representação gráfica e lei de formação. Essas informações estão presentes no Guia didático-pedagógico e no Jogo.

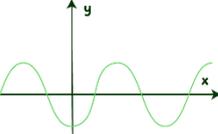
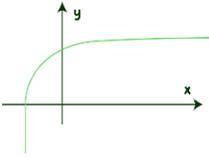
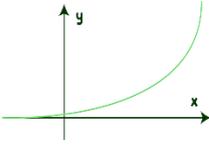
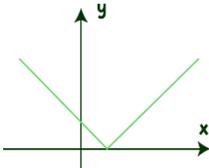
O jogo é ambientado em um oceano poluído, o que coloca algumas espécies marinhas em perigo. Para salvá-las, um time de heróis (os “peixorros”) foram escalados para resgatá-los. Os peixorros são uma mistura de peixe com cachorro em uma analogia entre “cachorro como melhor amigo do homem” e os peixes, essenciais para a vida humana.

Quadro 3 - Time de heróis relacionados ao tipo de função matemática.

Nome do peixe	Heróis	Exemplo de Representação gráfica	Tipo de função	Lei de Formação
Constance			Função constante	$f(x) = c$ c: termo independente que intercepta o eixo y.
Lineu			Função Linear	$f(x) = ax$ a: coeficiente que representa a taxa de variação da função em relação ao eixo x.
Serafim			Função Afim	$f(x) = ax + b$ a: coeficiente que representa a taxa de variação da função em relação ao eixo x. b: coeficiente linear, termo independente que intercepta o eixo y.
Bóris			Função Quadrática	$f(x) = ax^2 + bx + c$ a: determina a concavidade da parábola; b: é o coeficiente que influencia a inclinação da parábola após passar o eixo y. Ele também determina a direção e a taxa na qual a parábola se afasta do eixo y; c: indica onde a parábola intercepta o eixo y
Senildo			Função Seno	$f(x) = a + b \cdot \text{sen}(cx + d)$ a: valor que desloca o gráfico da função verticalmente b: amplitude da curva é a distância entre a reta y, e, o ponto de máximo ou mínimo da curva c: valor que altera o período da função d: valor que desloca o gráfico horizontalmente

Fonte: Acervo do Projeto V_Lab.(grifo nosso).

Quadro 3: Time de heróis relacionados ao tipo de função matemática... .. (continuação)

Nome do peixeiro	Heróis	Exemplo de Representação gráfica	Tipo de função	Lei de Formação
Ameixa			Função Cosseno	$f(x) = a + b \cdot \cos(cx + d)$ a: valor que desloca o gráfico da função verticalmente b: amplitude da curva ou da imagem da função é a diferença da imagem do ponto de máximo à imagem do ponto de mínimo. c: valor que altera o período da função d: valor que desloca o gráfico horizontalmente
Lorena			Função Logarítmica	$f(x) = \log_a x + b$ a: determina se a função será crescente ou decrescente b: valor que desloca o gráfico verticalmente
Fex			Função Exponencial	$f(x) = a^x + b$ a: determina se a função será crescente ou decrescente b: valor que desloca o gráfico verticalmente
Safira			Função Modular	$f(x) = ax + b $ a: representa a declividade das retas. b: considerando seu módulo, é o valor que intercepta o eixo y.

Fonte: Acervo do Projeto V_Lab. (grifo nosso)

Ao iniciar o jogo pela primeira vez, um tutorial é apresentado pelo “Auráculo”, uma espécie de ancião que guia os usuários a dar os primeiros passos nas fases seguintes. Em cada fase, são disponibilizados peixeiros correspondentes a um tipo de função matemática. Na figura 4, por exemplo, foi escolhido o peixeiro Serafim, que representa a “função afim”. Para salvar a espécie que está correndo perigo preso em algum tipo de lixo, o usuário interage com os coeficientes da função para traçar a trajetória que ele deve percorrer, e assim salvar as espécies. A trajetória é representada por um tracejado que tem como origem no peixeiro, e sempre estará

posicionado no eixo “Y” do plano cartesiano. Os “ossinhos” são recompensas que dão ao usuário mais estrelas ao final de cada fase.

Figura 8 - Resgatando as vidas marinhas.



Fonte: RED Função Resgate.

Ao longo das fases as funções vão sendo inseridas no jogo de modo que o usuário possa ir conhecendo-as gradativamente. Também são inseridos obstáculos para dar jogabilidade ao jogo, desafiando seus usuários.

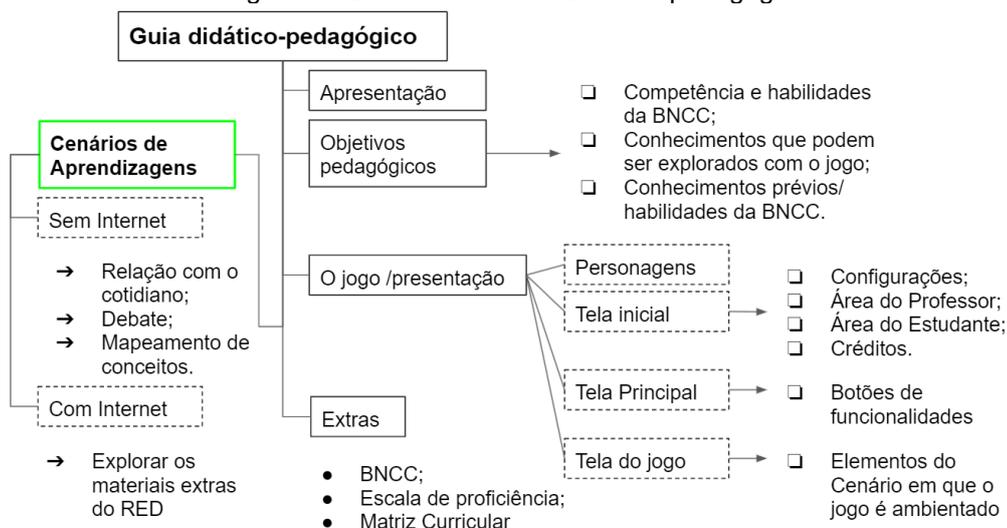
Para auxiliar o professor no uso em sala de aula, foi elaborado um Guia Didático-pedagógico, com orientações para o melhor aproveitamento do RED Função Resgate em sala de aula.

2.3.3 O Guia didático-pedagógico do Função Resgate

O Guia Didático-pedagógico foi elaborado pelo V_Lab/UFPE, para cada RED, para ser um recurso que sirva de base para o professor explorar as potencialidades do jogo com seus estudantes. Eles são estruturados conforme mostrado na Figura 9.

Inicialmente é feita uma breve apresentação do RED, do tema abordado e dos objetivos do Guia didático-pedagógico. A seção de objetivos pedagógicos traz as competências geral e específica e a(s) habilidade(s) à(s) qual(is) o RED foi mediatizado. Um ponto interessante, nesta seção, são as habilidades recomendadas pela BNCC para o Ensino Fundamental que indicam conhecimentos que servem de base para os que são abordados no jogo. Em seguida é feita uma apresentação do RED, trazendo detalhes dos botões, da mecânica do jogo, dos personagens e do conteúdo abordado. Entender esses elementos é fundamental para explorar os cenários de aprendizagens apresentados.

Figura 9 - Estrutura do Guia Didático-pedagógico.

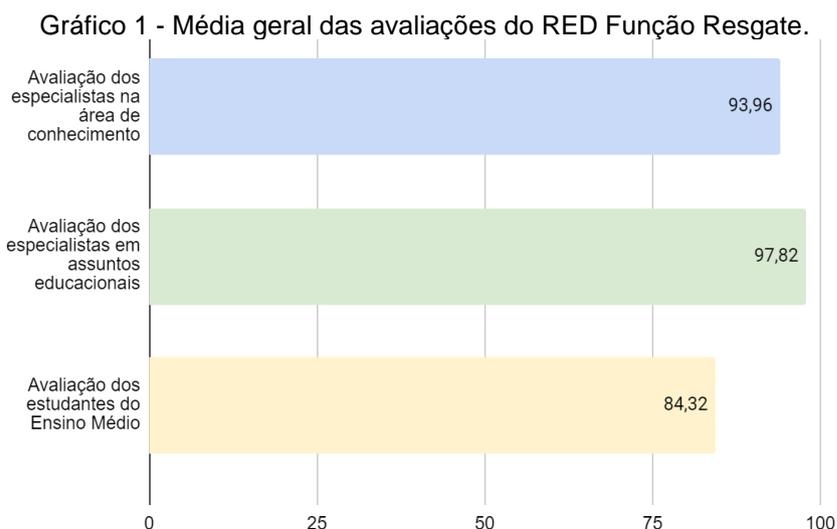


Fonte: O autor (2024).

Os REDs e seus respectivos Guias, passam por um processo de avaliação, para validá-los enquanto recurso educacional que tem potencialidades educativas e se estão de acordo com as diretrizes educacionais brasileiras.

2.3.4 Avaliação do RED Função Resgate

O RED Função resgate passou por um processo de avaliação por meio de formulário eletrônico conforme apresentado na Seção 2.2.1.4. Apresentamos a média geral de cada avaliação sem distinguir as dimensões e critérios que cada uma compõe.



Fonte: Acervo do projeto.

O RED Função Resgate obteve uma boa aceitação pelos avaliadores (professores e estudantes), evidenciando ser um recurso que apresenta

potencialidades educativas para o ensino de funções matemáticas no que diz respeito a relacionar as representações gráficas e algébricas.

A partir dos resultados obtidos nas avaliações dos professores e estudantes, o RED Função Resgate se mostrou estar em conformidade com as exigências e critérios adotados e com um bom resultado na aceitação dos professores e estudantes. A avaliação também auxilia no processo de possíveis melhorias e na prototipação dos futuros REDs.

As análises deixam claro que o Função Resgate traz consigo uma linguagem clara e objetiva na abordagem do conhecimento de funções matemáticas, pelo seu caráter educacional e lúdico para o estudo das representações algébrica e geométrica dos tipos de funções supracitadas.

Quadro 4 - Avaliação: comentários dos professores especialistas e estudantes.

Avaliação dos professores especialistas na área de conhecimento	<i>É importante o uso de aplicativos que demonstrem aos alunos como as mudanças nos coeficientes de uma função implica em mudanças no gráfico. Esse jogo vai além disso, pois induz o aluno a modificar os coeficientes de modo que o gráfico seja conveniente às suas necessidades a fim de que ele possa superar um desafio.</i>
	<i>A partir das modificações dos coeficientes pode observar o comportamento dos gráficos, suas características conforme a função, e, ao ver o peixeiro deslizando sobre o eixo y perceber que onde este se localiza marca o valor do coeficiente linear, determinando onde o gráfico será cortado no eixo y.</i>
Avaliação dos estudantes do Ensino Médio	<i>O gráfico é muito atrativo e a dinâmica utilizada também, o modo de ter colocado matemática de uma maneira que representa a ajuda ao meio ambiente aos animais foi genial.</i>
	<i>O tema do jogo é fácil de compreender. As mecânicas e os nomes dos peixorros ajudam bastante a entender e lembrar sobre cada função. A trilha sonora, o design dos peixorros e seus nomes, e o game design no geral ficaram muito bons. É bem divertido de jogar. :D</i>
	<i>A utilização gráfica de aspectos matemáticos de forma lúdica, tornando o jogo mais interessante</i>
	<i>O jogo tem uma característica muito positiva, quando se trata de "prender a atenção" pois mesmo perdendo algumas vezes eu sempre gostava de tentar novamente. Além da sua paleta de cores e de seu design.</i>
	<i>Achei a ideia do jogo muito daora e me fez pensar nos animais que sofrem no oceano graças ao lixo que é jogado nele.</i>
	<i>A representação dos gráficos e a informação que o jogo apresenta sobre cada tipo de função é muito boa. O jogo é genial e nunca imaginei usar funções para salvar animais.</i>
	<i>A área do professor e do aluno são muito interessantes, entender as funções antes de jogar melhora a experiência do jogo. E o modo radar permite uma melhor visualização da influência dos coeficientes (a,b,c) nos gráficos de diferentes tipos de funções.</i>
<i>As dicas que me ajudou no manuseio do jogo, e com elas lembrei do assunto e associei a ele</i>	

Fonte: Acervo do projeto.

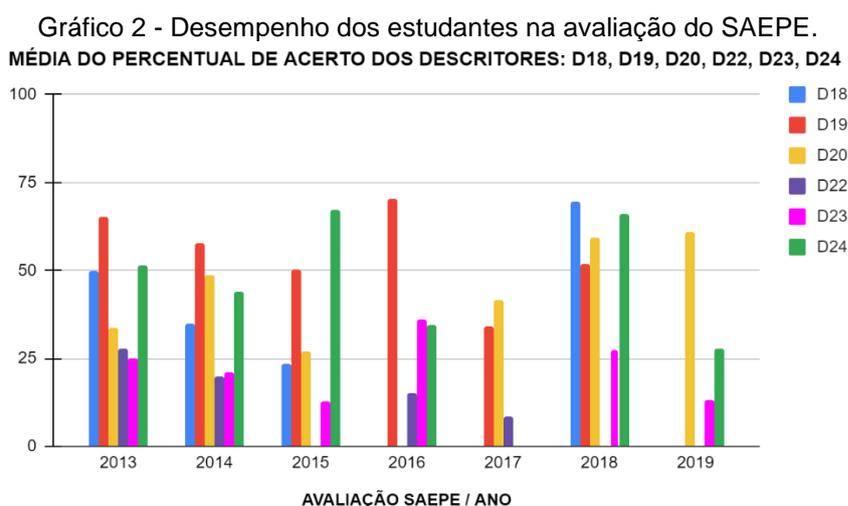
O Jogo permite analisar, em tempo real, a relação entre as duas representações a partir da manipulação dos coeficientes. Conforme os comentários apresentados no Quadro 4, podemos afirmar ser um recurso atraente e que pode promover o engajamento dos estudantes na busca e no desenvolvimento de competências e habilidades. É importante ressaltar que o jogo não substitui o aprendizado completo do conteúdo.

Acreditamos que a estrutura avaliativa serviu adequadamente como modelo de avaliação de recursos educacionais digitais e se mostrou promissora e generalizada, servindo para validar recursos educacionais.

2.4 DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NAS AVALIAÇÕES DO SAEPE

Durante a escolha do tema, supracitado, ao analisar os indicadores de desempenho dos estudantes no SAEPE, observamos que os descritores (D) relacionados ao ensino de funções apresentam baixo desempenho. Os dados apresentados no Gráfico 2, são um recorte da média de acerto dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio no período de 2013 a 2019, de 50 escolas da região metropolitana do Recife.

O gráfico apresenta a média de acertos, no ano em que os descritores foram avaliados. Por exemplo, o descritor D18, D19 e D22, não foram avaliados em 2019. Esses dados são utilizados pelas unidades de ensino para traçar e propor ações de intervenção pedagógicas.



Fonte: SAEPE.

Os descritores a apresentados, são:

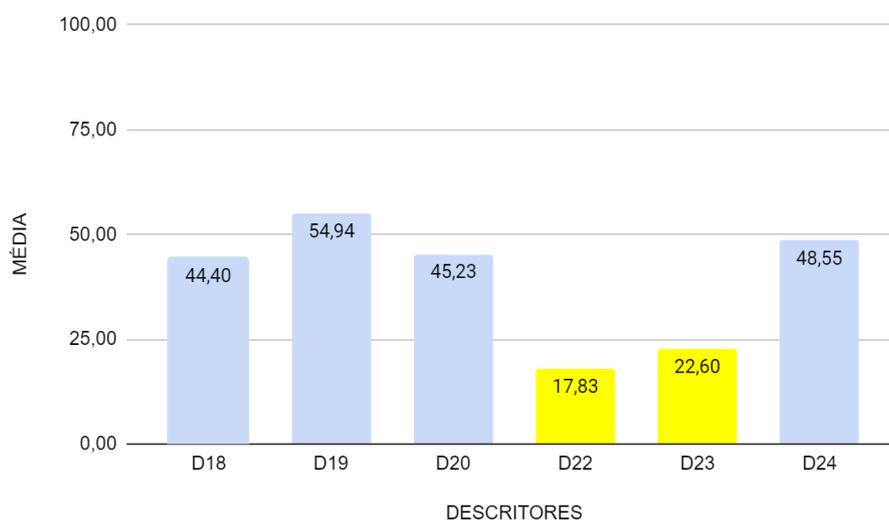
- D18 - Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela;

- D19 - Resolver problema envolvendo uma função do 1º grau;
- D20 - Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos;
- D22 - Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de 1º grau por meio de seus coeficientes;
- D23 - Reconhecer a representação algébrica de uma função do 1º grau dado o seu gráfico ou vice-versa;
- D24 - Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo de uma função polinomial do 2º grau.

O jogo Função Resgate, em seu design, compreende as habilidades voltadas às representações gráficas e algébricas e a relação entre seus coeficientes. Ele, diante das evidências apresentadas, é um recurso que pode auxiliar os professores e estudantes na aprendizagem dos descritores supracitados.

Dos resultados apresentados no Gráfico 2, dois descritores, o D22 e o D23, apresentaram o menor percentual de desempenho na média entre o período de 2013 a 2019, Gráfico 3.

Gráfico 3 - Média de desempenho nos estudantes no SAEPE por descritor.
MÉDIA DOS RESULTADOS DO SAEPE DE 2013 - 2019



Fonte: SAEPE.

Estes resultados apontam que os estudantes terminam o Ensino Médio com baixo desempenho quando se trata de habilidades para reconhecer um gráfico de uma função a partir dos seus coeficientes e a relação entre suas representações algébrica e gráfica.

Neste sentido, os estudos realizados tanto para a escolha do recurso, quanto para o conhecimento matemático, como: a Revisão de Literatura realizada por

membros do grupo de pesquisa GERE, revelam a necessidade de pesquisas relacionadas ao uso de jogos digitais para o ensino de funções. O processo de desenvolvimento ao de validação do jogo do V_Lab/UFPE, mostra sua potencialidade enquanto recurso educacional digital sendo capaz de auxiliar professores e estudantes nas aprendizagens e os dados da avaliação do SAEPE, revela que a necessidade de propor ações e intervenções pedagógicas para minimizar o baixo desempenho. Estes fatos justificam o percurso metodológico adotado nesta pesquisa que iremos apresentar a seguir.

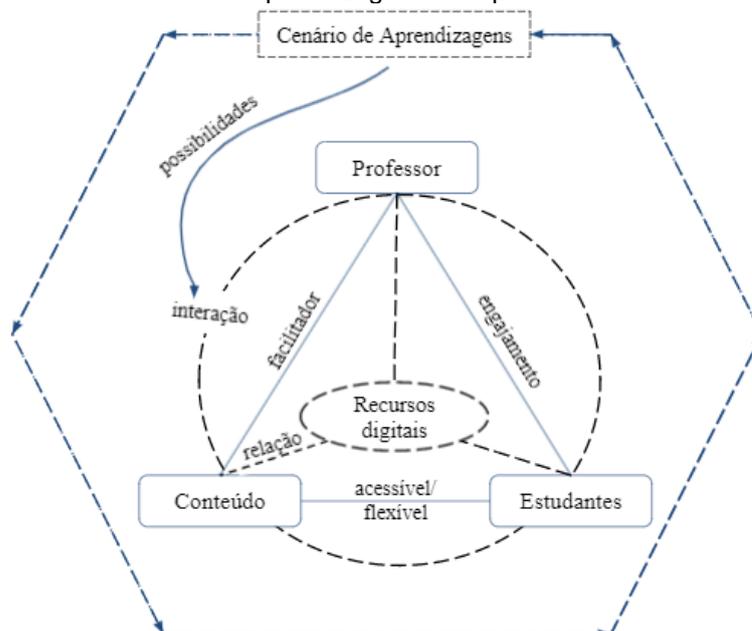
2.5 CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM E O USO DE RECURSOS DIGITAIS

Durante a concepção dos Guias didático-pedagógico do projeto V_Lab/UFPE, o termo “Cenário de Aprendizagem” aparece como elemento que descreve possibilidades para explorar o RED em questão. Realizando algumas pesquisas, encontrei um conceito pertinente aos objetivos desta pesquisa e que vai além dos apresentados nos guias. Sendo assim, constitui um recurso a ser utilizado pelos professores durante o percurso metodológico da pesquisa.

Cenários de aprendizagens, segundo Matos (2014, p. 1), “é algo que o professor faz na sua prática docente se considerar que ao planificar a sua prática pedagógica cotidiana, o professor desenha ou antecipa, de uma forma mais ou menos consciente, diferentes tipos de situações que procurará criar”. E “pode ser um recurso que possibilite o professor a se encorajar a utilizar tais tecnologias digitais da melhor forma possível, possa usar da criatividade e recriá-los, ressignificando-os para o processo de ensino e de aprendizagem em vários contextos” (Silva, 2016, p. 28).

Ao antecipar as situações, o professor pode prever diferentes possibilidades de interação em um cenário de aprendizagens. Na Figura 10, apresentamos um diagrama com as possíveis interações: (i) professor - conteúdo; professor - estudante e estudante - conteúdo; (ii) professor - recursos digitais - conteúdo; professor - estudante - recursos digitais e estudante - conteúdo - recursos digitais; (iii) acontece de forma abrangente entre professor - estudante - conteúdo - recursos digitais e suas relações.

Figura 10 - : Cenários de aprendizagens e as possibilidades de interação.



Fonte: O autor (2024).

Nessas possibilidades de interações, os cenários de aprendizagem devem ser sempre entendidos como objetos em construção, mutáveis, avaliados e continuamente melhorados de forma cíclica. Eles vão sendo alvo de alterações resultantes das interações à medida que novos, ou os próprios, elementos das situações propostas pelos professores e/ou pelos estudantes e inclusive, propostos pelos próprios cenários, vão se modificando de acordo com novos objetivos.

Os cenários são assim entendidos como histórias que possuem vários elementos característicos que proporcionam aos “professores e estudantes identificar quais as necessidades que mobilizam a atividade, de modo a criar novos motivos (para satisfazer essas novas necessidades) e, por conseguinte, definir novos objetos orientadores da atividade” (Matos, 2014, p. 12).

2.5.1 Cenários de Aprendizagens: princípios e características

Matos (2014), ao pensar no design de cenários de aprendizagem com recurso às tecnologias digitais e de mediação em um sistema de atividade coletiva, apresenta o conceito de cenários de aprendizagem de modo abrangente e com grande flexibilidade por descrever situações de aprendizagens e de equacionar as relações entre as diversas dimensões e os diversos elementos das situações que dão forma às trajetórias de aprendizagens das pessoas.

O conceito de cenário de aprendizagem como:

uma situação hipotética de ensino-aprendizagem (puramente imaginada ou com substrato real) composta por um conjunto de elementos que descrevem (i) o contexto em que a aprendizagem tem lugar, (ii) o ambiente em que a mesma se desenrola e que é condicionado por fatores relacionados com a área/domínio de conhecimento, (iii) os papéis desempenhados pelos diferentes agentes ou atores (e pelos seus objetivos), organizados numa história/narrativa (Matos, 2014, p.3).

Na mesma perspectiva, Misfeldt (2015, p. 183) refere-se ao conceito como uma “estrutura ou abordagem recém desenvolvida para a compreensão de situações educacionais construídas a partir de cenários, entendidos como situações reais ou artificiais, usadas para criar contexto, experiência relevantes e imersão, em situações educacionais” (tradução nossa).

A partir das razões apontadas por Carrol (2000), Matos (2014) definiu um conjunto de elementos relevantes em um cenário de aprendizagem:

- a) desenho organizacional do ambiente - organização dos elementos contextuais de um cenário, requisitos (incluindo convicções e concepções), artefatos materiais;
- b) papéis e atores - posturas e responsabilidades, formas de estar, organização do coletivo, modos de interação e comunicação;
- c) enredo, estratégias de trabalho, atuações e propostas - arquitetura da atuação, estrutura de atividade, sentido teleológico da construção;
- d) reflexão e regulação - processos de reificação do aprendizado/da ação, monitorização do desenvolvimento próprio dos atores e do contexto, avaliação crítica, produtos (Matos, 2014, p. 3).

Além dos elementos estruturantes de um cenário de aprendizagem, Matos (2014, p. 4) afirma que a concretização de um cenário de aprendizagem deve assumir um conjunto de características, nomeadamente: Inovação – o desenho do cenário deve proporcionar possíveis atividades inovadoras; Transformação – o cenário deve encorajar os professores a experimentar práticas inovadoras, seja didático, pedagógica, metodológica e de avaliação; Previsão / antevisão – o cenário é uma ferramenta para pensar em novas maneiras de perspectivar o futuro; Imaginação – um cenário como fonte de inspiração e de alimentação da criatividade do professor; Adaptabilidade – um cenário deve ser adaptável para atender aos objetivos didático-pedagógico do professor e dos seus autores; Flexibilidade – deve ser flexível para atender a diferentes estilos de aprendizagem e estilos individuais de ensino; possuir uma maior ou menor amplitude/abrangência de acordo com o nível e o papel dos atores; e conter elementos conducentes à realização de atividades que permita a

colaboração/partilha de objetos. Desta forma, o cenário de aprendizagem se apresenta com um caráter inovador, flexível e adaptável para o uso de recursos digitais de modo abrangente e enriquecer a atividade do professor em uma perspectiva de pensar no futuro.

O processo de desenho e a implementação de um cenário enquanto ferramenta pedagógica para desenho e planificação de atividades de aprendizagem, segundo Piedade (2018, p. 1841), “é condicionado por diversos fatores inerentes ao processo educativo, desde a área disciplinar e o domínio do conhecimento, passando pelos papéis dos diferentes intervenientes até às sequências das atividades e tarefas de aprendizagem”.

Para sintetizar esse processo, Matos (2014, p. 15-17) definiu um conjunto de seis princípios orientadores que devem estar na base do processo do desenho de cenários de aprendizagem, como é apresentado na Figura 11:

Figura 11 - Princípios orientadores para o desenho de cenários de aprendizagens.



Fonte: Piedade (2018, p. 47).

Os princípios orientadores (Matos, 2014, p. 15-17) para cenários de aprendizagem:

- i. devem ser construídos com base na ideia de design participativo, ou seja, é concebido de forma colaborativa e deve sempre estar em diálogo com seus intervenientes;
- ii. devem basear-se no contexto e contemplar as necessidades dos seus utilizadores. No caso do uso de recursos digitais, devem estar estritamente

ligados às práticas da sala de aula e aos objetivos dos professores e dos alunos;

- iii. devem decorrer de um processo dinâmico de experimentação e reflexão. Eles sofrem reajustes de acordo com os objetivos de seus utilizadores e com interação, ou mesmo, com a introdução de novos elementos nos sistemas de atividade (inclusive, propostos pelos próprios cenários).
- iv. devem proporcionar acesso às tecnologias digitais para aprender e ajudar a pensar e dar possibilidade de criar objetos de aprendizagens;
- v. poderão incluir sugestões de utilização de outro tipo de materiais e recursos que complementam o uso das tecnologias digitais;
- vi. devem proporcionar desafios de curto e longo prazo para consolidação de conhecimentos.

Matos (2014) utiliza conceitos da Teoria da Atividade (Engeström, 2001) como base conceitual e metodológica para pensar no design de cenários de aprendizagens com recurso às tecnologias digitais. São eles:

- a) Os sistemas de atividade devem ser entendidos como unidade de análise em uma perspectiva dinâmica, mutável e evolutiva entre dois ou mais sistemas, dentro e fora da escola;
- b) A orientação para o objeto: cada atividade possui sempre um objeto que constitui o seu objetivo subordinado às necessidades que mobilizam a atividade, de modo que, de forma cíclica, possam emergir outros objetivos e conseqüentemente novos objetos;
- c) A aprendizagem como um movimento expansivo entre ações e atividade: no design de cenário de aprendizagem se deve propor recursos que auxiliem no desenvolvimento de atividades de aprendizagens coletiva e da sua própria aprendizagem;
- d) Possibilidade de reorganização e reconceitualização dos sistemas de atividades: os cenários de aprendizagens devem propor mecanismos de reflexão e de ação para que os autores percebam e discutam os problemas e contradições existentes na sua atividade e procurar soluções para resolvê-la;
- e) uso das tecnologias digitais como ferramentas de mediação ao nível da atividade.

A primeira representação do trabalho de design é a descrição da execução das tarefas. Trata-se de um design participativo que promove a interação entre os

envolvidos por um longo ou curto período de forma coletiva, para a troca de experiências e perspectivas para a aprendizagem tendo em vista a identificação dos objetivos e requisitos para obter um produto.

A seguir, apresentamos a Abordagem Documental do Didático, que fornece base para o estudo do trabalho documental individual e coletivo para esta pesquisa.

3 O MODELO DA ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL

Neste capítulo, apresentamos os principais conceitos do modelo de Orquestração Instrumental e adentramos na extensão desse modelo ao contexto do ensino remoto on-line.

A metáfora da Orquestração Instrumental compara a sala de aula com uma orquestra em que o professor é um maestro e os estudantes são os músicos e juntos atuam em sintonia. Em outras palavras, “o maestro (o professor) conduz os músicos (seus alunos) a usarem artefatos e transformá-los em instrumentos musicais (instrumentos didáticos), os quais lhes permitirão executar as partituras musicais (resolver as situações matemáticas)” (Lucena, 2018, p. 46).

3.1 ETAPAS DO MODELO TEÓRICO-METODOLÓGICO DA ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL

O modelo teórico da Orquestração Instrumental (Trouche, 2004, 2005) tem contribuído para pesquisas desenvolvidas por integrantes do grupo GERE. Pesquisas, como as de Lucena (2015), Pereira e Gitirana (2016) e Pereira (2017), investigaram a prática docente com suporte de tecnologias digitais, a gestão dos artefatos e a orientação dos estudantes rumo à sua gênese instrumental. Para Rabardel (1995), a gênese instrumental é a transformação do artefato gerada pela ação do sujeito, tornando-o um instrumento à medida que o sujeito passa pelo processo de instrumentação ao integrá-lo à sua prática. E “não deve ser pensada como mecanismos de produção, com um início claramente identificável e um fim. Estes são processos que se estendem no tempo, incluindo os períodos de estabilidade e rupturas” (Gueudet; Trouche, 2010, p.1). As “Gênesis instrumentais constituem uma dimensão da atividade do sujeito para a qual a flexibilidade das tecnologias contemporâneas oferece novos espaços de desenvolvimento” (Rabardel, p.5, 1995). A gênese instrumental combina dois processos: instrumentação e instrumentalização. Esses conceitos são relevantes, de modo mais geral, para fundamentar uma abordagem de documentação em didática.

Recentemente, este modelo vem sendo utilizado como suporte teórico-metodológico por pesquisadores do GERE para a criação de arquiteturas de ensino com suporte às tecnologias, em especial, as digitais, e “tem se revelado flexível e frutífero” (Gitirana; Lucena, 2021, p. 369).

Definida por Trouche (2005) e traduzida por Lucena (2018),

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, tradução de Lucena, 2018, p. 46).

Uma Orquestração Instrumental é composta pelas etapas: i) configuração didática e ii) modo de execução (Trouche, 2004; 2005) e iii) performance didática (Drijvers et al., 2010). Ambas levam em consideração o gerenciamento dos artefatos e as escolhas do professor e dos sujeitos envolvidos.

A Configuração Didática segundo Trouche (2005, p. 39) “é definida por arranjos dos artefatos do ambiente, correspondente a cada fase de uma situação”, pela disposição dos alunos “bem como dos vínculos a serem estabelecidos entre ambos e com a situação matemática escolhida” (Ignácio, 2018, p. 33),

A Configuração Didática é a organização do ambiente de ensino e aprendizagem; é a seleção dos recursos ^{10a} serem disponibilizados; é a elaboração da atividade; é a escolha das técnicas de trabalho para apreensão dos objetos matemáticos por meio das tecnologias e a definição do papel dos sujeitos envolvidos neste processo. (Drijvers et al., 2010, p. 215) (tradução nossa).

O modo de execução segundo Trouche (2004; 2005) é o modo em que o professor decide executar as configurações didáticas mesmo sabendo que existem outras possibilidades de executar, e do mesmo modo, os esquemas de usos a serem desenvolvidos. Para Drijvers *et al.* (2010), o modo de execução é:

A forma como o professor decide a configuração didática para o benefício das suas intenções didáticas. Isso inclui decisões sobre a forma como uma tarefa é introduzida e trabalhada, seja sobre os papéis dos artefatos para ser jogado, e na técnica e esquemas para ser desenvolvida e estabelecida pelos alunos (Drijvers et al., 2010, p. 215).

O terceiro elemento de uma Orquestração Instrumental apresentado por Drijvers *et al.* (2010), a performance didática, configura uma função importante no processo de Ensino e Aprendizagem. Portanto, performance didática,

Contempla-se, também, aspectos relevantes que devem ser considerados, na execução da atividade instrumentada, tais como, as decisões *ad hoc* que devem ser tomadas diante de

¹⁰ Em relação aos recursos, podemos entender como sendo uma extensão dos artefatos. Adler (2000), um recurso pode ser qualquer coisa que sirva como fonte para a atividade do professor

situações inesperadas que possam surgir numa orquestração, advindas da realização da atividade matemática ou do uso da tecnologia, por exemplo. (Drijvers et al., 2010, p. 215, tradução de Lucena, 2015, p. 40).

Ao planejar uma configuração didática, por exemplo, o professor estabelece todos os pontos a serem discutidos, os recursos disponíveis e o tempo de execução. Esses elementos poderão ser alterados durante a execução. A performance didática permite ao professor realizar os ajustes necessários e repensar a sua configuração didática e o modo de execução. Também evidencia limitações e potencialidades dos recursos disponibilizados e possibilidades de análise das gênesis instrumentais dos estudantes, por meio das respostas nas atividades. A “performance didática também permite ao professor a identificação e caracterização dos esquemas de uso e de ação instrumentada” (Lucena, 2018, p. 50).

3.2 O MODELO DE ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL ON-LINE

Com a expansão, em regime emergencial, do ensino remoto on-line causado pelo advento da pandemia da Covid-19, foi necessário que professores de todo o mundo, em particular do Brasil, tivessem que repensar nas suas práticas pedagógicas e metodológicas para incluir as tecnologias digitais. Foi nesse cenário que pesquisadoras do grupo de estudos GERE, Gitirana e Lucena (2021) pensaram na adequação do modelo teórico da Orquestração Instrumental on-line. As experiências com a integração de tecnologias na Educação e pesquisas realizadas pelos integrantes do GERE favoreceram a criação de arquiteturas de ensino voltadas para o contexto on-line, o que possibilitou a ampliação da geografia da sala de aula presencial.

Inspiradas na definição de Trouche (2005) de Orquestração Instrumental, as autoras definem:

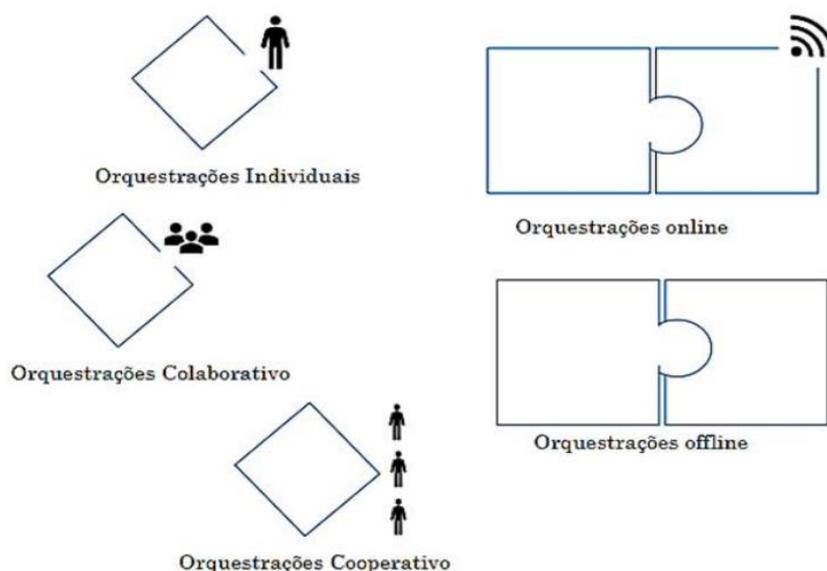
Uma Orquestração Instrumental On-line é o arranjo sistemático e intencional dos elementos (artefatos e seres humanos) de um ambiente formado pelo virtual(is) e físico (em diferentes espaços geográficos), realizado por agentes (professor(es) e monitores) no intuito de efetivar uma situação dada e, em 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; Lucena, 2021, p. 376).

Nesse contexto, a OI on-line pode ser executada de maneiras síncronas ou assíncronas (on-line e off-line). Por esse motivo, requer um planejamento para cada espaço do ambiente on-line que o professor estabelece como sala de aula. É

importante que os objetivos didáticos pedagógicos estejam claros para garantir a participação efetiva dos estudantes na aula. As autoras da OI on-line ressaltam a importância do “protocolo de orientação destinado aos estudantes” com a finalidade de prepará-los previamente. O protocolo é “parte da configuração didática e do modo de execução da OI on-line, visto que nele se apresentam orientações sobre os artefatos necessários, informações sobre o funcionamento da OI on-line” (Gitirana; Lucena, 2021, p. 378).

Existem alguns pontos a serem considerados em uma OI on-line. A geografia do espaço é virtual, os ambientes são diversos em aspectos de recursos e artefatos digitais, o material deixado para o estudante passa a ser virtual. Segundo Gitirana e Lucena (2021, p. 376), há dois tipos de orquestrações instrumentais remotas, a on-line (síncrona), que pode ser desenvolvida em tempo real, e a off-line (assíncrona), realizada em tempos distintos, a depender da situação proposta, mas com necessidade de internet.

Figura 12: Tipos de orquestrações instrumentais remotas e modos de trabalho.



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

A articulação entre os tipos de orquestrações on-line e off-line; síncronas e assíncronas; individuais, cooperativas e colaborativas, possibilita a valorização dos sujeitos (estudantes) no acesso aos artefatos e ao conhecimento. Dessa forma, evitamos um ensino centrado no professor. Pautado nessas premissas, o Modelo de OI e sua extensão, particularmente à OI on-line, desenvolvemos esta pesquisa os tendo como aporte teórico-metodológico para as etapas orquestradas. Na próxima sessão, iremos apresentar a Abordagem documental do Didático, apresentando os

elementos pertinentes para esta pesquisa, em particular a gênese documental na relação dialética entre instrumentação e instrumentalização, e o lugar da metodologia de investigação reflexiva no desenvolvimento profissional e, conseqüentemente, para produção e coleta de dados a partir das orquestrações instrumentais on-line disponibilizadas.

4 ABORDAGEM DOCUMENTAL DO DIDÁTICO E A DOCUMENTAÇÃO DO PROFESSOR

A Abordagem Documental do Didático (ADD) (Gueudet; Trouche, 2009) apresenta-se, nesta pesquisa, como uma metodologia para análises de dados. Em particular, o foco está no trabalho de documentação, ou seja, na interação individual e coletiva de professores com um conjunto de recursos digitais ou não para seu trabalho em sala de aula.

Esta abordagem considera a ação do professor em diversos momentos de sua trajetória, incluindo os momentos antes e durante a preparação e na vivência de uma aula, e os recursos disponíveis que serviram de fonte para apoiar o seu desenvolvimento profissional, na evolução dos seus esquemas. Esta metodologia dá origem ao que se chama de trabalho documental do professor. Nesta abordagem teórica, o recurso é entendido de forma ampla, como tudo o que poderia reabastecer a atividade documental do professor (Gueudet; Trouche, 2015, p. 3), configurando-se como elemento fundamental.

O que compreende a atividade do professor é um conjunto de restrições e regras institucionais e sociais: a própria sociedade, particularmente, a instituição de ensino, e os coletivos, constituídos naturalmente por um professor e seus alunos, ou entre professores, ou envolvendo outros atores da educação (Gueudet; Trouche, 2015, p. 23).

O trabalho documental também envolve um componente coletivo, quando compartilha, cria e concebe recursos. Durante o processo, o professor desenvolve seu sistema de recurso que é estruturado pela sua atividade profissional. A distinção entre um sistema de recurso individual e o coletivo é fundamental para entender as evoluções dos mesmos.

A ação do professor sobre esses recursos, sua intenção didática e os esquemas de utilização mobilizados, desde a sua concepção até a sua aplicação, são orientados pelos invariantes operatórios. Segundo Vergnaud (1996), os invariantes operatórios são componentes essenciais dos esquemas que permitem a identificação de objetos materiais e suas relações pela percepção e interpretação das informações em situações que envolvem incerteza, hipóteses e raciocínios. Ou seja, 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” (Bellemain e Trouche, 2016 p. 108).

Na ótica da ADD, durante esta ação e por meio de diferentes situações sucessivas com a mesma finalidade e estabilidade para garantir a hipótese de um esquema, o professor constitui o documento (recursos + esquemas). “Os documentos são entidades híbridas compostas por recursos reorganizados e os esquemas de utilização são estruturados pelos invariantes operatórios” (Gueudet; Trouche, 2015, p. 34), e como “um conjunto de recursos recombinados e um esquema de uso desse conjunto” (Gueudet, 2019). Ou seja, um documento é um esquema mental (também chamado esquema de utilização) que está associado a um conjunto específico de recursos que orienta e define as ações do professor para uma determinada classe de situações, através de diferentes contextos (Sánchez, 2010).

Um esquema tem quatro componentes: a finalidade da atividade; regras de ação, de obtenção de informação e de controle; invariantes operatórios; possibilidades de inferência. As regras de ação, de obtenção de informações e de controle descrevem como o sujeito age em uma situação, os invariantes operatórios são os conhecimentos que fundamentam esta ação (conceitos em ação, i.e., conceitos considerados relevantes pelo sujeito em sua ação; ou teoremas em ação, i.e., proposições consideradas como verdadeiras pelo sujeito em sua ação). As possibilidades de inferência permitem ao sujeito adaptações locais, controles e ajustes graduais de acordo com as características da situação (Gueudet; Trouche, 2021, p 2-3, tradução nossa).

Nesta perspectiva, percebe-se a necessidade de inferir os esquemas atribuídos ao recurso pelo professor para caracterizar o trabalho documental, em uma parceria entre o professor e pesquisador, que deve acontecer durante todo o processo de coleta de dados. Esta parceria contribui, nesta abordagem teórica, em duas vertentes: auxiliar o pesquisador no entendimento das ações e do(s) esquema(s) do professor ao mobilizar cada recurso, e propor momentos de reflexão da ação do próprio professor ao documentar sua atividade.

O processo de documentação acontece em vários contextos/lugares. Na escola, por exemplo, ele tem contato com outros colegas de trabalho que podem compartilhar experiências diversas, com estudantes que têm conhecimentos prévios, com outros recursos que vão fazer parte desse processo, experiências pessoais e outros fatores não citados aqui. A coleta desses dados complementa e ajuda a compreender a ação do professor sobre os recursos mobilizados na sua atividade para um dado conteúdo do saber em jogo, numa perspectiva didática. “Porém, esses

dados devem ser confrontados com a observação da sua atividade” (tradução nossa) (Gueudet, 2019, p. 25).

Para o pesquisador seria impossível mapear os elementos que dão continuidade ao trabalho documental. “Uma hipótese forte é que essa solicitação do professor sobre seu próprio trabalho documental irá estimular sua reflexão e lhe permitirá entender melhor a si mesmo, a estrutura dos seus próprios recursos” (Bellemain; Trouche, 2016).

O trabalho documental é enriquecido pelo próprio professor quando documenta sua atividade dentro e fora da escola em um processo de reflexão. Nesta perspectiva, a documentação é:

- híbrida e integra também os elementos materiais e os elementos digitais;
- dinâmica e em duplo sentido. Este é antes de tudo um processo contínuo, sujeito a mudanças frequentes e fixado apenas no momento da entrega (documentos para o aluno, publicações, etc.). Em seguida, o documento é um produto vivo, oferecendo interações por artefatos (e software) que o constituem;
- coletiva, a documentação é mais frequentemente realizada pelo trabalho cooperativo de várias mãos (partilha entre o design e layout, por exemplo) ou de colaboração, síncrona ou assíncrona, na presença ou remotamente. (Bellemain; Trouche, 2016, p. 124).

Portanto, o processo de documentação da atividade do professor trata-se da ação didática na seleção, adaptação e implementação de recursos produzidos por ele ou não, em um ciclo contínuo sobre um dado tema ou uma aula. Esse ciclo são processos contínuos e constitui o que se chama de gênese documental.

4.1 GÊNESE DOCUMENTAL

A gênese documental é a essência da atividade do professor em processos contínuos e combina dois processos: “instrumentação (recursos que instrumentalizam a ação didática do professor) e instrumentalização (o professor se apropria e modifica os recursos)” (Gueudet; Trouche, 2015, p. 34). Ela ocorre “no processo de desenvolvimento de um documento a partir de um conjunto de recursos” (Gueudet; Trouche, 2021, p.3).

Para entender melhor a distinção entre recurso e documento, Gueudet e Trouche (2009) baseiam-se na distinção feita por Rabardel (1995) entre artefato e instrumento. Um determinado sujeito transforma um artefato em instrumento, em uma variedade de contextos de utilização, de uma mesma situação, orientados por invariantes operatórios, dando origem à gênese instrumental. Rabardel (1995)

distingue o artefato como sendo um meio cultural e social disponível para um determinado sujeito, que a partir de uma ação o transforma em instrumento. Mas, não é qualquer ação, nela deve ser atribuída uma função e um significado, transformando este artefato em instrumento no decurso desta ação.

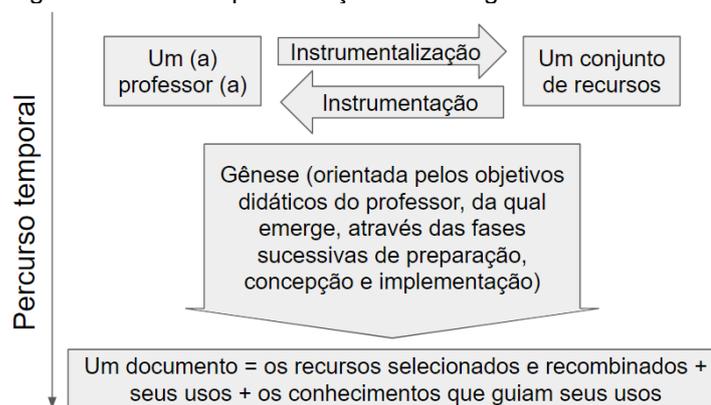
De modo análogo, no caso das gêneses documentais, os processos de constituição de um conjunto de recursos em um documento são complexos e expõem a necessidade de entender os recursos e seus esquemas:

- Elas combinam os processos de instrumentação (recursos que instrumentalizam a ação didática do professor) e o processo de instrumentalização (o professor se apropria e modifica os recursos);
- Os documentos são entidades vivas: os recursos a partir dos quais eles são desenvolvidos evoluem, os esquemas podem também evoluir para atender às novas situações. Os próprios documentos produzem novos recursos que irão, por sua vez, dar matéria para os novos documentos;
- Os documentos não vivem isolados. Eles são estruturados em sistemas documentais, cuja estrutura está relacionada com a estrutura da atividade dos professores;
- As gêneses documentais estão no centro do desenvolvimento profissional dos professores, em uma dialética entre produtivo e construtivo. Em todos os aspectos, as gêneses documentais individuais e coletivas se combinam;
- As tecnologias de suporte contribuem para uma forte evolução, provocando novos aspectos coletivos de trabalho documental;
- A dialética participação/reificação, inscrita dentro das comunidades de prática, permite compreender a relação entre o compromisso em um coletivo e a produção de um repertório compartilhado;
- As gêneses documentais individuais e comunitárias, no caso das comunidades de prática dos professores, aparecem, então, profundamente imbricadas. (Gueudet; Trouche, 2016, p. 34).

Para Bellemain e Trouche (2016, p. 118), a gênese documental faz referência a uma classe de situações que acontecem em mais de um ciclo de preparação/implementação de um dado tema e que se repetem em vários contextos como processos contínuos, não estáticos, e que estão em constantes evoluções desde a instrumentação à instrumentalização do recurso pelo professor individual e coletivamente, e como ele estrutura o seu sistema documental ao longo do tempo.

Na Figura 13, sintetiza-se o processo de gênese documental.

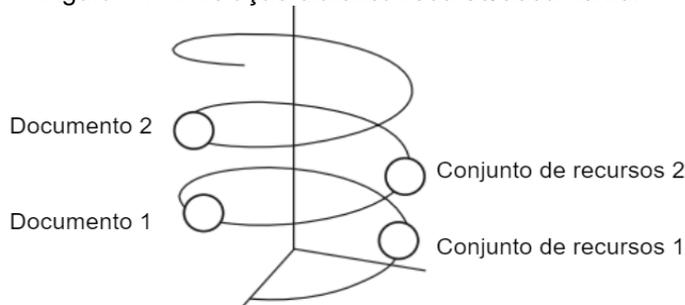
Figura 13 - Uma representação de uma gênese documental.



Fonte: Trouche et al. (2020, p. 4).

Reafirmando, uma gênese documental não deve ser entendida como uma transformação de um conjunto de recursos (como entrada) em documento (como saída). Gueudet e Trouche (2009) afirmam que é “um processo contínuo”, assim como Rabardel (1995) considerou a gênese instrumental. Portanto, um documento desenvolvido a partir de um conjunto de recursos fornece novos recursos, que podem estar envolvidos em um novo conjunto de recursos, que levará a um novo documento, etc” (tradução nossa) (Gueudet; Trouche, 2009, p. 206). Abaixo, uma representação gráfica da relação dialética entre recursos e documentos em torno de um eixo que representa o tempo.

Figura 14 - A relação dialética recurso/documento.



Fonte: (Gueudet; Trouche, 2009, p. 206) (tradução nossa).

Essa relação dialética constitui um elemento principal para entender a evolução da gênese documental do professor a partir dos princípios da metodologia de investigação reflexiva.

4.2 O PAPEL DA INVESTIGAÇÃO REFLEXIVA NA GÊNESE DOCUMENTAL DO PROFESSOR

A investigação reflexiva exerce um papel fundamental no acompanhamento e análise da documentação do professor para entender e obter resultados em termos

de gênese documental. Os dados obtidos neste processo são fruto da parceria entre o pesquisador e o professor e precisam ser confrontados com a observação da sua atividade docente.

O acompanhamento nesse processo segue seis princípios:

- (i) uma ampla coleta de recursos materiais utilizados e obtidos durante o trabalho documental;
- (ii) um acompanhamento de longo prazo, permitindo identificar evoluções e estabilidades, correspondendo ao longo tempo de gênese e desenvolvimento dos esquemas;
- (iii) um acompanhamento dentro e fora da sala de aula (**momentos síncronos e assíncronos**). O trabalho documental inclui uma preparação das aulas (que ocorre em diferentes locais), mas também o que se desenrola nas aulas e pode levar a adaptações, induzidas como modificações posteriores;
- (iv) um acompanhamento reflexivo do trabalho documental, onde o olhar do professor sobre o seu próprio trabalho é solicitado;
- (v) uma comparação do ponto de vista (subjetivo) do professor com elementos: os recursos usados e concebidos, e o curso da aula;
- (vi) um contrato metodológico (Sabra, 2011), que consiste em o pesquisador apresentar ao(s) professores(es) acompanhado(s), e ajustar de forma conjunta o dispositivo de coleta de dados. Este contrato permite formalizar parcialmente a relação entre o pesquisador e os atores do campo experimental. Grifo nosso (Gueudet; Trouche, 2021, p. 4).

Estes princípios são essenciais pois permitem coletar diferentes tipos de dados que estruturam e alimentam a atividade do professor sobre seus recursos, criados ou não, para uma dada aula de um conteúdo específico. O processo reflexivo tem o intuito de permitir inferir os invariantes operatórios que orientam a atividade do professor. Vergnaud (1996) classifica os invariantes operatórios em dois componentes principais: os conceitos-em-ação que permitem reconhecer elementos comuns nas situações enfrentadas e os teoremas-em-ação que proporcionam as regras que associam esses elementos na resolução de uma dada situação e a ação em consequência da mesma. Ou seja, “os invariantes operacionais são proposições consideradas verdadeiras (teoremas-em-ação) ou conceitos considerados relevantes (conceitos-em-ação) que norteiam a atividade do professor. Esta ligação entre as convicções expressas pelo professor e sua atividade real é, portanto, central” (Gueudet, 2019, p. 26, tradução nossa).

Na investigação reflexiva do trabalho documental dos professores, é fundamental buscar inferir e entender a evolução dos esquemas de uso dos recursos,

dos sistemas de recursos e dos documentos individuais e coletivos e as suas contribuições.

Portanto, é fundamental que o professor também participe das coletas de dados para que sejam validados por ele e pelo pesquisador, o qual tem o papel de selecionar e organizá-los. Também deve-se levar em consideração as relações interpessoais estabelecidas neste rigor no contrato metodológico (Anexo I) para as interações entre ambos, e o quanto elas influenciam na coleta e análise dos dados.

4.2.1 O contrato metodológico na pesquisa

O contrato metodológico, apresentado como um dos seis princípios da Metodologia Reflexiva (Gueudet; Trouche, 2021, p.), foi introduzido por Sabra (2011, p. 66) fazendo uma analogia ao conceito de contrato didático¹¹ (Brousseau; Chevallard, 1988), introduzido na didática da matemática, para situar as responsabilidades do professor e dos estudantes em sala de aula.

Em um contrato metodológico, os contratantes são, por um lado, o pesquisador e, por outro lado, o(s) ator(es). O objeto comum dos contratantes é a ação didática individual ou coletiva do ator, bem como os recursos produzidos por/para esta atividade. O contrato metodológico permite formalizar, em parte, a relação entre o pesquisador e os atores no campo experimental. Ele tenta, através de regras, definir os papéis e responsabilidades de cada um (pesquisador e atores). Definimos o contrato metodológico como um conjunto de expectativas mútuas entre o pesquisador e o ator, essencialmente implícitas, relativas a uma ação didática no campo experimental (Sabra, 2011, p. 66).

Sabra (2011) apresenta algumas limitações do contrato metodológico, como a incerteza do pesquisador por não conhecer as atividades individuais e coletivas dos atores envolvidos e os momentos de rupturas, assim como acontece no contrato didático. Nesse sentido, é fundamental criar mecanismos metodológicos flexíveis para incentivar o trabalho documental dos participantes, que seja prazeroso e garanta o comprometimento com a proposta da pesquisa. Para isso, será permitido coletar, dos

¹¹ Brousseau (1988) define o contrato didático como "o conjunto de comportamentos do professor que são esperados do aluno, e [do] conjunto de comportamentos do aluno que são esperados do professor [...] Este contrato é o conjunto de regras que determinam explicitamente para uma pequena parte, mas acima de tudo implicitamente, o que cada parceiro da relação didática terá que administrar e pelo qual ele será, de uma forma ou de outra, responsável perante o outro". Para Chevallard (1988), "[T]contrato didático define os direitos e deveres dos alunos, os direitos e deveres do professor e, através desta divisão de tarefas, compartilha e limita as responsabilidades de cada um" (Sabra, 2011, p. 66)

participantes, dados desde a apropriação dos recursos até o desenvolvimento das atividades individuais e coletivas propostas pela pesquisa.

Na próxima seção, apresentaremos duas vertentes desse conceito. A primeira foi elaborada por Sánchez (2010) e a segunda pelo autor desta pesquisa.

4.3 A NOÇÃO DE ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL

A noção do conceito de Orquestração Documental (OD) (Sánchez, 2010) surgiu em um programa de formação de professores, mestrado em educação matemática (dois anos), executado pela plataforma Moodle¹². O autor relaciona os conceitos teóricos da Abordagem Documental (Gueudet; Trouche, 2009): gênese documental (instrumentalização e instrumentação) e documento, com os conceitos da Orquestração Instrumental (OI) (Trouche, 2005): configurações didáticas e modos de execução. Sánchez (2010, p.14) “pode nos ajudar a discutir de forma explícita e organizada as relações entre os objetivos e a disposição de recursos”.

O cerne do trabalho documental do professor está na interação do professor com uma série de elementos de naturezas diferentes. Esse conjunto de elementos é chamado de recursos. A definição de documentos é apresentada em Gueudet e Trouche (2009, p. 205), como um esquema mental que está associado a um conjunto específico de recursos que orienta e define as ações do professor para uma determinada classe de situações através de diferentes contextos.

4.3.1 O Conceito de Orquestração Documental numa perspectiva metodológica

O conceito da Orquestração Documental aborda o desafio de projetar uma orquestração instrumental no ensino on-line para professores, oferecendo uma forma particular de projetar os recursos que facilite a documentação a partir das OIs, observar e orientar o aperfeiçoamento ou o redesenho de tal orquestração instrumental e da própria OD, a partir dos processos de instrumentalização e instrumentação.

Uma OD pode ser definida como um arranjo ou acomodação de recursos que um formador de professores (ou um grupo de formadores de professores) realiza com a intenção de facilitar e incentivar o trabalho documental dos professores de matemática, visando contribuir para o desenvolvimento de seus conhecimentos profissionais. Em princípio, a estrutura de uma

¹² Esta é uma plataforma gratuita e de código aberto (<http://moodle.org>) que permite organizar cursos através do armazenamento e compartilhamento de diferentes tipos de arquivos (como arquivos de texto, áudio e vídeo), mas também permite organizar discussões assíncronas entre os participantes de um curso (SÁNCHEZ, 2010).

OD deve incluir os dois elementos que definem uma Orquestração Instrumental, ou seja, **configurações e modos de exploração**. Estes dois elementos devem ser definidos em termos das possibilidades e limitações do ambiente educacional onde a Orquestração Documental será aplicada; também deve ser levado em conta o tipo de conhecimento que queremos produzir (Sánchez, 2010, p. 14). (tradução nossa) (grifo nosso).

Para Sánchez (2010) “uma Orquestração Documental é regulamentada e evolui através do feedback que é obtido durante sua aplicação. Este feedback é representado pelos processos de instrumentação e instrumentalização que se manifestam em diferentes estágios da orquestração” (p. 18).

Por se tratar de uma pesquisa, na visão de um pesquisador, é necessário fazer uma analogia do elemento “Configurações Didáticas” proposto por Sánchez (2010) na OD, para Configurações Metodológicas.

- As **Configurações Metodológicas** são as “disposições específicas, **ao mesmo tempo flexíveis**, dos recursos com os quais os professores (**participantes da pesquisa**) interagem” **durante o processo documental reflexivo** [...] e se conscientizam “sobre os possíveis efeitos que produzem o uso da tecnologia nas tarefas e técnicas matemáticas” (p. 15).
- Os **modos de execução** “referem-se à forma que o pesquisador decide a configuração metodológica para o benefício das suas intenções e aos possíveis ajustes das técnicas, dos recursos e esquemas mobilizados para a execução de tal configuração. Estes ajustes devem ser guiados pelas intenções do pesquisador, e pelo propósito da Orquestração Documental.

Para a expansão desse conceito em aspectos metodológicos, percebo a necessidade de acrescentar um terceiro elemento (Performance Metodológica) inspirada na definição apresentada por Drijvers et al. (2010) e Lucena (2018).

4.3.1.1 A Performance Metodológica como um terceiro elemento da OD

A necessidade de acrescentar a Performance Metodológica ao conceito de Orquestração Documental surge na mesma direção apresentada por Drijvers (2010) na abordagem teórica da Orquestração Instrumental, ou seja, na atenção dada aos eventos inesperados que podem ocorrer durante a execução de uma orquestração. Neste sentido, a Performance Didática “consiste na performance alcançada pelo cenário projetado, em que se faz possível, verificar a viabilidade das intenções e o sucesso da realização da Orquestração Instrumental” (Drijvers et al., 2010, p. 215).

Também é importante considerar todos os ajustes que todos os participantes são levados a realizarem durante o modo de execução da Orquestração Documental.

Para Lucena (2018, p. 49), descrever os ajustes é “relevante porque ela põe em evidência os ajustes planejados pelo pesquisador para atender às demandas ocasionadas por situações, que poderiam ocorrer e por ele já previstas” (grifo nosso).

Também dá visibilidade às decisões ad hoc que emergem para dar conta das situações imprevistas, e que são tomadas para atender uma necessidade momentânea, a fim de não comprometer o todo já estruturado. As decisões não são importantes apenas para dar luz aos ajustes do **pesquisador**, mas também para, a partir delas, permitir a caracterização de critérios que deverão ser levados em conta **na execução da OD**. Isso pode modificar, por exemplo, a **configuração metodológica** e o modo de execução da **OD**, seja para aperfeiçoá-la (Lucena, 2018, p. 49). (grifo nosso).

Acreditamos que a acomodação dos recursos em uma Orquestração Documental deve levar em consideração os processos de desenvolvimento da gênese documental, e em particular, entender os recursos e seus esquemas.

4.3.2 Introdução do conceito de Orquestração Documental na análise e apresentação dos dados

Diante da estrutura conceitual apresentada, percebemos que a Orquestração Documental também pode ser introduzida como uma abordagem metodológica para a análise dos documentos (dados) produzidos por professores (participantes da pesquisa). Realizando uma relação com os conceitos apresentados na seção anterior, irei apresentar de maneira análoga mais três elementos para estruturar esse conceito: Configuração Documental; Modos de análise e Performance Documental.

- **Configuração Documental** é a maneira como o pesquisador decide tratar e organizar os dados provenientes do percurso metodológico, com base no acordo feito entre o pesquisador e o participante por meio do contrato metodológico, para as análises. Os dados podem ser: mapas conceituais, mentais, diagramas, tabelas, planilhas, gráficos, transcrições, entrevistas, áudios, vídeos etc.
- **Modos de análise** é a maneira como o pesquisador decide a configuração metodológica em consonância com os objetivos da pesquisa, isso inclui os critérios de: exclusão, inclusão e análise de dados, categorização, discussão e representação dos dados.
- **Performance Documental** ocorre a partir de decisões tomadas nas análises dos dados/documentos que forçam o pesquisador a realizar ajustes nos

recursos para o tratamento e análise dos dados, na metodologia e/ou nos objetivos adotados. Esses ajustes podem ser decorrentes do excesso de dados, da limitação ou ampliação do campo de pesquisa, de dados relevantes não previstos etc.

Uma Orquestração Documental pode contribuir para o entendimento da evolução das gêneses documentais de forma otimizada e integrada, necessitando conhecer e acompanhar cada etapa, bem como suas vertentes. Nessa perspectiva, pode ser definida como um arranjo sistemático dos elementos necessários (recursos e critérios de análises, possibilidade de categorização, apresentação dos dados etc.) com a intenção de otimizar o volume de dados para os processos de análises, fazendo consolidação de informações e extração de dados úteis. Nessa perspectiva, inspirado em Gueudet e Trouche (2021), devem-se seguir alguns princípios:

- I. Os dados são produzidos em uma parceria entre o pesquisador e os participantes da pesquisa, conforme o contrato metodológico (Sabra, 2011);
- II. o volume de dados obtidos durante o trabalho documental (dentro ou fora do ambiente proposto para coleta) deve ser analisado aplicando critérios de exclusão para atender os objetivos da pesquisa;
- III. identificar evoluções e estabilidades dos recursos e seus esquemas, bem como dos documentos e a possibilidade desses documentos produzirem outros recursos, e por sua vez outros documentos;
- IV. Uma análise dos participantes sobre sua gênese documental e sua relação com os recursos utilizados e concebidos.

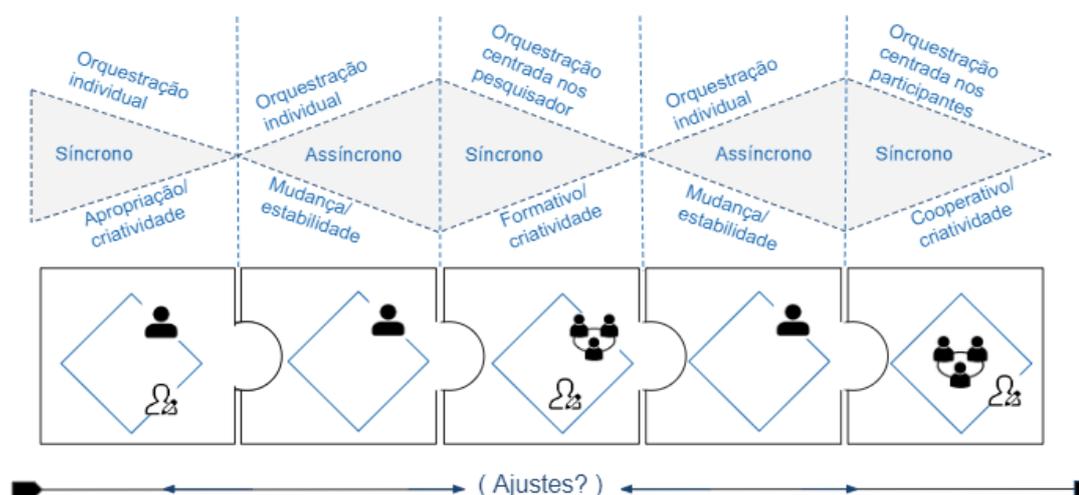
Com base no exposto, pensamos ser útil desenvolver este conceito como extensão do percurso metodológico orquestrado, em que se propôs executar tipos de Orquestrações Instrumentais on-line (OI-on-line) (Gitirana; Lucena, 2021), elaboradas previamente, para analisar a evolução da gênese documental de três professores da Educação Básica com o uso do jogo Função Resgate. Entendemos que a vertente metodológica apresentada para a análise dos dados serve de base, principalmente para organizar e analisar o volume de dados coletados.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo apresentamos o percurso metodológico desta pesquisa que foi embasado em: (i) o Modelo de Orquestração Instrumental on-line (OI-on-line) (Gitirana; Lucena, 2021) para a arquitetura das orquestrações; (ii) a metodologia de investigação reflexiva (Gueudet; Trouche, 2009) própria da ADD para dar uma visão ampla do percurso metodológico desta pesquisa e, (iii) o conceito de Orquestração Documental (OD) apresentado por Sánchez (2010). Este último se constitui como metodologia para produção e coleta de dados e que pretendemos desenvolver em duas vertentes: (a) para projetar os recursos que facilite a documentação a partir das orquestrações, oferecendo uma forma particular de observar e orientar o aperfeiçoamento ou o redesenho da arquitetura, da produção de dados a partir da execução das orquestras instrumentais e, (b) para otimizar a análise do volume de dados produzidos pelos participantes e pelo pesquisador, fazendo consolidação e extração dos dados úteis aos objetivos da pesquisa.

Gitirana e Lucena (2021) realça a importância da articulação entre orquestrações para evitar que o processo formativo fique centrado no pesquisador. Com base nesta proposição, as Orquestrações Instrumentais on-line foram desenvolvidas e articuladas para, que no processo formativo, os participantes estivessem no centro do processo e permitir um acompanhamento reflexivo, em termos de análise documental, com base nos seis princípios propostos por Gueudet e Trouche (2021). No caso das orquestrações individuais, foram arquitetadas para serem executadas de modo on-line e offline.

Figura 15 - Composição dos tipos de orquestrações desenvolvidas para a pesquisa



Fonte: O autor (2024).

Na Figura 15, apresentamos um diagrama da relação entre os tipos de Orquestrações Instrumentais on-line desenvolvidas para esta pesquisa. O diagrama foi inspirado nos tipos de orquestrações instrumentais apresentadas por Gitirana e Lucena (2020) e permite entender que as orquestrações acontecem em momentos distintos e estão relacionadas entre si. Em todas as Orquestrações Instrumentais on-line é requisitada a criatividade do participante para articular os recursos disponibilizados (RED função Resgate e o Guia didático-pedagógico) para o uso em sala de aula e desenvolver um cenário de aprendizagem com base em um modelo proposto. Um ponto importante que vale a pena retomar, é que o RED permite aos jogadores jogar sem a necessidade de conexão com a internet, ou seja, o acompanhamento documental dos participantes nas Orquestrações Instrumentais on-line, arquitetadas para os momentos assíncronos, dependerá dos acordos firmados no contrato metodológico.

É importante salientar que o nosso interesse está no processo de documentação do professor. O conceito de Orquestração Documental proposto para o arranjo dos recursos e Orquestrações Instrumentais on-line tem a intenção de facilitar o trabalho documental individual e cooperativo dos participantes na produção dos dados para as análises.

Nas próximas seções vamos detalhar o percurso metodológico e as Orquestrações Instrumentais on-line propostas.

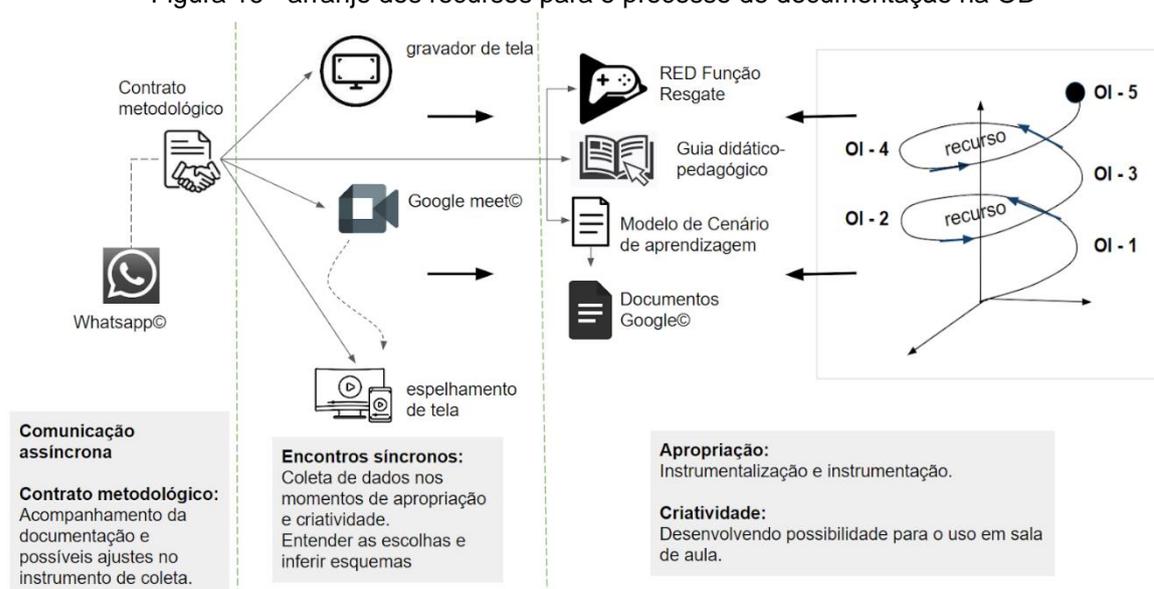
5.1 O PERCURSO METODOLÓGICO EXPERIMENTAL

Esta pesquisa tem como objetivo caracterizar a evolução da gênese documental do professor de matemática durante a concepção de cenários de aprendizagens, para o ensino do conteúdo de funções matemáticas relacionando o lúdico e o didático por meio do jogo Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico.

Propomos o conceito de Orquestração Documental (OD) para facilitar e incentivar o trabalho documental dos participantes em um processo reflexivo contínuo, em momentos distintos síncronos (individual e cooperativo) e assíncronos (individual) no desenvolvimento das Orquestrações Instrumentais on-line (OI-on-line), para a organização e análise dos dados. Para a OD foram requisitados e disponibilizados recursos de comunicação, de captura e espelhamento de tela, didáticos, de texto e de gestão para a produção e coleta de dados.

Inicialmente utilizamos um aplicativo de mensagens, *Whatsapp*® para convidar os participantes a pesquisa e que, posteriormente, também serviu como recurso de comunicação para gerenciar os encontros síncronos e passar informações em cada etapa da pesquisa. Outro recurso de comunicação foi o *Google meet*® para as reuniões síncronas tanto individual quanto coletiva. O contrato metodológico foi utilizado para estabelecer as diretrizes de como se daria a produção de dados bem como a gestão dos recursos de coleta junto aos participantes, ou seja, como a pesquisa deveria acontecer. Utilizamos recursos de captura e espelhamento de tela para poder registrar o acompanhamento dos participantes na realização das atividades propostas pelas as Orquestrações Instrumentais on-line, e permitir entender e inferir os recursos e esquemas produzidos ou não pelos participantes. Na figura 16, apresentamos o arranjo dos recursos disponibilizados na OD.

Figura 16 - arranjo dos recursos para o processo de documentação na OD

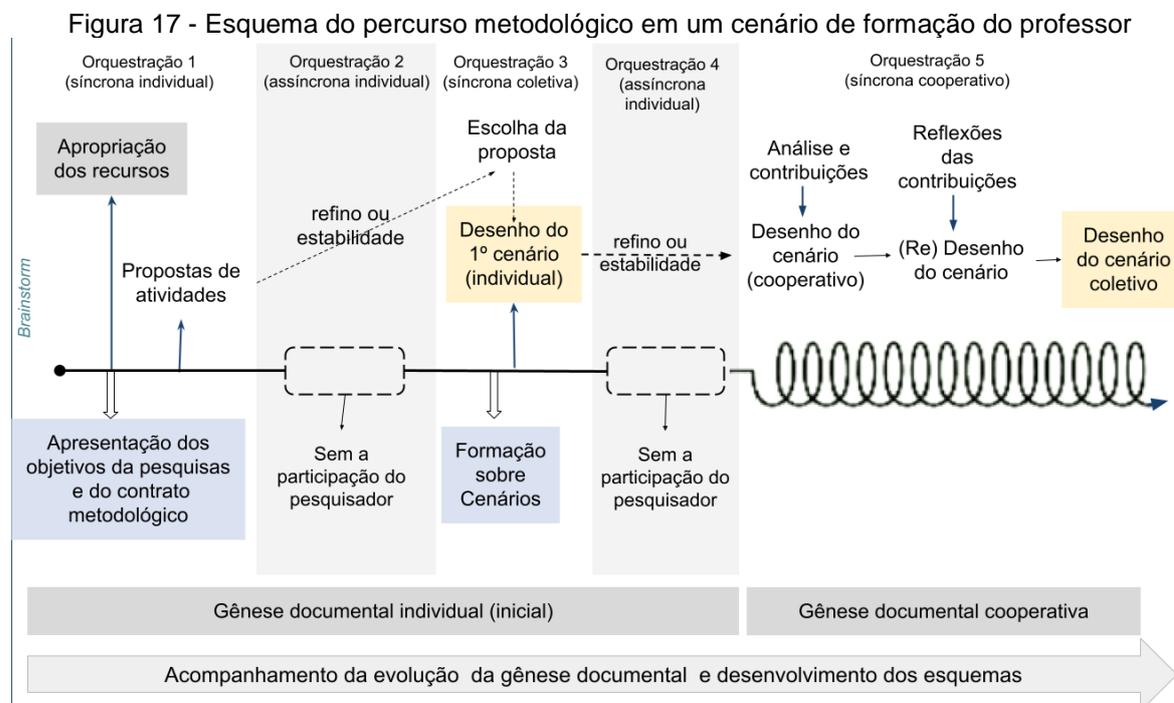


Fonte: O autor (2024).

O RED função resgate e seu guia didático-pedagógico foram os recursos didáticos utilizados para que os participantes se apropriaram e a partir dele pensar em propostas para o uso em sala de aula. O objetivo consistiu em desenvolver propostas de atividades e, posteriormente, desenvolver cenários de aprendizagem. Também disponibilizamos um modelo de cenário de aprendizagem no Documentos Google®, para que os participantes pudessem desenvolver os cenários de aprendizagens de maneira individual, cooperativa e coletiva.

As cinco OI projetadas foram inspiradas na relação dialética entre recurso e documento; neste sentido, uma OI pode servir como recurso para uma OI

subsequente. A disposição desse conjunto de recursos e as OI de forma articulada facilita o processo de documentação dos participantes e permitiu a produção e coleta dos dados para esta pesquisa. Na sequência, apresentamos o percurso metodológico com a disposição das Orquestrações Instrumentais on-line síncrona e assíncrona.



Fonte: O autor (2024).

Durante todo o percurso metodológico, faremos uso da técnica de criatividade *brainstorm*¹³ para a produção dos dados. As orquestrações 1, 2 e 4 acontecem de maneira individual e nas orquestrações 3 e 5 todos os participantes participam. Em ambas, eles interagem com o RED Função Resgate e seu guia didático-pedagógico e sugerem propostas de atividades para o uso em sala de aula.

Na Orquestração Instrumental on-line 1, são apresentados os objetivos da pesquisa, o contrato metodológico, o RED Função Resgate e o Guia didático-pedagógico para que possam se apropriar. Esse acompanhamento acontece de maneira remota por meio do compartilhamento/espehamento de tela. Na OI-on-line 2, assim como a OI-on-line 4, foram pensadas para que o participante pudesse aprimorar/refinar sua documentação a partir da vivência da Orquestração Instrumental on-line anterior. A OI-on-line 3 foi realizada com todos os participantes, nela ofertamos um momento formativo sobre cenários de aprendizagens apresentados os elementos

¹³ O *Brainstorm* é entendido como a livre contribuição de ideias, sem qualquer crítica ou avaliação, [...] e com os pressupostos de que o grupo será normalmente dono de todas as ideias da atividade de *brainstorming*, e conduzirá uma avaliação crítica dessas ideias como um grupo durante uma atividade subsequente (MULLER et al., 1997, p. 271).

estruturantes, as características e os princípios para a criação de cenários de aprendizagens que vão além do ato de planejar, mas de pensar em uma perspectiva futura para o desenvolvimento de habilidades ao fazer uso do jogo Função Resgate. Após o momento formativo, os participantes individualmente escolhem uma das propostas de atividades apresentadas nas orquestrações 1 ou 2 para desenvolver o seu cenário de aprendizagem com base em um modelo previamente apresentado.

Na OI-on-line 5, os participantes fazem uso do(s) cenário(s) desenvolvido(s) nas orquestrações 3 e 4. No primeiro momento da OI-on-line 5, simulamos um ambiente em que a documentação acontecia de maneira cooperativa e contínua com o uso de uma técnica de criatividade em que os participantes contribuem com o cenário do outro. No segundo momento, os participantes desenvolvem um cenário coletivamente. Segundo Araújo Filho (2019, p. 53), o trabalho por cooperação “integra concepções individuais dos membros do grupo gerando uma concepção final, que passa a ser considerada como coletiva. Na cooperação, os sujeitos podem trabalhar juntos ou separados do grupo”.

Em todo o processo de coleta de dados, em que o pesquisador se faz presente, serão feitos registros em áudios, vídeos, captura de tela dos dispositivos, smartphone e computador pelos participantes individualmente.

5.1.1 Orquestração Instrumental on-line 1: Apropriação e criatividade na gênese documental inicial

Esta orquestração foi arquitetada com base nos processos da gênese documental (instrumentalização e instrumentação) própria da ADD e acontece de maneira on-line e individual com cada um dos professores participantes. Inicialmente, os professores se apresentam, falam sobre seu perfil profissional e logo em seguida são apresentados os objetivos da pesquisa, os papéis de cada um, a disposição dos recursos e o contrato metodológico que visa ajustar de forma conjunta o dispositivo de coleta de dados e dessa maneira, realizar um acompanhamento das gêneses documentais dos participantes.

5.1.1.1 O perfil dos participantes

O modelo do percurso metodológico apresentado foi elaborado para ser vivenciado de forma remota com três professores de matemática. Lançamos um convite de participação com a proposta da pesquisa (desenvolver cenários de aprendizagens com o uso de um jogo educacional digital) em grupos de Whatsapp®

e logo três professores se propuseram a participar. Logo, tem-se um campo fértil para testar o percurso metodológico neste cenário de formação de professores para a integração de tecnologias digitais, nas aulas de matemática e promover uma formação com estes professores, uma vez que essa visa à apropriação do jogo Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico à luz da ADD. Destacamos que os três primeiros professores que se dispuseram a participar foram os selecionados.

A seguir, iremos apresentar o perfil de cada um dos participantes. Eles receberão os nomes de Professor A, Professor B e Professor C como segue:

- **Professor A:**

Possui graduação em Licenciatura em matemática, é especialista em Tópicos da matemática. Atualmente é professor na rede privada em turmas dos anos finais do Ensino Fundamental, tem experiência com mesa digital, softwares educacionais e como professor do Ensino Médio, atuou em projetos de preparação de jovens para o vestibular. Este participante tem 7 anos de experiência na Educação Básica.

- **Professor B:**

Possui graduação em Licenciatura em matemática, é especialista em Tecnologias Digitais e Inovação na Educação e atualmente cursa mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Atualmente é professor na rede pública em turmas dos anos finais do Ensino Fundamental, está em estágio de docência na disciplina de Metodologia de Ensino de Matemática, no Ensino Superior, e atua em projetos de extensão que ofertam oficinas on-line para professores de matemática (em formação e continuada). Tem experiência em monitoria de laboratório de matemática, tutoria on-line e projeto de mentoria da OBMEP na área de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral 1 com os softwares Geogebra e Sagemath. Este participante tem 3 anos de experiência na Educação Básica.

- **Professor C**

Possui graduação em Licenciatura em matemática e em Engenharia de Produção e tem mestrado em Educação Matemática e Tecnológica. Atualmente é professor na rede pública em turmas do Ensino Fundamental anos finais e atua em projetos de extensão que ofertam oficinas on-line para professores de matemática. Tem experiência no uso de softwares de geometria dinâmica (GeoGebra) em aula on-line no Ensino Fundamental, foi professor em

turmas do Ensino Médio bem como, também, foi monitor nessas duas etapas de ensino da Educação Básica e no Ensino Superior, nas disciplinas de Geometria Analítica e Introdução à Combinatória. Este participante tem 7 anos de experiência na Educação Básica.

Observamos que os professores participantes da pesquisa têm perfil comum. Ambos atuam nos anos finais do Ensino Fundamental (9º ano), etapas do ensino em que o conceito de funções matemáticas é introduzido. Todos têm experiência com o Ensino Médio e com o uso de tecnologias digitais.

Após conhecer os professores participantes da pesquisa, realizamos um treinamento com os recursos para facilitar o processo documentativo e juntos possamos obter o máximo de registro. Esse treinamento faz parte das configurações metodológicas e modos de execução à luz do conceito da Orquestração Documental. Os participantes têm habilidades com o uso da plataforma *Google Meet* e *Documentos Google*®, restando apenas conhecer o aplicativo *Screen Mirroring* para espelhamento de tela do smartphone no computador. Este recurso é fundamental para observar em tempo real a ação do participante sob o RED Função Resgate, ou seja, na apropriação. A seguir, iremos apresentar a Orquestração Instrumental on-line 1.

Quadro 5 - Orquestração Instrumental on-line 1

Orquestração Instrumental on-line (síncrona) individual	
Objetivo	Entender como o professor percebe as potencialidades dos recursos e a partir deles relataram possíveis propostas de atividades para o uso do RED e seu Guia didático-pedagógico em sala de aula.
Configuração didática	<p>Duração: aproximadamente 60 min.</p> <ul style="list-style-type: none"> • A gestão do tempo será adaptada ao perfil do professor devido ao seu conhecimento com os recursos de comunicação, de captura e espelhamento de tela. <p>A organização do ambiente foi organizada de acordo com a seleção dos seguintes recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Google Meet</i>, para interação por videoconferência de maneira individual; • Contrato metodológico, para firmar a parceria entre o pesquisador e o professor para a produção e coleta de dados; • <i>Screen Mirroring</i>, para espelhamento de tela do smartphone; • O RED Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico para se apropriarem.
Modos de exploração	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisador e participante (individualmente) conectados por meio de videoconferência se apresentam; • Pesquisador expõe a sua exploração na tela (Contrato metodológico e objetivos da pesquisa) / participante acompanha na sua tela de exibição; • O participante recebe orientações presentes no contrato metodológico, bem como conhece os recursos de captura e espelhamento de tela, didáticos (RED Função resgate e o guia didático-pedagógico), e de gestão para a produção e coleta de dados;

	<ul style="list-style-type: none"> • O participante compartilha a tela do seu computador bem como espelha a tela do seu dispositivo móvel (smartphone, tablet, ...) em seu computador. Em seguida, inicia-se o processo de apropriação dos recursos (jogo e do seu guia didático-pedagógico); • Ao final, o participante relata/ descreve/elabora propostas de atividades para o uso dos recursos didáticos na sala de aula. • Finalizando o tempo, o pesquisador apresenta a OI-on-line 2.
Objetos de conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Gênese documental (instrumentalização e instrumentação)
Registro dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • chat, interações faladas, observação e captura de tela dos envolvidos.

Fonte: O autor (2024).

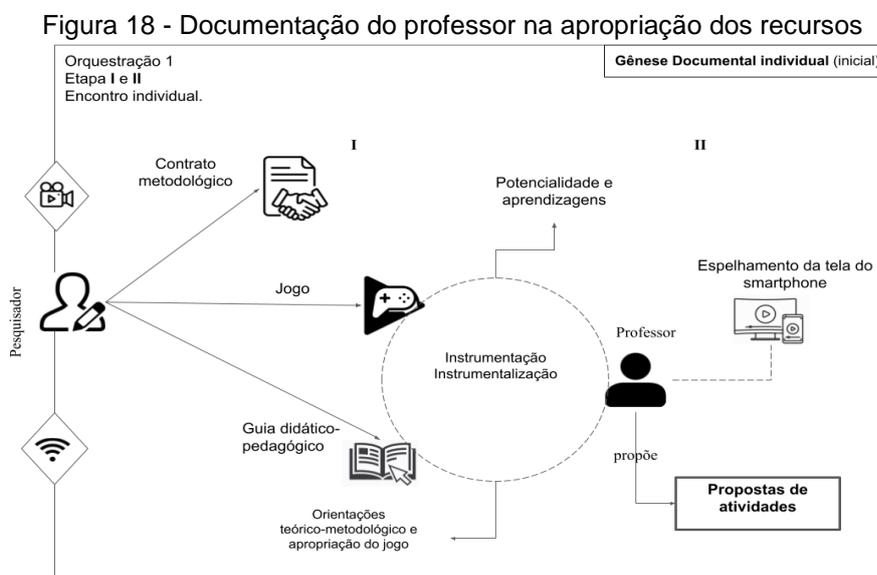
As etapas iniciais, a de apropriação dos recursos Guia didático-pedagógico e do jogo, nas quais os professores precisam se instrumentalizar, e a de ideação das atividades propostas para o uso do Função Resgate em sala de aula serão realizadas à luz da Metodologia Reflexiva própria da ADD (Gueudet; Trouche, 2009). Isso é feito para entender as características individuais e comuns, como estas podem influenciar a prática dos professores e, também, como estas orientam nas escolhas das atividades para o uso dos recursos em sala de aula. Assim, combinando os processos de instrumentalização e instrumentação, respectivamente.

O processo de documentação do professor se inicia a partir do momento que ele se apropria do jogo Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico. A gênese documental combina dois processos: a instrumentalização e a instrumentação. Analisar esses processos na apropriação dos recursos permite entender os recursos e os esquemas e como ele propõe atividades para sala de aula.

Como são dois recursos que se complementam, será necessário analisar algumas proposições: (i) o professor se apropria do jogo e dos outros recursos que estão no RED; (ii) o professor se apropria do Guia didático-pedagógico e se a partir dele, busca entender o jogo; (iii) o professor se apropria inicialmente do jogo e busca as orientações no Guia didático-pedagógico para entender o jogo e propor atividades.

Entender como o professor percebe as potencialidades de um recurso e, a partir dele, propor ideias para uso em sala de aula em um processo de documentação reflexiva, traz à tona elementos que favorecem o desenvolvimento profissional do professor tanto individual quanto coletivo em diversos contextos em processos contínuos. Esses elementos podem servir de base para a concepção de novos recursos educacionais, a criação de cenários de aprendizagens para o uso de jogos

digitais, aprimorar a escrita e o design de guias didáticos-pedagógicos para estes fins etc. A Figura 18, ilustra a Orquestração Instrumental on-line 1:



Fonte: O autor (2024).

Na etapa I da orquestração, o contrato metodológico e os objetivos da pesquisa são apresentados. Na etapa II, o RED Função Resgate e seu respectivo Guia didático-pedagógico são apresentados aos professores. Propomos que cada professor registre suas percepções (interação por voz na videoconferência) em relação ao Guia didático-pedagógico como um recurso que facilita o entendimento do jogo, os objetivos didáticos e teórico-metodológicos para explorar os conceitos matemáticos apresentados pelo jogo em sala de aula.

Em relação à apropriação do jogo, também solicitamos que o professor comente e relate suas percepções, faça anotações, registre as possíveis dificuldades para entender as mecânicas do jogo e a potencialidade do recurso educacional que possa possibilitar as aprendizagens das representações de funções matemáticas e de outros conceitos que podem ser explorados em sala de aula. Esses registros auxiliam na compreensão da gênese documental do professor.

Neste caso, os professores ficam livres para expressar suas ideias, de modo que, em orquestras subsequentes, outros professores possam avaliar e dar suas contribuições. É um momento para eles esboçarem livremente as propostas de atividades¹⁴. Este é um momento que requer muita atenção, pois o Guia didático-pedagógico apresenta cenários de aprendizagem com algumas propostas de

¹⁴ As propostas de atividades são as possibilidades do uso do jogo em sala de aula para explorar o conhecimento matemático em questão.

atividades para o uso do jogo. É possível que o professor liste outras propostas de atividades, e é importante entender cada uma delas para as atividades seguintes.

5.1.2 Orquestração Instrumental on-line 2: Processos da gênese documental individual livre e em casa

Esta orquestração se desenvolve de maneira assíncrona e o pesquisador não se fará presente. Neste sentido, o contrato metodológico, será um dispositivo fundamental para coletar os dados. Os participantes tiveram aproximadamente uma semana para se apropriar do jogo Função Resgate e do Guia didático-pedagógico.

Quadro 6 - Orquestração Instrumental on-line 2

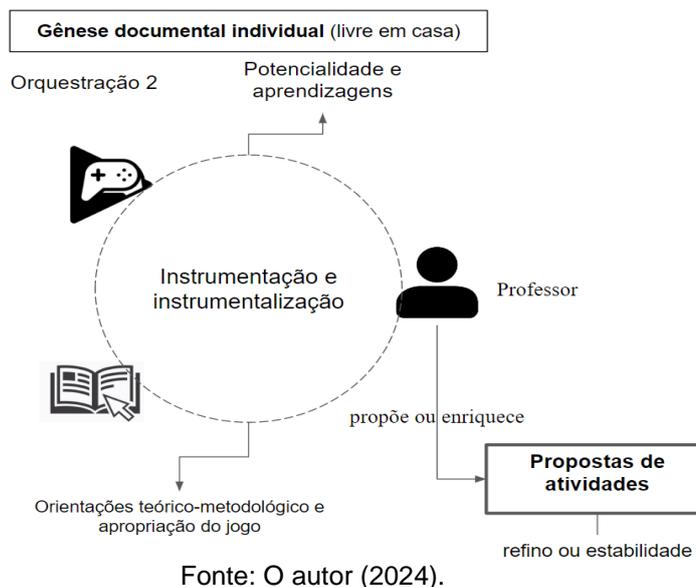
Orquestração Instrumental on-line (assíncrona) individual	
Objetivo	Apropriar-se do RED e do Guia didático-pedagógico de maneira livre para refinar as propostas de atividades elencadas na OI-on-line 1.
Configuração didática	Duração: aproximadamente uma semana. <ul style="list-style-type: none"> • O tempo será ajustado de acordo com a disponibilidade de todos os participantes participar da OI-on-line 3 síncrona. • Orientações para se apropriarem do RED Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico.
Modos de exploração	<ul style="list-style-type: none"> • O participante terá um tempo para se apropriar dos recursos de maneira flexível. • Realizar anotações ou outro tipo de registro da sua ação sobre os recursos e sobre as propostas de atividades elaboradas na OI-on-line 1.
Objetos de conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Gênese documental (instrumentalização e instrumentação)
Registro dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Captura de tela, mapas mentais, anotações, impressões pessoais.

Fonte: O autor (2024).

Esta Orquestração Instrumental on-line permite que os participantes conheçam o RED de maneira flexível, no seu próprio tempo, para que possam refletir sobre as atividades propostas e verificar a possibilidade de inserção de novos elementos. É possível que os participantes elenquem outros recursos nas propostas de atividades da OI-on-line 1, que podem servir de apoio para o uso do jogo em sala de aula. A produção e coleta dos dados nesse processo de documentação será realizada pelo professor participante.

Esta flexibilidade de tempo para se apropriar dos recursos e para refletir sobre as propostas de atividades elaboradas pode revelar elementos essenciais para entender também a evolução dos esquemas. A seguir, apresentamos uma ilustração desta orquestração.

Figura 19 - Gênese documental individual (livre em casa)



É importante que os participantes, individualmente, façam anotações, esboços, ou qualquer outro tipo de registro. Esses dados serão relevantes para as nossas análises e a partir deles, poderemos construir uma linha documental consistente. Também servirão de base para possíveis adaptações da metodologia e para as atividades subsequentes. Na OI-on-line 3, cada participante, individualmente, terá cerca de 30 minutos para relatar como foi o período de apropriação de maneira flexível dos recursos.

5.1.3 Orquestração Instrumental on-line 3: gênese documental ao conceber cenários de aprendizagens

A Orquestração Instrumental on-line 3 acontece de maneira síncrona e em momentos coletivo e individual. Na etapa I, propomos que os participantes tivessem um momento de escuta individual, por videoconferência, para expor suas percepções sobre o jogo e o Guia didático-pedagógico das Orquestras 1 e 2. Na etapa II, propomos um processo formativo sobre cenários de aprendizagens à luz dos princípios norteadores, características e elementos estruturantes apresentados por Matos (2014). O objetivo é dar subsídios para os participantes esboçarem cenários de aprendizagem para o uso do jogo Função Resgate.

Após este momento os participantes serão convidados a desenvolver um cenário de aprendizagem individualmente a partir de uma das propostas elencadas por eles nas orquestrações anteriores. Na sequência apresentaremos a Orquestração Instrumental on-line 3.

Quadro 7 - Orquestração Instrumental on-line 3

Orquestração Instrumental on-line (síncrona) - concebendo cenários de aprendizagem	
Objetivo	Subsidiar os participantes de elementos fundamentais para o desenvolvimento de um cenário como parte da sua gênese documentativa para o uso do RED em sala de aula.
Configuração didática	<p>Duração: aproximadamente 1h40min.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 min em videoconferência individual para o participante expor sua percepção/registros requisitados na OI-on-line 2. • 30 min para o processo formativo sobre cenário; • O tempo restante fica livre para o participante iniciar o processo de desenvolvimento do cenário de aprendizagem. <p>A arquitetura do ambiente foi organizada de acordo com a seleção dos seguintes recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Google Meet</i>, para interação por videoconferência com os participantes da pesquisa; • Modelo de cenário de aprendizagens, apresentação das características e dos princípios para subsidiar os participantes no desenvolvimento do cenário de aprendizagem individualmente; • O RED Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico para auxiliar no desenvolvimento do cenário de aprendizagem; • Google drive®, para armazenamento e compartilhamento dos cenários.
Modos de exploração	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisador e participante conectados por meio de videoconferência/ participantes expõe suas percepções e registros a partir da OI-on-line 2. • Pesquisador e participantes se reúnem em videoconferência e iniciam um processo formativo; • Pesquisador expõe os elementos essenciais de um cenário de aprendizagem / participantes acompanham e interagem; • O pesquisador apresenta um modelo de cenário de aprendizagem no Documentos google®; • Os participantes de maneira individual começam a desenvolver o cenário pensando no uso dos recursos didáticos (RED Função resgate e o guia didático-pedagógico), podendo acrescentar ou criar recursos em seu cenário. Os cenários ficam armazenados numa pasta do Google drive® e compartilhados de forma individual. • O pesquisador faz o acompanhamento em cada cenário. • Finalizando o tempo, o pesquisador apresenta a OI-on-line 4.
Objetos de conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Cenários de aprendizagens • Gênese documental ao conceber cenários de aprendizagem
Registro dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • chat, interações faladas, observação e captura de tela dos envolvidos, cenários de aprendizagens.

Fonte: O autor (2024).

5.1.3.1 Formação sobre cenários de aprendizagens

Como já mencionado, propomos um momento formativo sobre cenários de aprendizagem e apresentamos um modelo, Quadro 8, para que o professor possa desenvolver a partir da sua proposta de atividade. Segundo Pedro et al. (2018), o conceito de cenário de aprendizagem tem sido utilizado em diferentes áreas como

estratégia para pensar sobre o futuro, antecipando problemas e prevendo soluções para esses mesmos problemas com a integração de tecnologias.

Sob essa perspectiva, no processo formativo foram discutidos:

- **Elementos estruturantes:**

- I. Desenho organizacional do ambiente;
- II. Papeis e participantes;
- III. Enredo, estratégias de trabalho, atuações e propostas;
- IV. Reflexão e regulação.

- **Características:**

- I. Inovação;
- II. Transformação;
- III. Previsão/antevisão;
- IV. Imaginação;
- V. Adaptabilidade e flexibilidade;
- VI. Amplitude e abrangência;
- VII. Colaboração/ partilha.

- **Princípios norteadores para cenários de aprendizagens:**

- I. Os cenários devem ser construídos com base na ideia de design participativo;
- II. Os cenários de aprendizagem devem basear-se no contexto e nas necessidades dos seus utilizadores;
- III. Os cenários de aprendizagem devem decorrer de um processo dinâmico de experimentação e reflexão;
- IV. Os cenários de aprendizagem devem ajudar a aprender e a pensar;
- V. Os cenários de aprendizagem podem incluir sugestões que complementam o uso das tecnologias digitais;
- VI. Os cenários de aprendizagem devem proporcionar novos desafios e permitir a consolidação de outros.

5.1.3.2 Um modelo de cenário de aprendizagem

Realizamos uma adaptação com base nas leituras sobre cenários de aprendizagem desenvolvidos no projeto *Technology Enhanced Learning @ Future Teacher Education Lab - TEL@FTELAB*¹⁵ da Universidade de Lisboa. Este modelo,

¹⁵ Para conhecer, acesse: <http://ftelab.ie.ulisboa.pt/tel/gbook/>

Quadro 9, apresenta a arquitetura de um cenário de aprendizagem para que os professores possam tomar como base e desenvolver.

Um cenário de aprendizagem coloca o professor em um processo de reflexão ao questionar: “Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?”. Entendemos que no processo de documentação considera a ação do professor em diversos momentos e coloca o professor no papel de um agente que reflete sobre competências e habilidades que ele próprio pretende desenvolver durante a execução de uma atividade, estrutura o seu desenvolvimento profissional e estabelece novos elementos para a evolução dos seus esquemas.

Quadro 8 - Modelo de cenário de aprendizagem

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina:	Conteúdo:
Público alvo:	Previsão do tempo de duração:
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno:	Aluno:
Professor:	Professor:
Objetivo de aprendizagem:	Objetivo de aprendizagem:
Objetivo de Avaliação:	Objetivo de Avaliação:
Recurso:	Recurso:
Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i>	
Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i>	
Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i>	Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i>

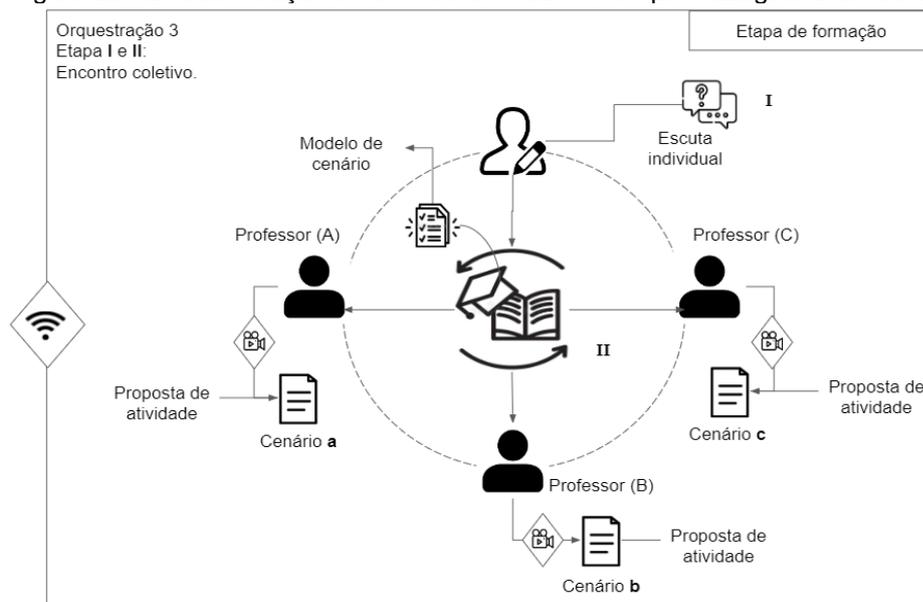
Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i>	
Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i>	
Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i>	

Fonte: (Adaptado) <http://ftelab.ie.ulisboa.pt/tel/gbook/wp-content/uploads/2019/01/Future-Classroom-Learning-Scenario-ElsaFernandes.pdf>

Um ponto que merece atenção nos modelos estudados, é o desenvolvimento integrado de conhecimento tecnológico nas práticas dos professores. Entendemos que em um cenário de aprendizagem a articulação entre esses conhecimentos é fundamental para o professor que pretende usar ou já usa recursos digitais em sala de aula.

Após o momento formativo, solicitamos aos participantes, individualmente, que escolham uma proposta de atividades elencadas nas Orquestrações 1 e 2 para que, a partir dela, seja desenvolvido um cenário de aprendizagem. A produção/coleta dos dados se deu pela captura da tela do seu computador usando a função nativa do *Windows*® para captura de tela (*Microsoft+G*). Os participantes ficaram livres para pesquisar outros modelos de cenários de aprendizagens ou outros recursos (livros, documentos oficiais, *websites*,...), e de maneira individual, desenvolveram seu cenário de aprendizagem. A Figura 20 ilustra a Orquestração Instrumental on-line 3.

Figura 20 - Documentação ao conceber cenários de aprendizagem individual



Fonte: O autor (2024).

Os registros no processo formativo são importantes para entender a apropriação dos recursos e como o professor integra novos recursos e esquemas aos recursos disponibilizados (RED e Guia didático-pedagógico). Esses elementos são fundamentais para entender possíveis evoluções das gêneses documentais e os sistemas de recursos e seus esquemas dos participantes em processo de formação.

5.1.4 Orquestração Instrumental on-line 4: gênese documental individual livre e em casa para conceber cenários de aprendizagens

A Orquestração Instrumental on-line 4 se assemelha à OI-on-line 2. Os participantes de maneira individual têm flexibilidade (sem a participação do pesquisador) para analisar, refletir e reescrever o seu cenário de aprendizagem da OI-on-line 3. Eles poderão desenvolver outro modelo ou alterar o proposto e até mesmo mudar a proposta inicial do seu cenário.

Os registros solicitados nesta Orquestração Instrumental on-line serão relevantes para entender os sistemas documentais dos participantes, bem como acompanhar a evolução da gênese documental. Esses registros serão relatados e apresentados no encontro síncrono em que se desenvolverá a Orquestração Instrumental on-line 5.

Quadro 9 - Orquestração Instrumental on-line 4

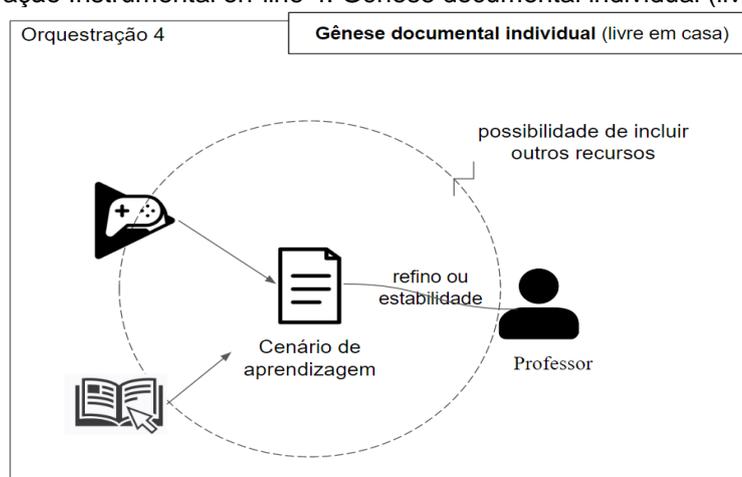
Orquestração Instrumental on-line (assíncrona) individual - concebendo cenário

Objetivo	Desenvolver cenário de aprendizagem para o uso do RED e do Guia didático-pedagógico de maneira flexível para refinar as propostas iniciais elencadas na OI-on-line 3.
Configuração didática	Duração: aproximadamente uma semana. <ul style="list-style-type: none"> O tempo será ajustado de acordo com a disponibilidade de todos os participantes participar da OI-on-line 5 síncrona. A organização do ambiente foi organizada de acordo com a seleção dos seguintes recursos: <ul style="list-style-type: none"> Cenário de aprendizagem com as ideias iniciais para que possam aprimorar e desenvolver essas ideias; O RED Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico para auxiliar no desenvolvimento do cenário de aprendizagem; Google drive®, para armazenamento dos cenários.
Modos de exploração	<ul style="list-style-type: none"> O participante terá um tempo para reescrever seu cenário e a possibilidade de incrementar outros recursos de maneira flexível no Documentos Google®. Realizar anotações ou outro tipo de registro da sua ação sobre os cenários e sobre as propostas de atividades elaboradas na OI-on-line 3.
Objetos de conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> Gênese documental ao conceber cenário de aprendizagens
Registro dos dados	<ul style="list-style-type: none"> captura de tela, mapas mentais, anotações, impressões pessoais e registro no Documentos google®.

Fonte: O autor (2023).

Na OI-on-line 4, de maneira flexível, cada participante poderá refletir sobre as ideias iniciais do seu cenário de aprendizagem, podendo seguir o modelo sugerido pelo pesquisador ou adotar outro modelo. O modelo de cenário de aprendizagem foi disponibilizado em um arquivo do Google Documentos online, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Orquestração Instrumental on-line 4: Gênese documental individual (livre e em casa)



Fonte: O autor (2024).

5.1.5 Orquestração Instrumental on-line 5: gênese documental ao desenvolver cenários de aprendizagens por várias mãos

De maneira similar à OI-on-line 3, os participantes tiveram um momento em videoconferência para expor o cenário de aprendizagem que desenvolveram na OI-on-line 4. Este momento é importante e faz parte do contrato metodológico, pois nos permite inferir a evolução da gênese documental individual de cada participante. Após este momento, foi apresentada uma cópia do cenário de aprendizagem de cada participante, fruto da OI-on-line 4. A seguir, apresentamos a OI-on-line 5.

Quadro 10 - Orquestração Instrumental on-line 5

Orquestração Instrumental on-line (síncrona) - cenários de aprendizagens por várias mãos	
Objetivo	Desenvolver um trabalho cooperativo à luz da gênese documental coletiva.
Configuração didática	<p>Duração: aproximadamente 2h.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 min em videoconferência individual para o participante expor sua percepção/registros requisitados na OI-on-line 4. • 30 min para o processo cooperativo de análise e contribuições nos cenários do outro participante; • 1h para os participantes desenvolverem o cenário de forma coletiva. A organização do ambiente foi organizada de acordo com a seleção dos seguintes recursos: • Cenário de aprendizagem com as ideias iniciais para que possam aprimorar e desenvolver essas ideias; • O RED Função Resgate e seu Guia Didático-pedagógico para auxiliar no desenvolvimento do cenário de aprendizagem; • Google drive®, para armazenamento dos cenários; • Cópias de todos os cenários para que eles possam escolher e usar como base para o desenvolvimento do cenário de aprendizagem coletivo.
Modos de exploração	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisador e participante conectados por meio de videoconferência/ participantes expõe suas percepções e registros a partir da OI-on-line 4; • Pesquisador e participantes se reúnem em videoconferência, compartilha cópias pelo <i>Google drive</i>® de cada cenário para cada participante, de modo que cada um receba um cenário diferente/ compartilha o link do cenário pelo chat do <i>Google meet</i>®; • O professor participante analisa e dá contribuições no cenário/ tempo estimado de 10 min. Esse processo acontece em ciclos até que todos possam realizar suas contribuições; • O pesquisador faz o acompanhamento em cada cenário; • Após a realização das contribuições, será solicitado que cada um reflita sobre as contribuições recebidas em seu cenário; • O pesquisador sugere para os participantes escolher um cenário ou uma das propostas desenvolvidas nas orquestrações anteriores para que possam desenvolver um cenário de aprendizagem de maneira coletiva; • O pesquisador faz o acompanhamento do desenvolvimento do cenário; • Finalizando o tempo, o pesquisador solicita que cada participante avalie a experiência de participar da pesquisa desde a apropriação ao desenvolvimento de cenários.
Objetos de conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Cenários de aprendizagens; • Gênese documental ao conceber cenários de aprendizagem de maneira cooperativa.
Registro dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • chat, interações faladas, observação e captura de tela dos envolvidos, cenários de aprendizagens.

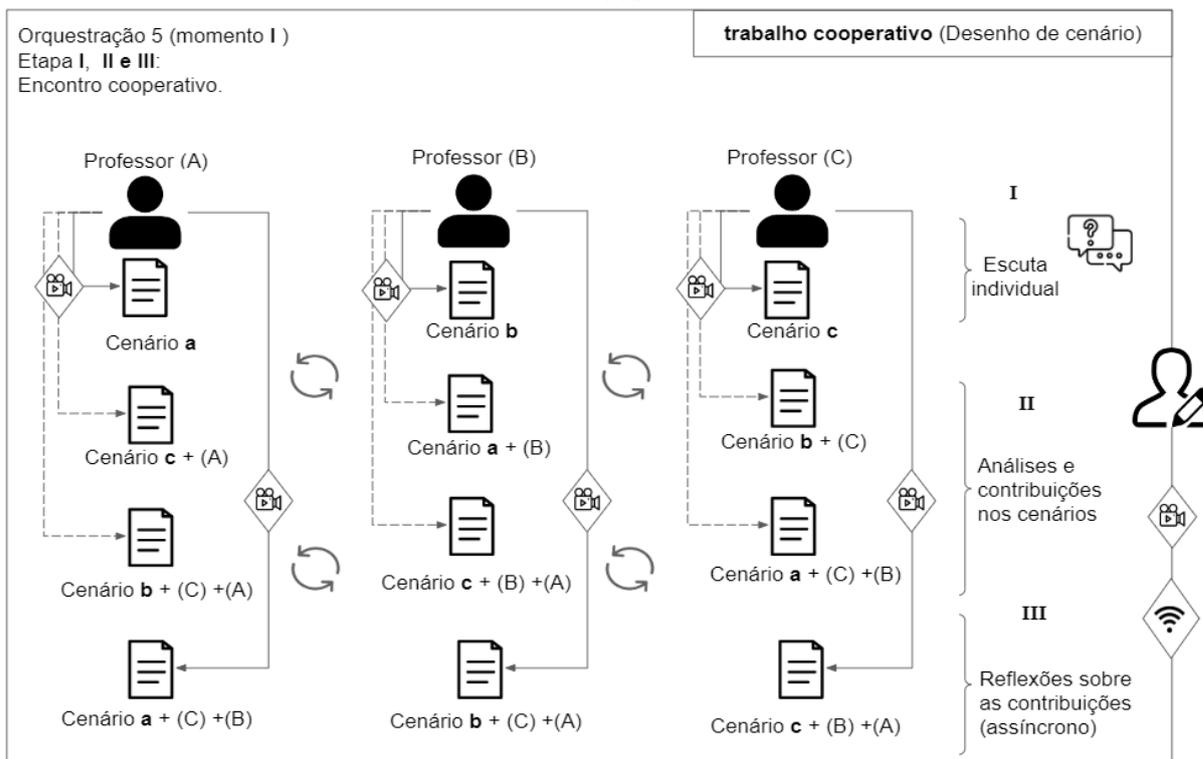
Fonte: O autor (2024).

Esta Orquestração Instrumental on-line ocorre de maneira síncrona e cooperativa, e foi desenvolvida com base na “relação dialética entre recursos e documentos” (Gueudet; Trouche, 2009). Ela foi dividida em dois momentos: o primeiro momento subdividido em três etapas, sendo (i) escuta individual sobre as atividades da Orquestração Instrumental on-line 4 (OI-on-line 4), (ii) os participantes contribuem de forma cooperativa e incremental com o cenário de aprendizagem inicial de outro professor, e depois passam esse para outro professor, de forma que todos possam contribuir com o cenário de cada um e (iii) após o cenário inicial retornar ao seu idealizador, inicia-se um processo reflexivo sobre as contribuições dadas. No segundo momento, os participantes foram solicitados a desenvolver um cenário de aprendizagem coletivamente. As técnicas de criatividade utilizadas nesta Orquestração Instrumental on-line propõem que os participantes realizem a orquestra de maneira flexível e, ao mesmo tempo, que suas produções passem por um processo de análise e de contribuições. Nesta etapa da pesquisa, é possível inferir tanto as gêneses individuais como as gêneses coletivas dos participantes em cada ciclo proposto.

No primeiro ciclo, o Professor B analisa e dá suas contribuições no cenário produzido pelo Professor A. Da mesma forma, o Professor C analisa e dá suas contribuições no cenário produzido pelo Professor B, e o Professor A faz o mesmo processo com o cenário produzido pelo Professor C. O resultado deste ciclo gera três novos cenários de aprendizagens:

1. Cenário “a” desenvolvido pelo Professor A mais as contribuições do Professor B, ou seja, Cenário “a” = (A)+B;
2. Cenário “b” desenvolvido pelo Professor B mais as contribuições do Professor C, ou seja, Cenário “b” = (B)+C;
3. Cenário “c” desenvolvido pelo Professor C mais as contribuições do Professor A, ou seja, Cenário “c” = (C)+A;

Figura 22 - Orquestração Instrumental on-line 5: Documentação ao conceber cenários por várias mãos



Fonte: O autor (2024).

O segundo ciclo acontece de forma semelhante ao primeiro. Por exemplo, o Cenário "a" será analisado e receberá contribuições do Professor B e passará para o professor C realizar o mesmo processo. Ele analisa o Cenário "a" desenvolvido pelo professor A, mais as contribuições do Professor B. O mesmo acontece em forma de "rodízio" com os cenários "b" e "c".

Ao final do Ciclo, teremos mais três novos cenários:

1. Cenário "a" = [(A)+B]+C;
2. Cenário "b" = [(B)+C]+A;
3. Cenário "c" = [(C)+A]+B.

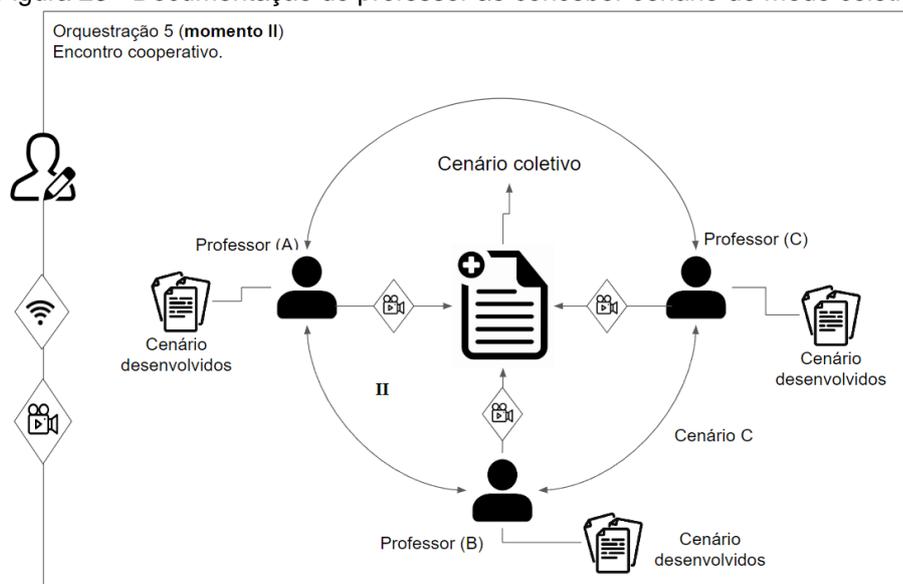
No terceiro ciclo, o cenário que passou por análises e contribuições dos outros dois professores retorna para o seu idealizador. Por exemplo, no caso do Cenário "a" = [(A)+B]+C retorna para o Professor A. Ele analisa, reflete sobre as contribuições dos Professores B e C.

Durante todo o processo, os professores também vão documentando suas ações da maneira que lhes parecer conveniente, para que, ao final, seja entregue ao pesquisador. Esses registros de documentação ajudam a compreender a evolução dos esquemas e as ações realizadas por eles. Este processo trata da adaptação e implementação de recursos em ciclos contínuos, resultantes das interações, das

necessidades dos envolvidos, do próprio cenário e de novos objetivos. O cenário de aprendizagem deve ser entendido em termos pedagógicos como um processo de construção e não como um produto.

No segundo momento da pesquisa, os professores, de maneira coletiva, vão desenvolver um cenário de aprendizagem. Eles ficam livres para escolher entre os cenários desenvolvidos, as propostas de atividades ou criar um. O objetivo é entender a gênese documental individual e coletiva.

Figura 23 - Documentação do professor ao conceber cenário de modo coletivo



Fonte: O autor (2024).

Os professores terão a oportunidade de interagir uns com os outros e refletir sobre todo o processo de formação e desenvolvimento das atividades da pesquisa. Vamos disponibilizar um modelo de cenário, Quadro 8, para que possam idealizar.

Acreditamos que esta Orquestração Instrumental on-line permitirá entender os processos contínuos da gênese documental no desenvolvimento de documentos a partir dos recursos disponibilizados e elicitados por eles, bem como a evolução dos recursos e dos seus esquemas de maneira individual e coletiva. Isso proporcionará uma visão mais clara da evolução da gênese documental individual e coletiva.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste capítulo, apresentaremos evidências que fortalecem o desenvolvimento conceitual da Orquestração Documental (OD) (Sánchez, 2010) a partir do percurso metodológico desenvolvido e dos elementos utilizados para a organização e otimização dos dados para as análises da evolução da gênese documental dos participantes da pesquisa.

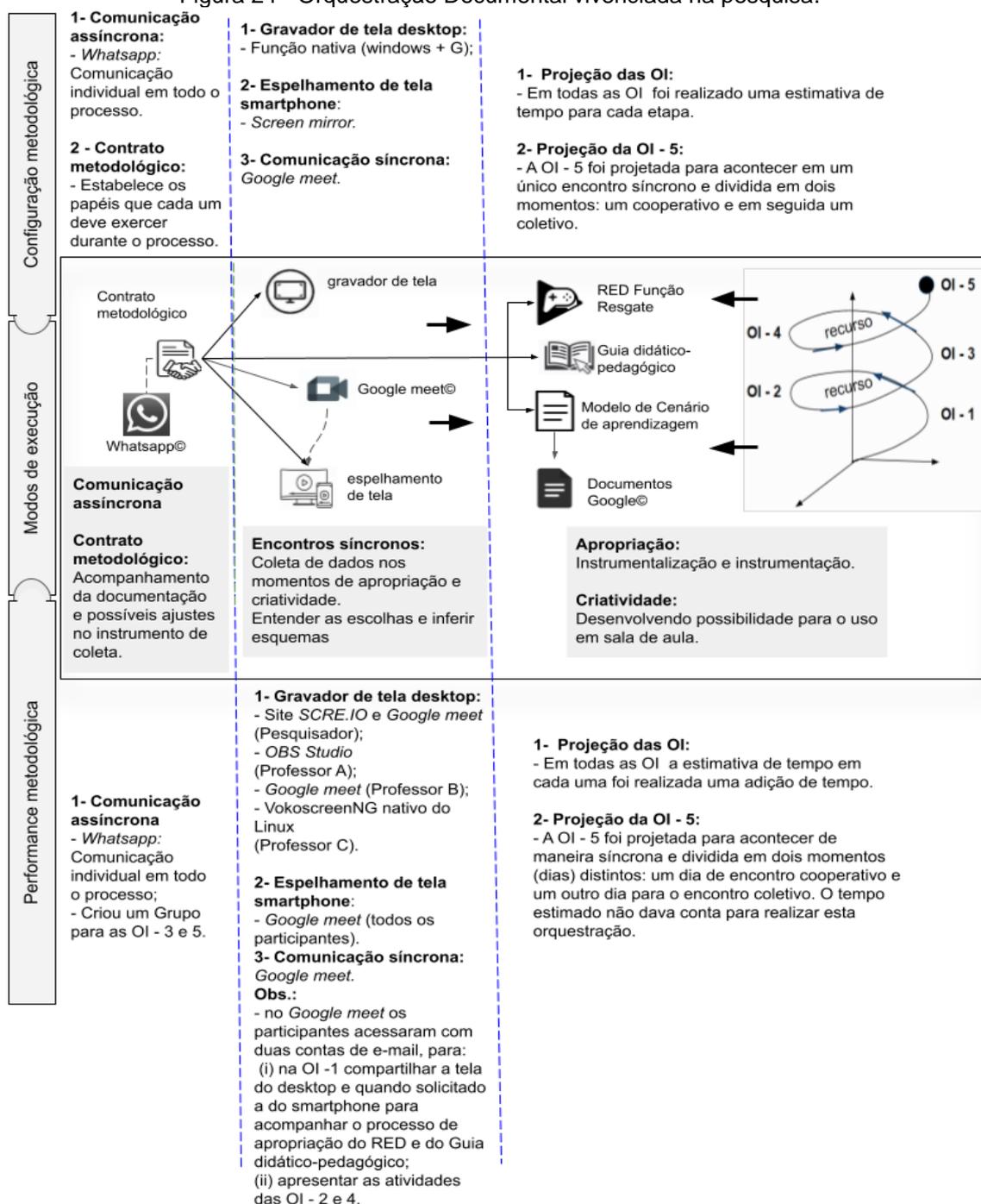
Também apresentaremos o processo documental dos participantes a partir da grade de análise elaborada para cada OI-on-line, que nos possibilitou inferir a evolução da gênese documental. As grades de análises tomam como base a Abordagem Documental do Didático (ADD) (Gueudet; Trouche, 2009), com foco nos processos da gênese documental (instrumentalização e instrumentação), e na metodologia de investigação reflexiva, própria da ADD.

6.1 A ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL E AS EVIDÊNCIAS CONCEITUAIS

A OD foi concebida para promover uma ampla coleta de dados por meio dos recursos disponibilizados, conforme ilustrado na Figura 16, durante o trabalho documental nas cinco Orquestrações Instrumentais on-line (OI-on-line) (Gitirana; Lucena, 2021). A coleta ocorreu de maneira síncrona e assíncrona, com e sem a presença do pesquisador, conforme o contrato metodológico. Este processo documentativo permitiu que os participantes refletissem sobre seu próprio trabalho de maneira individual, cooperativa e coletiva ao manipular os recursos concebidos nas OI-on-line.

O arranjo dos recursos para facilitar a documentação dos professores durante a realização da OD sofreu alguns ajustes. Alguns dos recursos disponibilizados não ofereceram suporte que permitissem a coleta de dados ou para o processo documentativo por motivos de incompatibilidade de alguns recursos com os dispositivos dos participantes ou por terem dificuldades de manuseá-los. Foi necessário modificar o esquema de uso de alguns recursos e outros recursos foram indicados pelos participantes. Na OI-on-line 1, por exemplo, o aplicativo *screen mirror*® para o espelhamento da tela do smartphone/tablet na tela do desktop não funcionou, gerando uma situação inesperada na execução da Orquestração Documental.

Figura 24 - Orquestração Documental vivenciada na pesquisa.



Fonte: O autor (2024).

A projeção e a flexibilização da arquitetura dos recursos e seus esquemas de uso nesta Orquestração Documental ofereceu uma forma particular de observar e orientar a gênese documental dos professores participantes no processo formativo proposto na produção de documentos “esquema mental que está associado a um conjunto específico de recursos que orienta e define as ações do professor para uma determinada classe de situações através de diferentes contextos” (Gueudet &

Trouche, 2009, p. 205). Também nos permitiu o aperfeiçoamento ou o redesenho das Orquestrações Instrumentais on-line propostas.

Inspirado em Gueudet e Trouche (2016, p. 34), o desenho de uma Orquestração Documental deve:

- combinar os processos de instrumentação e de instrumentalização;
- entender que os recursos evoluem, assim como os esquemas podem evoluir;
- Que os documentos produzem novos recursos e podem dar origem a novos documentos;
- propor tecnologias de suportes que contribuem para o trabalho documental de natureza coletiva e que permitem compreender a relação entre o compromisso em um coletivo e a produção de um repertório compartilhado;
- entender que as gêneses documentais individuais e coletivas aparecem profundamente imbricadas.

6.1.1 As Configurações Metodológicas

Inspirado no conceito de Orquestração Documental apresentado por Sánchez (2010), a Configuração Metodológica diz respeito à disposição específica, ao mesmo tempo flexível, dos recursos com os quais os participantes da pesquisa interagem durante o processo documental reflexivo e se conscientizam sobre os possíveis efeitos que produzem o uso da tecnologia nas tarefas e técnicas matemáticas.

A disposição dos recursos nesta pesquisa foi arquitetada com a intenção de facilitar o trabalho documental dos participantes, e para a produção e coleta dos dados nos momentos síncronos e assíncronos e de natureza individual, cooperativa e coletiva. A intenção é acompanhar a evolução da gênese documental dos participantes desde a apropriação dos recursos educacionais digitais propostos (RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico) em Orquestrações Instrumentais on-line executadas de maneira individual e cooperativa até a produção de um cenário de aprendizagem de maneira coletiva, permitindo que os participantes, ao final do processo, compreendessem a evolução da sua gênese documental. Propomos caracterizar os recursos mobilizados na configuração metodológica de:

- comunicação assíncrona, para agendar os encontros síncronos e alinhar as atividades propostas nas orquestrações caso não estivessem claras;
- orientações metodológicas, é o caso do contrato metodológico proposto para definir os papéis tanto do pesquisador quanto dos participantes da pesquisa, e

para o uso de recursos que fosse possível capturar e registrar a produção dos dados;

- comunicação síncrona, que permitisse a interação entre participantes e pesquisadores por meio de videoconferência;
- captura de tela, para os momentos síncronos para que o pesquisador e os participantes pudessem registrar a produção de dados. No caso do pesquisador ter o registro das ações dos participantes e os participantes o registro individual da sua tela, especificamente nos momentos cooperativos e coletivos;
- de espelhamento de tela, para que o participante de maneira individual pudesse compartilhar sua tela de maneira a permitir o pesquisador acompanhar a apropriação dos recursos didáticos, o RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico (Orquestração Instrumental on-line 1) e na produção do seu primeiro cenário de aprendizagem (Orquestração Instrumental on-line 3);
- didáticos, os participantes interajam propostos nas Orquestrações Instrumentais on-line;
- dialéticos, são as próprias Orquestrações Instrumentais on-line. A intenção é que uma Orquestração Instrumental on-line sirva como recurso para a Orquestração Instrumental on-line subsequente.

Este conjunto de recursos foram essenciais para a configuração metodológica da Orquestração Documental, por facilitar o trabalho documental e por permitir, junto com aos participantes, a produção de dados nesta pesquisa.

6.1.2 Os Modos de execução

Tomando como base Sánchez (2010), definimos o(s) modo(s) de execução como a forma que o pesquisador decide a configuração metodológica para o benefício das suas intenções e aos possíveis ajustes das técnicas, dos recursos e esquemas mobilizados para a execução de tal configuração. Estes ajustes devem ser guiados pelas intenções do pesquisador, e pelo propósito da Orquestração Documental.

Após os participantes terem aceitos a participar da pesquisa, foram agendados data e horário do primeiro encontro. Neste primeiro encontro síncrono, OI-on-line 1, apresentamos o contrato metodológico para definir os papéis de cada um dos participantes incluindo o do pesquisador, e os recursos (síncronos, assíncronos de captura e espelhamento de tela) para a coleta e produção de dados. Durante a

instrumentalização desses recursos pelos participantes, percebemos alguns entraves, principalmente no recurso de espelhamento e captura de tela que não foram previstos. O recurso de espelhamento de tela, *screen mirror*®, disponibilizado para que o participante pudesse espelhar a tela do seu smartphone na tela do desktop, e o recurso de captura de tela, atalho no teclado, *Windows + G* nativo do sistema operacional *Windows*, ambos apresentaram problema de performance, lentidão e travamento, na execução durante a entrevista do professor A. Este encontro aconteceu de maneira individual para cada participante em momentos distintos.

Os recursos didáticos RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico foram disponibilizados de modo que o participante interagisse (instrumentalização e instrumentação) durante todo o percurso metodológico, impreterivelmente nas OI-on-line 1 e 2, e o modelo de cenário de aprendizagem apresentado para interação a partir da OI-on-line 3. Nas OI-on-line 4 e 5, a interação sobre o cenário de aprendizagem aconteceu de maneira individual, cooperativa e coletiva.

Os recursos dialéticos, as OI-on-line a partir da OI-on-line 1, exercem um papel fundamental como recursos para a execução das orquestrações subsequentes, de modo análogo à relação dialética entre recurso e documento apresentada por Gueudet e Trouche (2009, p. 206).

6.1.3 A Performance Metodológica

Inspirado em Lucena (2018, p. 49), definimos a performance metodológica como elemento que dá visibilidade às decisões tomadas em situações imprevistas para não comprometer o todo já estruturado. As descrições dessas decisões são importantes por evidenciar limitações e potencialidades dos recursos disponibilizados e dar luz aos ajustes do pesquisador e a partir delas, permitir a caracterização de critérios que deverão ser levados em conta na execução da OD. Isso pode modificar, por exemplo, a configuração metodológica e o modo de execução, seja para aperfeiçoá-los ou redesenhá-los.

Durante a execução da Configuração metodológica, alguns entraves surgiram e decisões foram tomadas, para que a Orquestração Documental acontecesse e o percurso metodológico adotado não ficasse comprometido, a saber:

O recurso de espelhamento de tela, *screen mirror*®, apresentou problemas de performance durante o primeiro encontro síncrono com o Professor A. Ele sugeriu que fosse usado o *google meet*®. A decisão tomada foi que o Professor A realizasse login

tanto pelo seu smartphone quanto pelo seu desktop. Desse modo, foi possível compartilhar a tela do smartphone para que o acompanhamento da apropriação do jogo e do guia fosse possível. A partir dessa decisão, para os encontros com os Professores B e C, adotamos este novo esquema de uso (espelhamento de tela) para o *google meet*, que antes foi pensado apenas para videoconferência;

O recurso de captura de tela, atalho no teclado, *Windows + G*, nativo do sistema operacional Windows também apresentou problemas de performance durante a captura da tela no primeiro encontro síncrono. O Professor A sugeriu um recurso que ele usa, o *OBS Studio*. Em relação aos Professores B e C também não usaram o recurso disponibilizado e cada um sugeriu um outro recurso: O professor B, o *Google meet* por ter acesso e o Professor C, o *VokoscreenNG* nativo do sistema operacional *Linux*. Em relação à captura de tela pelo pesquisador, foi sugerido pelo Professor B o uso do site *SCRE-OI* para os encontros coletivos e para os encontros individuais, foi concedido pelo Professor B o acesso para usar o *google meet*;

O recurso de comunicação assíncrona, o *Whatsapp*®, inicialmente foi pensado para agendar os encontros síncronos e que os participantes pudessem tirar possíveis dúvidas em relação a execução das orquestrações. A partir da OI-on-line 3, a sugestão dos participantes foi a criação de um grupo para facilitar o agendamento dos encontros e que entre eles fosse escolhido dia e horário do encontro a partir da disponibilidade de cada um;

A OI-on-line 5 foi elaborada em para acontecer em dois momentos, porém em um único encontro síncrono, mas devido a disponibilidade de tempo dos Professores A e C, foi necessário separar esses momentos em dois encontros síncronos.

Essas decisões tomadas pelo pesquisador e professores possibilitaram ajustes na configuração metodológica e nos modos de execução. A acomodação desses recursos e seus esquemas de uso disponibilizados pelo pesquisador e recomendados pelos participantes para Orquestração Documental possibilitou e facilitou o processo documentativo, a produção e coleta de dados para esta pesquisa.

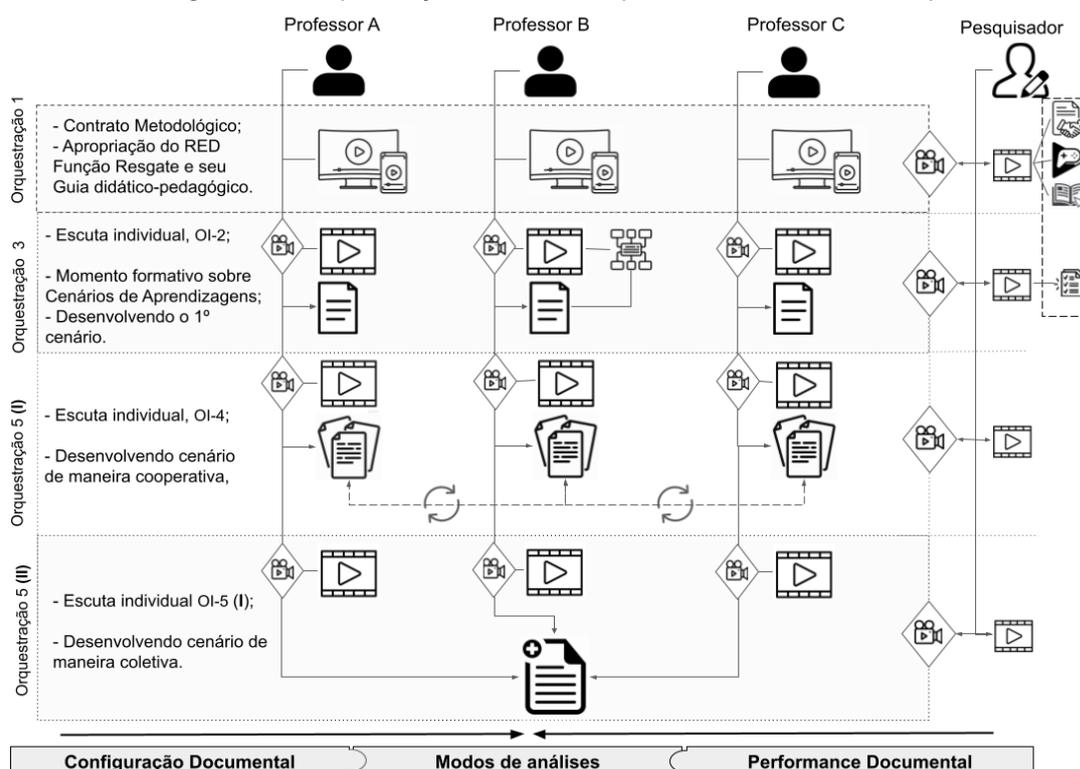
Os ajustes realizados na configuração metodológica durante o modo de execução evidenciaram que houve um redesenho da configuração metodológica e do modo de execução para a disposição de novos recursos para o mesmo esquema de uso, e o aperfeiçoamento desses dois elementos ao dispor de novos esquemas de uso para os recursos disponibilizados na configuração metodológica inicial. Estes fatos nos permitiram realizar uma autorreflexão sobre a escolha dos recursos e os

esquemas de uso que foram adotados na Orquestração Documental e, conseqüentemente, na própria gênese documental.

A partir da performance metodológica, percebemos que o contrato metodológico apresentado estreitou a relação entre o pesquisador e os participantes, pois nos permitiu criar mecanismos metodológicos flexíveis que incentivaram o trabalho documental e garantiram o comprometimento de ambos com a proposta da pesquisa. Também orientou o aperfeiçoamento ou o redesenho da própria OD. Estas evidências contribuem para o desenvolvimento conceitual desses três elementos metodológicos em uma OD.

A execução da Orquestração Documental permitiu a coleta de um grande volume de dados que foram organizados de forma sistemática para que a análise da evolução da gênese documental de cada participante individual, cooperativa e coletiva fosse possível. Para otimizar a análise dos dados, propomos acrescentar três novos elementos a Orquestração Documental, neste caso, em uma perspectiva de análise e apresentação dos dados, a saber: Configuração documental, Modos de análises e Performance documental. Elaboramos uma ilustração, Figura 25, que representa o volume de dados produzidos pelos professores e pelo pesquisador durante a execução das Orquestrações Instrumentais on-line.

Figura 25 - Orquestração Documental para a análise dos dados produzidos.



Fonte: O autor (2024).

6.1. 4 A Configuração Documental

Configuração Documental é a maneira que o pesquisador decide tratar e organizar os dados provenientes do percurso metodológico, e com base no acordo feito entre pesquisador e participante através do contrato metodológico, para as análises. Os dados podem ser: mapas conceituais, mentais, diagramas, tabelas, planilhas, gráficos, transcrição, entrevistas, áudios, vídeos etc.

Nesta pesquisa, os dados produzidos foram as capturas de tela, audiovisual, dos momentos síncronos e realizadas individualmente pelos participantes e pelo pesquisador, e os cenários de aprendizagens que foram desenvolvidos a partir de um modelo e armazenados no Google documentos®. Estas capturas se tratam dos momentos de interação com os recursos: RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico, o contrato metodológico, o modelo de cenário de aprendizagem e as Orquestrações Instrumentais on-line durante o percurso metodológico.

Utilizamos o software *aTube catcher* para realizar cortes nos vídeos e transcrever apenas os momentos que atendem aos objetivos da pesquisa. Para a transcrição dos vídeos, utilizamos o site (<https://my.sonix.ai/>). A versão gratuita é limitada a 30 minutos para cada conta de *email* cadastrada.

Os dados foram organizados de acordo com os encontros síncronos:

- No primeiro encontro foi executada a OI-on-line 1 em que os participantes espelhavam a tela do smartphone na tela do desktop para que fosse possível acompanhar a apropriação do RED e do Guia. Neste caso, a captura audiovisual da tela foi feita apenas pelo pesquisador e todo o encontro foi gravado;
- No segundo encontro, foi realizado em duas etapas e a captura de tela foi feita pelo pesquisador e pelos participantes de forma individual: na etapa I, foi realizada uma escuta individual sobre a execução da OI-on-line 2. Os Professores A e C apenas fazem um relato sobre a vivência da OI-on-line 2 e o Professor B, além do relato, apresenta e disponibiliza um mapa com as possibilidades para o uso do RED Função Resgate em sala de aula. Na etapa II, temos a captura de tela do desenvolvimento do primeiro cenário de aprendizagem. Ou seja, os dados produzidos são: a captura de tela pelo pesquisador da escuta individual sobre a OI-on-line 2 e o Mapa do Professor B, a captura audiovisual de cada professor e do pesquisador do desenvolvimento do primeiro cenário de aprendizagem;

- No terceiro encontro, OI-on-line 5 (momento 1), os dados produzidos foram: a captura audiovisual do pesquisador na etapa I, realizada durante a escuta individual da execução da OI-on-line 4, e na etapa II e III, os cenários produzidos em cooperação por cada professor e a captura audiovisual individual dos professores;
- No quarto encontro OI-on-line 5 (momento 2), os dados produzidos foram: as capturas de tela da escuta individual sobre a execução do primeiro momento da OI-on-line 5 e as capturas realizadas pelos participantes e pelo pesquisador do desenvolvimento do cenário de aprendizagem de maneira coletiva.

Os dados produzidos a partir do desenvolvimento das Orquestrações Instrumentais on-line foram organizados para análises de forma sistemática para que possamos inferir a evolução da gênese documental do professor de forma individual e coletiva. Neste sentido, os dados produzidos (relato dos participantes) durante as OI-on-line 3 e 5 referentes às OI-on-line 2 e 4 respectivamente, foram organizados para análise conforme a figura abaixo:

Figura 26 - Configuração Documental.

Dados produzidos		Análises
Orquestração 1 (OI-on-line 1)		Dados produzidos na OI-on-line 1
Orquestração 2 (OI-on-line 2)		Dados produzidos na OI-on-line 3, etapa I (escuta individual)
Orquestração 3 (OI-on-line 3)		Dados produzidos na OI-on-line 3 (etapa II)
Orquestração 4 (OI-on-line 4)		Dados produzidos na OI-on-line 5, etapa I (escuta individual)
Orquestração 5 (OI-on-line 5) momento I		Dados produzidos na OI-on-line 5, etapa II e III (momento I)
Orquestração 5 (OI-on-line 5) momento II		Dados produzidos na OI-on-line 5, etapa I (escuta individual sobre a OI-on-line 5 do momento I) e etapa II.

Evolução da Gênese documental

Fonte: O autor (2024).

A separação dos dados produzidos nas orquestrações e o compartilhamento da produção feita pelos professores permitiram tal organização. Em relação à escuta individual realizada nas OI-on-line 3 e 5, elas foram fundamentais para entender como foi a execução das OI-on-line 2 e 4, respectivamente, de maneira assíncrona pelos

participantes e que o pesquisador estava ausente. A OI-on-line 5 foi dividida em dois momentos devido o tempo que os participantes tinham disponível para a OI-on-line 5 e o segundo momento foi realizado uma semana depois. Neste período, não foi realizada nenhuma orquestração.

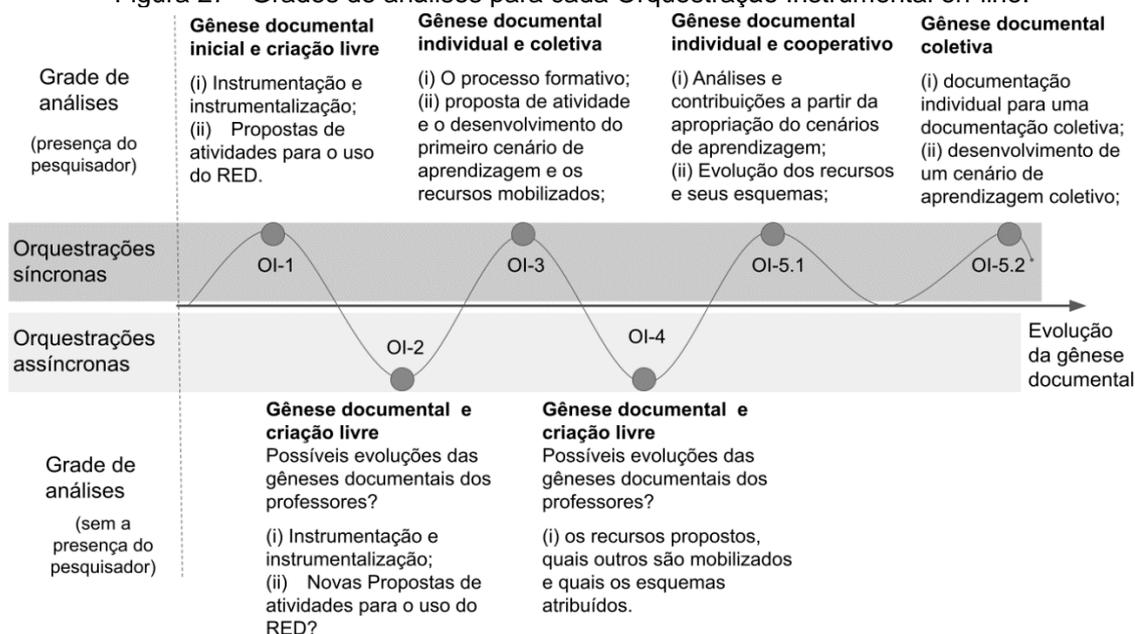
6.1.5 Os Modos de análises

Os Modos de análises são a maneira como o pesquisador decide a configuração metodológica em consonância com os objetivos da pesquisa, isso inclui os critérios de: exclusão, inclusão e análise de dados, categorização, discussão e representação dos dados.

As orquestrações síncronas são aquelas executadas com a presença e mediação do pesquisador. Após repassadas as orientações, os participantes ficam livres para produzir. As assíncronas, os participantes administram o tempo para executar a Orquestração Instrumental on-line sem a presença do pesquisador.

Foi elaborada grade de análises para cada Orquestração Instrumental on-line com a intenção de caracterizar a evolução gênese documental dos participantes de forma individual e coletiva. Neste sentido, será necessário caracterizar os processos de instrumentalização e instrumentação, mapear os recursos mobilizados para inferir os tipos de esquemas desde a apropriação do RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico ao desenvolvimento de cenários de aprendizagem de maneira cooperativa e coletiva.

Figura 27 - Grades de análises para cada Orquestração Instrumental on-line.



Fonte: O autor (2024).

As análises da OI-on-line 1 podem fornecer subsídios para entender como o professor organiza e estrutura sua gênese documental inicial ao se deparar em situação de apropriação de um recurso novo e, sob ele, pensar em possibilidades de uso. Situações inesperadas acontecem com frequência no cotidiano do professor, e entender o desenvolvimento de esquemas por parte do professor é essencial para traçar estratégias didáticas para formação de professores mediadas por tecnologias, para o desenvolvimento de recursos tecnológicos educacionais e para pesquisadores que versam sobre pesquisas no âmbito de formação de professores.

Em relação à OI-on-line 2, as análises são fundamentais para entender possíveis evoluções das propostas de atividades elencadas na OI-on-line 1 e os processos de instrumentalização e instrumentação dos professores em relação ao RED e o Guia didático-pedagógico. Esta flexibilidade de tempo para se apropriar dos recursos e, também, refletir sobre as propostas de atividades, pode nos revelar elementos essenciais para entender, também, a evolução dos esquemas de uso para o RED em sala de aula. Como supracitado, as informações sobre a execução da OI-on-line 2 serão coletadas momentos antes da execução da OI-on-line 3, de forma individual, para que os dados não sofram interferências de um com os outros participantes.

A grade de análises da OI-on-line 3 tem a intenção de entender, inicialmente, a influência do momento formativo no desenvolvimento do primeiro cenário de aprendizagem e também a escolha de uma das propostas de atividades elencadas na OI-on-line 1 e 2. O resultado das análises dessas orquestrações pode nos revelar os invariantes que estruturam a atividade do professor ao conceber o cenário de aprendizagem e, a partir dos recursos propostos, quais outros são disponibilizados e quais esquemas são atribuídos.

Os dados gerados na OI-on-line 4 são provenientes da etapa I da OI-on-line 5 e entender uma possível evolução do cenário de aprendizagem inicial do professor a partir da grade de análise para esta orquestração, pode fornecer novos elementos (recursos e esquemas de uso) a partir da execução da OI-on-line 3 e 4.

A grade de análises da OI-on-line 5 (I) pode nos revelar elementos fundamentais para entender como os professores se apropriam de materiais produzidos por outros professores e, a partir deles, enriquecem com outros recursos dialogando com seus objetivos didáticos e pedagógicos. Acredita-se que essa

atividade estrutura os esquemas, o desenvolvimento profissional do professor e a evolução dos recursos.

Para a OI-on-line 5 (II) foi elaborada uma grade de análise que pode extrair elementos importantes para o desenvolvimento da gênese documental coletiva, a partir da identificação dos possíveis invariantes que estruturam a atividade do professor ao conceber um cenário de aprendizagem coletivo. E os elementos que contribuem para a evolução do(s) recurso(s) em um processo documental individual ao coletivo.

Entender todo esse processo por meio da documentação do professor, em ciclos de análises e contribuições, ao desenvolver cenários de aprendizagens para o uso de um jogo educacional digital e entendendo como professores se apropriam e desenvolvem atividades para o uso em sala de aula, também pode dar subsídios para designers, desenvolvedores, programadores, entre outros profissionais, que pretendem desenvolver recursos dessa natureza.

6.1.6 A Performance Documental

A Performance Documental se dá a partir de decisões tomadas nas análises dos dados/documentos que força o pesquisador realizar ajustes nos recursos para o tratamento e análise dos dados, na metodologia e/ou nos objetivos adotados. Esses ajustes podem ser decorrentes do excesso de dados, da limitação ou ampliação do campo de pesquisa, de dados relevantes não previstos etc.

Nas análises percebemos um excesso de dados, principalmente dos recursos que não fazem parte diretamente dos objetivos da pesquisa, como, por exemplo, a apropriação dos recursos de espelhamento e captura de tela que não interfere diretamente na evolução da gênese Documental do professor durante a apropriação do RED Função Resgate, do Guia didático-pedagógico e no desenvolvimento dos cenários. No entanto, estes recursos evidenciaram a necessidade do desenvolvimento conceitual da Orquestração Documental e que, a partir deles, foi possível produzir dados que permitissem caracterizar a evolução da gênese documental.

Outro dado importante que surgiu durante a execução das OI-on-line 1 e 2 e foram indicações de melhorias no gameplay (jogabilidade e mecânica) e game design (a evolução e objetivos) do RED Função Resgate.

6.2 A ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA GÊNESE DOCUMENTAL

Nesta sessão, vamos apresentar as análises que permitiram caracterizar a evolução da gênese documental individual, cooperativa e coletiva dos participantes da pesquisa. As Orquestrações Instrumentais on-line propostas guiaram a coleta de dados sobre a gênese documental dos professores ao se apropriarem dos recursos disponíveis, neste caso, o RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico. O objetivo é caracterizar a gênese documental dos professores a partir da inferência dos esquemas mobilizados ao explorarem esses recursos para propor possibilidades de uso em sala de aula, desenvolvendo cenários de aprendizagens e como essa compreensão pode ajudar a melhorar o seu desenvolvimento profissional. Também obtivemos resultados sobre o design dos recursos educacionais em questão.

Utilizamos a técnica de criatividade, brainstorming, para estimular a geração de ideias, fazendo com que os participantes contribuíssem com suas próprias perspectivas, experiências e que se sentissem envolvidos no processo. O uso dessa técnica facilitou a mobilização de esquemas na apropriação dos recursos e na criação dos cenários de aprendizagens de maneira individual, cooperativa e coletiva nas Orquestrações Instrumentais on-line de maneira a minimizar as limitações na elicitación de requisitos. No percurso metodológico, os participantes também puderam contribuir com as ideias e sugestões nos cenários uns dos outros, na melhoria da sua criatividade e na qualidade dos dados coletados.

A gênese documental nas cinco Orquestrações Instrumentais on-line foi caracterizada por uma abordagem metodológica que visou documentar e aprimorar a experiência dos participantes com o jogo Função Resgate e seu guia. Na OI-on-line 1, foram apresentados os objetivos da pesquisa, o contrato metodológico, o Guia didático-pedagógico e o RED Função Resgate. Nas Orquestrações 2 e 4, os participantes foram incentivados a aprimorar/refinar sua documentação com base na vivência anterior, a fim de aperfeiçoar suas habilidades e competências em relação ao uso do RED. Os registros da documentação dessas orquestrações foram feitos momentos antes das orquestrações subsequentes.

Já na OI-on-line 3, foi oferecido um momento formativo sobre cenários de aprendizagem, apresentando os elementos estruturantes, as características e os princípios para a criação de cenários de aprendizagem e em seguida, cada participante usa um recurso de captura audiovisual da sua tela para documentar o

desenvolvimento do seu primeiro cenário de aprendizagem com base nas orquestrações anteriores. Por fim, na OI-on-line 5, os participantes utilizam o(s) cenário(s) desenvolvido(s) nas orquestras anteriores e trabalham de forma cooperativa e contínua para documentar suas experiências.

Nesse contexto, as Orquestrações Instrumentais on-line buscaram aprimorar a experiência dos participantes com o jogo Função Resgate, por meio de uma abordagem metodológica que visou a documentação contínua, cooperativa e coletiva nas suas vivências.

As Orquestrações Instrumentais on-line serão apresentadas, conforme a Figura 27 e ao final apresentaremos um panorama geral das nossas análises.

6.2.1 A análise da Orquestração Instrumental on-line 1

Nesta orquestração, os participantes foram treinados para usar ferramentas de coleta de dados e registrar sua interação com o jogo e com o Guia didático-pedagógico com base nas configurações metodológicas e modos de execução da Orquestração Documental. Também foram convidados a relatar possibilidades para o uso do RED e do Guia na sala de aula em um processo de documentação reflexiva. Elaboramos uma grade de análise com os pontos a serem analisados na gênese documental desta orquestração. Esta grade se sustenta na ideia do conceito da performance documental da OD e sua estrutura analítica se apoia na Abordagem Documental do Didático apresentada anteriormente. A análise da gênese documental pode ser realizada a partir da observação dos esquemas mobilizados pelo participante, dos elementos que foram levados em consideração para propor e estruturar possibilidades de uso com base nas fases do jogo e/ou no Guia didático-pedagógico.

A instrumentalização refere-se aos esquemas mobilizados pelo professor quando se apropria do jogo e do Guia. É importante observar como o professor se apropria desses recursos: se inicia a apropriação pelo RED ou pelo Guia; se utiliza o tutorial apresentado no RED; se explora outras sessões do RED e os cenários de aprendizagens apresentados no guia.

Quadro 11 - Grade de análise da gênese documental inicial e criação livre.

Instrumentalização	Instrumentação
1- Quais são os esquemas mobilizados pelo professor quando se apropria: i - do jogo; ii- do Guia,	2- Quais são os esquemas mobilizados pelo professor quando: i- elenca as propostas de atividades; ii- novos esquemas desenvolvidos unifica os conhecimentos apresentados no Guia e no jogo; iii- o professor usa os exemplos do Guia para propor atividades, ou elaborar outras atividades;
Processos contínuos	
3- Quais elementos são levados em consideração para propor atividades como o uso do RED e do Guia; 4- Quais novos recursos e esquemas são mobilizados; 5- As atividades são estruturadas com base nas fases do jogo e quais elementos são postos em evidências; 6- Os desafios de propor atividades: i- os conhecimentos matemáticos nos recursos estão claros; ii- os objetivos didáticos e pedagógicos estão claros; iii- a experiência do usuário em relação ao uso do tipo de recurso; iv- o papel dos envolvidos para assegurar a aprendizagem; v- como lidar com possíveis imprevistos e quais os tipos; vi- as atividades propostas preveem o desenvolvimento de habilidades ao qual o jogo foi concebido.	

Fonte: O autor (2024).

A instrumentação, na grade de análise, refere-se aos esquemas mobilizados quando o professor elenca as possibilidades de uso do RED e desenvolve esquemas ao unificar os conhecimentos apresentados no Guia e/ou no jogo, quais recursos e esquemas são mobilizados, se usa os exemplos do Guia para propor atividades ou elaborar novas atividades, entre outros aspectos. Em relação aos processos contínuos, ou seja, elementos que se desenvolvem ao longo do processo de gênese documental, é importante observar quais elementos são levados em consideração para propor o uso do Guia e do RED, os desafios, e quais outros recursos e esquemas são mobilizados ao longo do processo, também observar se a estruturação das possibilidades de uso do jogo.

6.2.1.1 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 1

A Orquestração Instrumental on-line (OI-on-line 1) foi dividida em duas etapas: (i) apresentação do contrato metodológico e objetivos da pesquisa e (ii) a apresentação do jogo e Guia pedagógicos, seguido compartilhamento/espelhamento de tela para o registro das percepções e ideias.

Inicialmente procuramos saber sobre as experiências dos participantes no ensino de matemática. Os dados foram sistematizados na sessão 5.1.1.1 “O perfil dos

participantes". Após a fala do participante, apresento os objetivos da pesquisa e o contrato metodológico, mostrando os papéis do pesquisador e do participante para a produção de dados. Em seguida foi passado ao participante o link do RED Função Resgate e do Guia didático pedagógico. Utilizamos o google meet para o espelhamento de tela e solicitamos que ao migrar entre o RED e o guia não esquecesse de compartilhar, pois, também, poderiam abrir o guia pelo desktop

A seguir, apresentamos as principais contribuições do contrato metodológico para esta pesquisa:

1. Formalização da relação entre pesquisador e participantes: permitiu estreitar a relação entre pesquisador e os participantes da pesquisa nesse campo experimental, definindo regras e expectativas mútuas para minimizar possíveis entraves na produção e coleta de dados;
2. Definição de papéis e responsabilidades: contribuiu para a definição de papéis e responsabilidades de cada um na ação didática individual, cooperativa e/ou coletiva, bem como nos recursos mobilizados por/para as orquestras instrumentais;
3. Diretrizes para a produção de dados: estabelecemos diretrizes sobre como se daria a produção de dados e a gestão dos recursos de coleta junto aos participantes;
4. Acompanhamento das gêneses documentais dos participantes: ajustamos conjuntamente o dispositivo de coleta de dados e, dessa maneira, favoreceu o acompanhamento das gêneses documentais dos participantes;
5. Auxílio na análise dos dados: contribuiu para a análise dos dados coletados, fornecendo informações sobre a produção dos dados bem como a gestão dos recursos e esquemas produzidos pelos participantes na ausência do pesquisador, permitindo entender e inferi-los.

Em resumo, o contrato metodológico contribuiu para a qualidade e a confiabilidade dos dados coletados, além de estabelecer uma relação mais clara e produtiva entre o pesquisador e os professores participantes da pesquisa. Na sequência vamos apresentar a apropriação de cada um dos participantes.

6.2.1.2 A Performance Didática da OI-on-line 1

Parafraseando Lucena (2018, p. 50), a performance didática permite ao pesquisador a identificação e caracterização dos esquemas de uso e de ação

instrumentada. Neste sentido, elaboramos uma tabela com critérios que nos possibilita apresentar um panorama geral que acreditamos poder caracterizar a gênese documental (instrumentalização e instrumentação) dos participantes durante a execução da OI-on-line 1.

Tabela 2 - Critérios de caracterização da gênese documental na OI-on-line 1.

Critérios de análise	Professores		
	A	B	C
Inicia o processo de apropriação pelo RED.	x	x	-
Inicia a apropriação do RED passando direto para o jogo.	-	x	-
Percebe a proposta do jogo em relação ao objeto de conhecimento.	x	x	x
Inicia o processo de apropriação pelo Guia didático-pedagógico.	-	-	x
Lê o Guia didático-pedagógico pelo celular.	-	-	x
Lê o Guia didático-pedagógico pelo desktop.	-	x	x
Explorou outras sessões do RED.	-	x	x
Leu com atenção o tutorial apresentado no RED.	x	x	x
Durante as jogadas retorna ao Guia para entender o jogo.	-	x	x
Relata possibilidades de uso do RED antes de explorar os cenários de aprendizagem apresentados no Guia.	x	x	-
Usa os exemplos de cenários de aprendizagem do Guia para propor novas possibilidades do uso do RED.	-	-	-
As possibilidades do uso do RED são as mesmas apresentadas no Guia didático-pedagógico.	-	-	x
Propõe possibilidades de uso do RED sem explorar o Guia.	x	x	-
As possibilidades do uso do RED são estruturadas com base nas fases do jogo.	x	x	-
As possibilidades do uso do RED contemplam o ensino remoto.	-	-	x
As possibilidades do uso do RED contemplam o ensino presencial.	x	x	x
Percebe que o jogo pode ser utilizado com estudantes não só do Ensino Médio, mas também com os do Ensino Fundamental.	x	x	-
As estratégias tomadas nas jogadas têm relação com o objeto de conhecimento.	x	x	-
Relaciona o conhecimento apresentado no jogo com outros conhecimentos matemáticos.	x	x	-
Relata entraves para o uso do jogo, como o acesso ao dispositivo e a internet.	x	-	x
Propõe estratégias para minimizar os problemas de acesso a dispositivos e internet.	x	-	x

Fonte: O autor (2024).

A partir dos critérios de análise, é possível observar diferentes formas de apropriação do RED e do Guia didático-pedagógico. Alguns usuários iniciam o processo de apropriação diretamente pelo RED, pulando o Guia, enquanto outros iniciam pelo Guia para entender melhor como pode ser utilizado em sala de aula. Alguns usuários exploram outras sessões do RED, enquanto outros retornam ao Guia

durante as jogadas para entender melhor o jogo e suas relações com o objeto de conhecimento.

Há ainda a diferenciação das possibilidades de uso do RED, que podem ser as mesmas apresentadas no Guia ou propostas pelo usuário sem explorar o Guia. As possibilidades de uso também podem ser estruturadas com base nas fases do jogo e contemplar tanto o ensino remoto quanto o presencial.

Outras formas de apropriação incluem perceber que o jogo pode ser utilizado com estudantes não só do Ensino Médio, mas também do Ensino Fundamental, além de relacionar o conhecimento apresentado no jogo com outro conhecimento matemático. Também são relatados entraves para o uso do jogo, como problemas de acesso a dispositivos e internet, e propostas de estratégias didáticas para minimizar esses problemas.

Segundo Vergnaud (1996), a ação do professor sobre recursos, sua intenção didática e os esquemas de utilização mobilizados, desde a sua concepção até a sua aplicação, são orientados pelos invariantes operatórios. “Durante esta ação e por meio de diferentes situações sucessivas com a mesma finalidade e estabilidade para garantir a hipótese de um esquema, o professor constitui o documento (recursos + esquemas)” (Gueudet; Trouche, 2015, p. 34).

A seguir iremos apresentar um esquema do processo da gênese documental e recortes da transcrição da captura audiovisual da execução da OI-on-line 1 de cada professor participante individualmente. Também apresentaremos alguns esquemas inferidos a partir das análises dos dados produzidos na OI-on-line 1 em quatro contextos: (i) percepção do conhecimento e tomadas de estratégias: (ii) possibilidades para o uso do RED na sala de aula apresentando os quatro componentes de um esquema (Gueudet; Trouche, 2021, p 2-3); (iii) mobilização dos esquemas a partir das possibilidades de uso e (iv) o guia didático-pedagógico como recurso que orienta o uso do jogo.

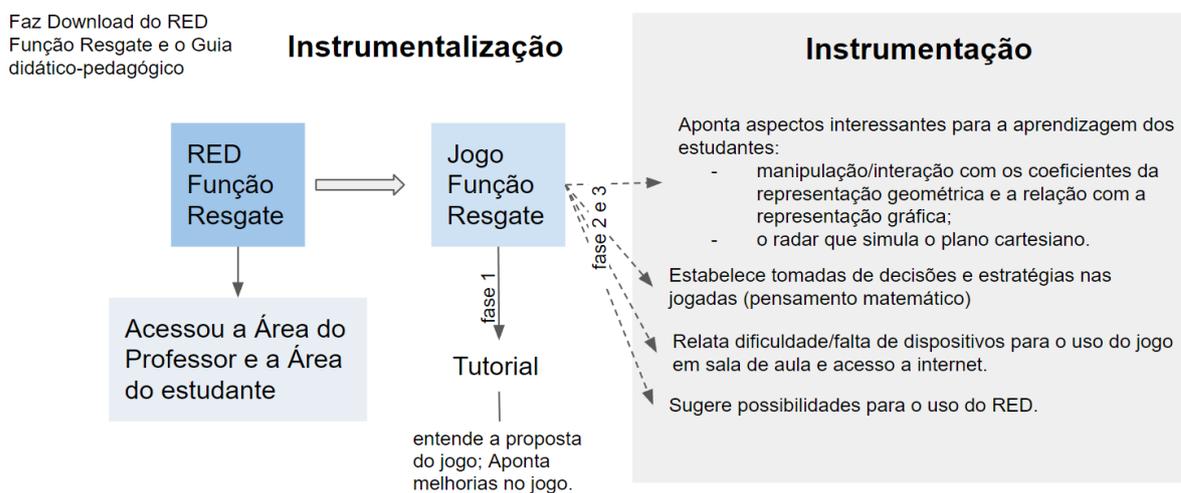
6.2.1.2.1 O Professor A

O Professor A, fez o download do RED Função Resgate e do Guia didático-pedagógico. Na sequência, iniciou o processo de apropriação pelo RED. Ele leu atentamente os termos de uso e acessou de forma breve os botões da tela inicial do RED sem explorar os materiais que servem de suporte para o jogador, ou seja, para o professor. Por exemplo: na ‘Área do Estudante’ tem um material pedagógico como

videoaulas e questões sobre funções matemáticas e na 'Área do Professor', tem orientações para o uso do RED, indicação de cursos para aperfeiçoamento do professor e um link de acesso ao Guia didático-pedagógico.

Figura 28 - Inferência da gênese documental do Professor A na OI-on-line 1.

Professor A



Fonte: O autor (2024).

Logo em seguida o Professor A segue o tutorial, que está na primeira fase do jogo, que é o passo a passo para entender a jogabilidade, nas fases 2 e 3, e aponta elementos que indicam o uso estratégico do jogo Função Resgate adaptado às necessidades dos estudantes e às exigências do ambiente educacional, conforme representado a gênese documental do Professor A na Figura 28.

A inferência dos esquemas mobilizados pelo Professor A serão apresentados na sequência a partir da análise dos diálogos e que vai facilitar a compreensão.

Diálogo 1: a percepção do conhecimento matemático e as estratégias que toma para realizar as jogadas

Pergunto: O que é interessante no jogo, quais as suas primeiras impressões sobre o conhecimento matemático abordado? Ele responde:

"O aluno está trabalhando diretamente com um coeficiente angular nas funções, então ele passa a ter a percepção, principalmente na função constante. Quando aumenta ou diminui. Muitos alunos têm dificuldade de perceber o que é um termo independente de uma função e mostrar que esse peixe, um peixonauta, sei lá, cachorro peixe, sei lá que espécie que vocês criaram. Mas esse cachorro aí mostra porque ele está se movendo pelos eixos das ordenadas de forma vertical. Provavelmente, muitas vezes, esse conceito ele chega no terceiro ano e não conseguiu firmar esse conceito ainda, e se brincar até na faculdade, pois ainda não tem noção do que é o termo independente, a gente está fazendo um translado desses eixos. É o aluno poder mexer aqui e saber que não está acompanhado de nenhum coeficiente na letrinha. No caso aí ao lado do $f(x) = -0,6$, você não tem nenhum termo dependente, o X no caso, isso ajuda o aluno identificar. Ahn. Gostei também da ideia do plano cartesiano para o aluno

perceber só os valores, tá? Isso é bacana até como um 'easter egg', porque eu sem querer cliquei e fui tentar clicar na função e acabei clicando logo de começo no radar. Eu acho que poderiam aumentar só um pouquinho aqui esse negocinho, só um pouquinho o tamanho, porque o pessoal, às vezes a gente aperta um botãozinho, dependendo do celular. Eu acho que pode ser um pouquinho ruim num tablet".

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

A gênese documental é a essência da atividade do professor em processos contínuos e combinam dois processos: “instrumentação (recursos instrumentam a ação didática do professor) e instrumentalização (o professor se apropria, modifica os recursos)” (Gueudet; Trouche, 2015, p. 34). Neste sentido, a partir da fala do professor é possível inferir que ele está se instrumentalizando ao mesmo tempo que pensa como o estudante pode aprender usando o jogo em sala de aula (instrumentação). Apontamos alguns esquemas mentais relacionados a sua interação com o RED Função Resgate:

- a percepção do coeficiente que representa a taxa de variação da função em relação ao eixo x, e como isso pode ajudar os alunos a entender o termo independente. Isso indica um esquema de ação que envolve a identificação de padrões em funções e a compreensão da relação entre o coeficiente angular e o termo independente;
- a importância do uso do plano cartesiano, “o radar”, para ajudar os estudantes a visualizar o gráfico e entender melhor as funções. Isso indica um esquema de utilização de elementos dinâmicos, o radar, que enfatiza a importância da representação geométrica em relação à representação algébrica;
- a necessidade de adaptação do recurso, melhorias UX (experiência do usuário) do jogo em relação ao “radar”. Isso indica um esquema de controle que envolve a adaptação do recurso para garantir a visualização das suas funcionalidades em diferentes dispositivos.

De acordo com Gueudet e Trouche (2021) esses esquemas mentais são orientados e estruturados pelos invariantes operatórios que incluem a finalidade da atividade, regras de ação, os próprios invariantes operatórios e possibilidades de inferência.

Pergunto se ele poderia falar, naquele momento, de possibilidades de uso do jogo em sala de aula, e ele responde com uma sugestão de melhorias no jogo:

“Dá para trabalhar muita coisa com os meninos, principalmente. Há uma coisa em que eu acho que poderia ter aqui o aluno poder digitar os valores. Porque eu tô tentando pegar esse peixe aqui. Porque eu dou um click e já vai para $f(x)=0,6$, mas poderia ir para $0,5$. Incremento $0,005$, só uma sugestão.

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

Observando a ação do Professor a sob o jogo e as estratégias que ele toma nas jogadas, percebo que ele perdeu, não atingindo o objetivo da fase do jogo. Nesse momento realizei uma intervenção. Vejamos o diálogo:

Professor A: Mas aqui, eu perdi!

Pesquisador: Mais a questão de perder, por exemplo, porque veja só, você tem dois tipos de funções, isso também não está diretamente ligado às estratégias que você toma?

Professor A: total! Por exemplo, você tem duas funções: uma que você pode deslizar sobre o eixo Y, né? E uma que você só está ali na origem, no ponto (0, 0). Então, quando você deixou o lineu lá no (0, 0) que aconteceu? Ficou difícil de você subir ele.

Professor A: Com certeza foi o que eu percebi, foi das estratégias que eu tomei. Como esse Lineu, ele é uma função linear, aí tem que segurar um pouquinho mais, porque essas daqui são mais raras, entendeu? Mas aí são as estratégias que a gente toma. Tanto a gamificação, a tomada de estratégia como a construção do pensamento matemático. Eu achei interessante isso que você falou agora. Se eu tivesse tomado outra estratégia ali, eu tinha pegado peixinhos. Então, e queira ou não, essa tomada de estratégia é um pensamento matemático do aluno saber onde vai jogar, as ferramentas que ele tem, que tem uma função constante e uma função linear, tem duas funções e cinco opções total somando dois e três para tu jogar aí três peixorros e dá certo. Então eu gostei dessa proposta de fazer o aluno pensar mecanicamente e assim, isso é realmente uma coisa lúdica.

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

O professor A percebeu que suas ações para atingir o objetivo no jogo, estão diretamente relacionadas às estratégias que toma e que as duas funções presentes na fase do jogo, uma função constante e uma função linear, requerem diferentes abordagens estratégicas e que se tivesse tomado uma estratégia diferente, poderia ter tido mais sucesso no jogo, pois, dependendo da função escolhida, poderia salvar mais espécie e coletar os “ossinhos”. Ele valorizou a importância da manipulação das funções para o desenvolvimento do pensamento matemático do aluno e ajudá-lo a ter um melhor desempenho em atividades matemáticas.

A fala do professor A revela a mobilização de diferentes esquemas mentais na sua tomada de estratégias para o jogo apresentado. Ele menciona que, na fase, existem duas funções possíveis, dois peixorros: uma que permite deslizar no eixo Y e outra que mantém o personagem na origem. Em seguida, relaciona a sua escolha de deixar o personagem na origem com a dificuldade de subir. Esse pensamento mostra que ele está mobilizando um esquema mental que relaciona a posição do personagem com o tipo de função matemática à dificuldade de alcançar certos objetivos no jogo. Além disso, ao mencionar que existem diferentes opções para a tomada de decisão disponíveis no jogo, incluindo duas funções (uma constante e uma linear) e cinco

opções totais. Essa afirmação sugere que ele está mobilizando um esquema mental que envolve a análise e seleção de diferentes opções disponíveis, com base nas características das funções para alcançar o objetivo na fase do jogo. A Figura x representa o momento do diálogo em questão.

Figura 29 - momento do diálogo do Pesquisador e o Professor A.



Fonte: RED Função Resgate.

O Professor A também menciona a importância da tomada de estratégia para a gamificação é um processo de construção do pensamento matemático que envolve a compreensão das possibilidades oferecidas pelo jogo. Esse pensamento reflete a mobilização de um esquema mental de resolução de problemas que envolve a análise de informações e a tomada de decisões com base nas características das funções e das possibilidades de escolhas disponíveis.

Percebemos a partir dessa fala do Professor A, a mobilização de esquemas mentais relacionados à posição dos personagens, à seleção de opções disponíveis e à tomada de decisões com base em regras e possibilidades oferecidas pelo jogo. Esses esquemas mentais são importantes para a tomada de estratégias e a construção do pensamento matemático dos estudantes.

Diálogo 2: possibilidades do uso do jogo na sala de aula

Retomo ao ponto das possibilidades do uso do jogo em sala de aula, para fazê-lo refletir.

Pesquisador: Em sala de aula, como você exploraria o jogo?

Professor A: Eu acho que talvez até para introduzir um pouco o assunto, ou então nem começasse o assunto, porque eu acho que seria realmente legal o aluno saber do assunto. Mas para estimular o aluno nessa cadeia pensante do jogo, você pode manipular sem saber a função. Cara, ele está manipulando a função e manipulando mesmo no gráfico. Até me arrepio aqui sem saber que estudou uma função. E então isso é uma porta de abertura imensa, porque existe muita dificuldade. E o exemplo que a gente usa de função: o clássico rapaz do Uber, o taxista sempre, sempre. Eu estou falando isso porque eu faço isso. Eu sempre faço isso, mas também é questão do tempo, que infelizmente é muito corrido, mas assim para aluno de 9º ano, cara, até

se brincar um aluno do 8º ano ele pode ter essa perspectiva. O aluno do 8º ano já aprende não a função, mas aprende gráficos, aprende o sistema de equação, então já tem a noção do que é uma reta, do que acontece ali, talvez não aprofundado, como uma função, mas ele já sabe o que é manipular alguma coisa, sabe? Se mexer ali, mexendo no coeficiente angular vai mudar todo o ângulo da reta. Então, isso eu achei espetacular. Assim, a gente começa a introduzir, mas também, acredito que a perspectiva de você seguir o assunto para alunos não só de oitavo, nono, mas de Ensino Médio no geral, acho muito bom, até para resgate de assunto. E infelizmente nem todo aluno tem celular, aí fica uma pergunta, como é que fica isso dentro do colégio?

Pesquisador: Então, nesse caso, como é que você pensaria numa proposta, por exemplo, sabendo dessa impossibilidade do estudante não ter celular na sala de aula?

Professor A: Antes de começar a atividade, eu perguntaria quem tem celular disponível para entender e formariam um grupo, em duplas, em trios para desenvolver.

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

Percebemos que o professor pode realizar ações para adaptar os esquemas mentais à sua prática. Para isso ele leva em consideração as regras de ação, obtenção de informação e controle, bem como os invariantes operatórios que fundamentam sua ação. O Professor A, nesse diálogo, evidencia algumas possibilidades de inferência que incluem a capacidade de ajustar o uso dos recursos disponíveis, mudar a estratégia de didática, adaptar o uso do jogo ao nível que os estudantes se encontram na etapa de ensino, entre outras ações que podem ser necessárias para atingir a finalidade da aula.

Segundo Guedet e Trouche (2021, p 2), “um esquema tem quatro componentes: a finalidade da atividade; regras de ação, de obtenção de informação e de controle; invariantes operatórios; possibilidades de inferência”. Com base no diálogo, é possível inferir os quatro componentes de um esquema mental principal mobilizado a partir da apropriação pelo Professor A ao propor o uso do jogo na sala de aula:

- à finalidade da atividade, que é estimular os estudantes a manipular os gráficos a partir das funções. Nesse caso, o objetivo é introduzir o assunto ou resgatar conceitos já estudados pelos alunos. O professor A acredita que o jogo é um recurso interessante para estimular a cadeia pensante do aluno e permitir que ele experimente diferentes possibilidades de manipulação das funções e gráficos;
- as regras de ação, de obtenção de informação e de controle. O professor A sugere que o jogo seja utilizado em duplas ou trios para desenvolver a atividade

devido a impossibilidade de todos os estudantes terem um dispositivo móvel e propõe alternativas para que todos possam participar da atividade;

- os invariantes operatórios, o professor A demonstra conhecimento sobre funções, gráficos e destaca a importância do coeficiente angular na mudança do ângulo da reta e como isso pode ser explorado pelos alunos no jogo;
- possibilidades de inferência, o professor A pode coletar informações previamente para inferir o nível de conhecimento dos estudantes e adequar a atividade de acordo com as possíveis dificuldades dos estudantes e trabalhar para superá-las durante a atividade.

Neste sentido, o Professor A sugere que o jogo possa ser utilizado como:

- uma atividade de introdução ou estímulo ao assunto de funções em aulas de matemática, podendo ser usado com estudantes do 8º ou 9º ano do Ensino Fundamental ou para alunos do Ensino Médio.
- Manipular funções e gráficos, a fim de entender como esses valores afetam a função e estimular a compreensão dos alunos sobre o assunto;
- Ser usado como uma forma de resgate de assuntos antigos e para estimular a aprendizagem de novos conceitos;
- Exploração de estratégias para resolver problemas;
- Manipulação de funções, como função linear e função não-linear, para desenvolver o pensamento matemático;
- Na impossibilidade de ter dispositivos suficientes para o uso do jogo, formaria grupos de trabalho com os estudantes.
- A partir das possibilidades de uso que o professor A menciona para o jogo em sala de aula, é possível inferir alguns esquemas mentais que ele possui:
- de familiarização dos elementos conceituais para a introdução ou estímulo ao assunto de funções;
- de compreensão do conteúdo, que consiste em resgatar assuntos antigos e para estimular a aprendizagem de novos conceitos;
- de resolução de problemas, que consiste em utilizar o jogo em grupos de trabalhos e exploração de estratégias para resolver problemas;
- relacional, que se baseia na manipulação de funções e diferenciar suas características, por exemplo: função linear e função não-linear.

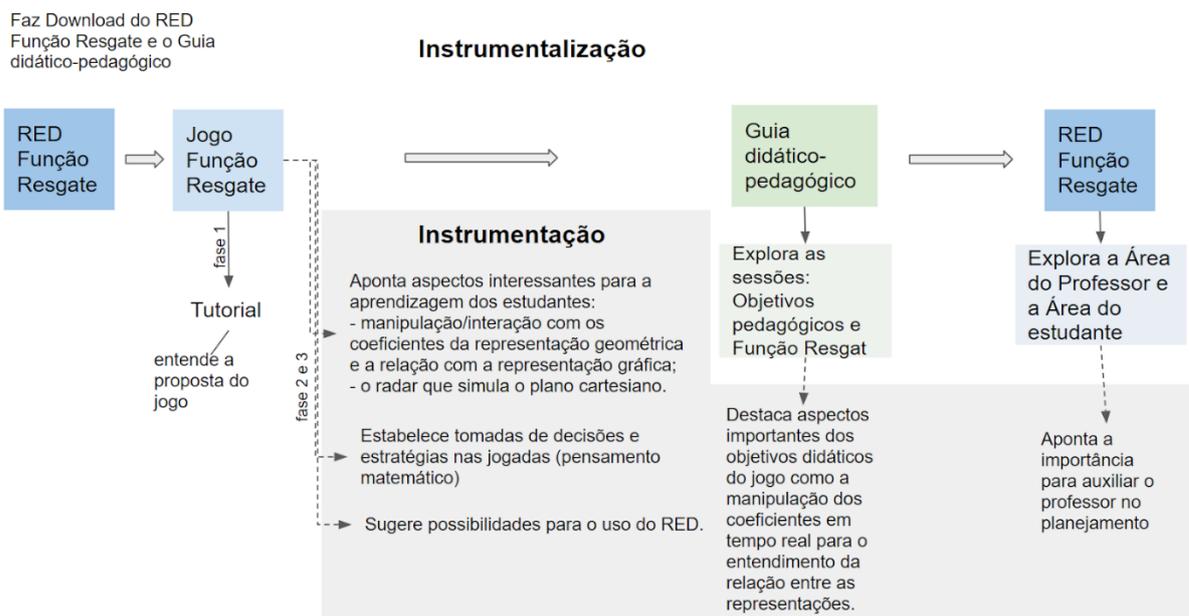
Para o professor A, estimular a aprendizagem de matemática de forma lúdica e interativa pode aumentar o interesse dos alunos pelo assunto. No entanto, há a preocupação de que nem todos os alunos possam ter acesso a dispositivos móveis para jogar o jogo. Uma solução sugerida pelo Professor A seria perguntar aos estudantes se eles têm um dispositivo disponível antes de começar a atividade e caso contrário formaria grupos de estudos para garantir que todos possam participar da atividade e aproveitar os benefícios educacionais do jogo.

Outro ponto importante apresentado pelo Professor A a partir de experiências anteriores, foi em relação a heterogeneidade da turma e que é comum estudantes com defasagem em relação a aprendizagem de matemática e que o jogo seria de grande importância para o professor e para o estudante.

6.2.1.2.2 O Professor B

O Professor B, fez o download do RED Função Resgate e do Guia didático-pedagógico. Ele leu atentamente os termos de uso do RED e acessou o jogo, e na primeira fase, lê atentamente o tutorial que é o passo a passo para entender a jogabilidade e nas fases 2 e 3, aponta elementos que indicam o uso estratégico do jogo Função Resgate. Por iniciativa do Professor B, ele acessa o guia didático pedagógico e começa a leitura destacando pontos importantes, que segundo ele, apresenta de forma clara os objetivos didáticos e auxilia na compreensão do jogo e na construção do planejamento, como mostra a representação da gênese documental na OI-on-line 1.

Figura 30 - Figura: Inferência da gênese documental do Professor B na OI-on-line 1
Professor B



Na sequência, iremos apresentar recortes da transcrição da captura audiovisual da execução da OI-on-line 1 pelo Professor B e a partir das análises do diálogo, a inferência dos esquemas mobilizados em processos contínuos de instrumentalização e instrumentação.

Diálogo 1: a percepção do conhecimento matemático e as estratégias que toma para realizar as jogadas

Na fase 2 do jogo o Professor B fica confuso em relação ao “radar” que é a representação do plano cartesiano e as opções/funções disponíveis para atingir o objetivo da fase.

Professor B: Pronto, não tem malha. Mas eu acho que a direção é que forma a angulação.

Pesquisador: Você pode ativar o radar.

Professor B: É só quando clica aqui no radar, né?

Pesquisador: O radar fica acima, é o botãozinho acima do "controle".

Professor B: Mas ele consome alguma energia? Não, né?

Pesquisador: Não, não.

Professor B: Pega o osso. Aqui é interessante como o aluno vai conseguir entender o papel de cada coeficiente, né?

Pesquisador: Isso.

Professor B: Aqui eu tenho mais uma vez a função constante. Então, aqui o aluno entende que não muda a angulação da reta. Ela sempre permanece paralela a X. Aqui eu tenho como mudar o cão para o outro.

Pesquisador: Você viu aí que tem acima as opções, quantidade? No caso você só tem duas funções lineares.

Professor B: Entendi.

Pesquisador: Então, o que você tem que fazer inicialmente antes de lançar os heróis?

Professor B: Fazer um estudo primeiro?

Professor B: Fazer a estratégia. O que é que eu acho difícil de eu tentar, né? Não vai conseguir pegar nem o lado de trás nem o da frente. Deixa eu ver se aqui. Faltou um osso, né?

Professor B: A gente traça a estratégia antes.

Professor B: Então aqui eu consigo acertar mais objetos com menos esforço. Fazendo esse estudo de coeficiente. Então por exemplo, aqui coloquei o B negativo para descer um pouquinho e vou colocar o valor do A de modo que a reta passe por mais objetos possíveis.

Professor B: Certo! Aqui eu tenho mais um osso, não vou deixar ele para trás, vou fazer logo ele primeiro. Como eu não quero desperdiçar esse. Vamos mudar. Como eu fiz aqui deu certinho, nem precisou usar um último.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa)

Com base no diálogo é possível inferir que o Professor B está utilizando esquemas mentais para orientar suas ações no jogo e para atingir os objetivos da fase. Percebe-se que ele desenvolveu um esquema de resolução de problema, visto que traça as possibilidades antes de lançar os heróis no jogo, ou seja, analisa os tipos de funções disponíveis e o movimento que o herói faz (representação gráfica) para poder ver qual(is) espécie(s) marinha ele pode salvar. Esse esquema envolve regras de obtenção de informação, controle e ação, além de invariantes operatórios que fundamentam sua tomada de decisão.

Ao questionar se ativar o radar “consome energia”, no sentido de ser punido por ativá-lo, pode indicar um esquema mental para a conservação de elementos dinâmicos (*features*), embora não tenha essa mecânica ao ativá-lo. Além disso, ele também demonstra possuir invariantes operatórios, quando fala sobre a função constante e como ela afeta a angulação da reta. Também podemos inferir que o Professor B está utilizando seus esquemas mentais, de controle, para se adaptar ao jogo e concluir o objetivo da fase.

Observamos um esquema que envolve a identificação de padrões em funções ao afirmar que a função constante tem sua representação geométrica paralela ao eixo x . E ao selecionar uma função afim, ao falar que consegue acertar mais peixes com menos “esforço”.

No diálogo também são apontadas evidências de que é possível inferir quanto ao entendimento do professor em relação a percepção do estudante em relação ao jogo. Ou seja, ele acredita que o estudante vai aprender por meio da observação e compreensão dos tipos de funções disponíveis e como elas mudam a trajetória dos personagens no jogo de acordo com a representação no “cão trole” e entender o papel de cada coeficiente para completar as fases do jogo com menos esforço. Podemos dizer que se trata de um esquema de utilização do jogo, no qual ele evidencia mobilizar os quatro componentes de um esquema (Gueudet; Trouche, 2021, p 2-3) para guiar o estudante na compreensão do jogo e na aprendizagem matemática.

Percebemos que o Professor B mobiliza algumas estratégias durante as jogadas como: a análise das opções e funções disponíveis; a influência dos coeficientes; o planejamento antecipado das jogadas e utiliza a comunicação com o pesquisador para esclarecer dúvidas e obter orientações. A tomada de estratégias é fundamental para mobilizar esquemas mentais mais adequados, pois permite resolver tarefas de maneira eficaz para alcançar um objetivo desejado.

Pergunto se ele percebe o conhecimento matemático abordado no jogo. Ele responde:

“Aqui eu consigo estudar funções no geral. Eu consigo explorar a representação gráfica, principalmente, entendendo o papel de cada variável de uma função e o papel de cada qual na função, o que implica se um for zero, por exemplo, se o coeficiente zero acontecer de está na função o que acontece com o gráfico da função? ou se o próprio acontecer? Vou ter que ser o $A = 0$, o bichinho vai se transformar na função do outro, né? A afim vai virar o linear. Por exemplo. Então, quando isso acontece, eu consigo explorar, fazer o aluno passar por esses processos. A identificação do que é uma função”.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

O professor deixa claro que consegue entender o conhecimento matemático no jogo, principalmente para explorar as representações gráficas a partir do estudo dos coeficientes. Neste sentido, podemos inferir alguns esquemas como: um esquema de conhecimento prévio sobre funções, quando menciona conhecer “funções no geral”; um esquema identificação de padrões, quando fala de explorar essas representações a partir do papel dos coeficientes; um esquema de resolução de

problemas quando aponta a importância de entender o que acontece com o gráfico de uma função quando um dos coeficientes for igual a zero e um esquema de classificação quando ele fala sobre a identificação do que é uma função e um esquema mental que relaciona a posição do personagem com o tipo de função matemática à dificuldade de alcançar certos objetivos no jogo.

Diálogo 2: possibilidades do uso do jogo na sala de aula

Para Sánchez (2010) um esquema mental (também chamado esquema de utilização) orienta e define as ações do professor. Neste sentido, após agir sobre o jogo, pergunto: Como você usaria esse jogo em sala de aula?

Professor B: Esse recurso daria com certeza, porque esse tipo de recurso, na maioria das vezes eu uso para primeiro o aluno se familiarizar com os elementos do conceito. Como é que faria isso para ele entender? O que é que faz uma função linear ser linear? O que é que faz uma função constante ser constante? Que tipo de característica matemática o conceito traz? Então eu traria isso no início para instigar os alunos no conceito.

Pesquisador: Antes de passar o conteúdo, né?

Professor B: Caso, antes de passar o conteúdo e depois de passar o conteúdo, traria novamente para eles compararem a visão que eles jogavam antes para depois deles entenderem se esse conceito já com a visão de matemática mesmo.

Pesquisador: Antes e depois do conteúdo.

Professor B: E isso antes do conteúdo e depois. Eu costumo fazer isso quando eu trago o GeoGebra, por exemplo, quando eu trago o geoplano, para fazer essa comparação.

Pesquisador: Teria sim mais outras possibilidades de uso do jogo?

Professor B: Outras possibilidades?

Pesquisador: Sim, para o uso dele na sala de aula.

Professor B: Resolução de problemas, com certeza. Eu acho que aqui nesse jogo eu trago uma ambientação bem contextualizada, então eu posso trazer para os alunos uma relação desse contexto e usar talvez trabalhos em grupo, né? Os alunos aí jogam em grupo e tentam resolver alguns problemas e com o auxílio desse jogo.

Pesquisador: Interessante. Quando ativa o radar e assim tem algum objetivo quando ativar?

Professor B: E já é como uma visão, como um professor de matemática, porque o radar me dá uma noção numérica dos coeficientes. Porque você tem um radar, uma noção mais intuitiva. Com o radar eu consigo pensar mais matematicamente.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

A partir das possibilidades de uso do jogo, também observamos os quatro componentes que compõem o esquema mental principal mobilizado a partir da apropriação pelo Professor B:

- Finalidade da atividade: o Professor B propõe o uso do jogo com a finalidade de ajudar os estudantes a se familiarizar com os elementos conceituais, instigá-los a pensar nas características das funções linear e constante e comparar sua visão antes e depois de aprenderem o conteúdo. Além disso, ele propõe a resolução de problemas em grupo e usa o radar do jogo para ter uma noção mais intuitiva dos coeficientes das funções;
- Regras de ação, de obtenção de informação e de controle: o Professor B sugere que os estudantes joguem em grupo para resolver problemas e que ele mesmo use o radar para obter informações sobre as funções e instigá-los a pensar nas características matemáticas das funções e o uso antes e depois do conteúdo para que os alunos possam aprimorar seu aprendizado;
- Invariantes operatórios: a partir da fala do professor B, é possível inferir que os conceitos de função linear e constante são considerados relevantes por ele em sua ação e que ele utiliza o radar como um instrumento matemático para obter informações numéricas;
- Possibilidades de inferência: o professor B sugere que o uso do jogo pode levar os estudantes a uma compreensão mais intuitiva das características matemáticas das funções, permitindo-lhes adaptar à sua compreensão de acordo com as características e objetivos do uso do jogo.

O professor B, neste diálogo, apresenta algumas possibilidades para o uso do jogo em sala de aula, como:

- Uso para instigar os alunos a se familiarizarem com os elementos do conceito de função antes de passar o conteúdo;
- Uso para resolução de problemas em grupo;
- Uso do radar do jogo para auxiliar na compreensão do papel dos coeficientes em relação a representação geométrica;
- Exploração do jogo de forma intuitiva, sem nenhum conhecimento prévio;
- Uso do jogo antes e depois do conceito matemático a ser ensinado, a fim de instigar os alunos e reafirmar o conhecimento adquirido.

Segundo Bellemain e Trouche (2016), o esquema é a organização invariante da atividade do professor, ou seja, trata-se de toda a ação didática do professor, desde a seleção dos recursos até sua adaptação, sua estruturação, sua implementação na sala de aula. A partir das possibilidades de uso que o professor B menciona para o jogo em sala de aula, é possível inferir alguns esquemas mentais que ele possui:

- de familiarização dos elementos conceituais para ajudar os estudantes a compreenderem as características das funções e se interessarem pelo assunto;
- de compreensão do conteúdo, que consiste em utilizar o jogo tanto antes quanto depois de ensinar o conteúdo para os estudantes, a fim de verificar se houve mudanças na compreensão do conceito;
- de resolução de problemas, que consiste em utilizar o jogo individualmente ou em grupos e resolver problemas contextualizados;
- relacional, que se baseia no uso do radar do jogo como uma ferramenta para desenvolver habilidades matemáticas mais intuitivas entre as representações gráficas e algébricas.

A apropriação do professor B em relação ao uso do jogo Função Resgate em sala de aula envolveu a instrumentalização e instrumentação do jogo, a compreensão de conceitos matemáticos, bem como a identificação de possibilidades e adaptação do uso do jogo. Ele usa de esquemas mentais de compreensão do papel do uso de recursos digitais e físicos (geogebra e geoplano) para propor algumas possibilidades do uso do jogo. Estes esquemas mentais permitem a ele agir e integrar o jogo em sua prática pedagógica.

Diálogo 3: O guia didático como um recurso que ajuda a compreender o jogo e o uso na sala de aula

Em relação à apropriação do Guia didático-pedagógico pelo Professor B, ele abriu o guia para entender seus objetivos e compará-los com seu entendimento com relação ao jogo. Também reconhece que o jogo foi criado para explorar diferentes tipos de funções matemáticas, e que o uso do jogo está alinhado com a Competência Geral 2 e as Específicas 1 e 4 da BNCC. Ele destaca que a interação dos coeficientes em tempo real permite que os alunos observem o comportamento da curva da função escolhida e compreendam a relação entre as representações algébricas e

geométricas e isso deixa o jogo interessante pois ajudar os estudantes a entender os dois sistemas de representação: à gráfica e à algébrica. Outro elemento é o laser que acompanha a curva, que para ele é útil para ajudar os estudantes a desenvolverem a intuição necessária para entender a relação entre os objetos matemáticos. Esses elementos apontados pelo professor ao ler o guia, reforça seu entendimento sobre a sua apropriação do jogo Função Resgate.

O professor B começa a ler o guia e ao longo dessa leitura faz algumas observações sobre a percepção do objeto matemático presente no jogo. Vejamos o diálogo:

Pesquisador: Por que você abriu o guia didático?

Professor B: Eu queria entender. Já pela própria definição, é um jogo pensado para ser utilizado em sala de aula. Então, que objetivos esse jogo foi criado? E comparar também com o que eu falei. Eu falei assim pelas minhas experiências. Não sei se ele foi pensado da maneira que eu vi. Bem, o início aqui tem um layout. Ele é dinâmico e esse layout?

Professor B: Beleza. Aqui é a apresentação! Objetivo pedagógico. Vamos lá. O RED função resgate é voltado ao ensino e aprendizagem de funções. No uso da representação gráfica algébrica e da relação com os coeficientes. Está alinhada com a BNCC Competências Geral 2 e específico 1 e 4 e nas habilidades tal e tal. Ao interagir com os coeficientes na representação algébrica de uma dada função, o usuário em tempo real, observa o comportamento da curva que indica a trajetória que será realizada pelo peixe correspondente à função escolhida. Acho interessante usar aqui o tempo real. Quando a gente está dando aula de função, é um objeto matemático muito complexo de entender, porque tem muitos objetos de representação. Né? Eu acho que esse tempo real dá para o aluno entender de forma dinâmica essa conversão de cada sistema de representação do sistema gráfico, dessa movimentação dos coeficientes matemáticos das funções. Isso é muito interessante. E trazer isso no início da aula reitera esse objetivo.

Professor B: Esse laser eu acho que se não tivesse, atrapalha muito. Em sentido dessa intuição, né? Essa intuição que o aluno vai ter. Então é muito interessante esse laser. Para justamente fazer essa relação do objeto da álgebra com o objeto geométrico. Ao escolher o peixe e posicioná-lo corretamente de modo a desviar dos obstáculos. Essa questão de posições só depende de a gente entender como é que se posiciona o peixe. O aluno já vai entender a relação dos coeficientes. Principalmente quando eu quero me posicionar na reta y , eu tenho que fazer entender o que é que eu modifico para que ele ande sobre a reta Y . O que é que eu tenho que modificar na equação que seria o coeficiente B , né?

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Com base nestes recortes da fala do Professor B é possível identificar alguns esquemas que ele mobilizou ao interagir com o guia didático. Ele abriu o guia didático para entender os objetivos e compará-los com sua percepção em relação ao jogo. Esse fato chama a atenção para a possibilidade de inferência de ao menos dois

esquemas, mobilizados pelo Professor B, nesta ação: (i) exploração - explorar o guia para entender o jogo e como ele foi pensado para ser utilizado em sala de aula; (ii) compreensão - buscou compreender os objetivos do jogo a partir do guia e compará-los com suas experiências pessoais em sala de aula.

Ao interagir com as competências geral e específica, ele busca informações sobre as habilidades e competências da BNCC que estão relacionadas ao jogo. Percebemos que sua análise pode estar mobilizando um esquema relacional ao enfatizar as múltiplas representações de funções e a conversão de cada sistema de representação. Em seguida, ele faz reflexões sobre os elementos dinâmicos (radar e o laser) para o ensino de funções. Ele destaca a importância da manipulação em tempo real para que os estudantes compreendam de forma dinâmica essa conversão de cada sistema de representação, evidenciando um esquema de uso de elementos dinâmicos.

Observa-se que o Professor B passa a ter uma compreensão mais refinada do uso desses elementos a partir da leitura dos objetivos pedagógicos do jogo apresentados no guia, por exemplo: os objetivos didáticos do jogo está alinhado a proposta curricular ao qual foi concebido; expressa que o estudante tem facilidade de entender de forma dinâmica essa conversão de cada sistema de representação; e evolui um esquema mental que relaciona a posição do personagem com o tipo de função matemática que foi percebido na sua interação com o jogo.

Professor B: [...] É muito importante nessa competência, porque. A gente emergindo, o aluno, o sentimento de conjecturar. Por que que tal comportamento está acontecendo? Se eu modificar aqui, por que essa modificação está produzindo tal resultado? E eu acho isso muito fundamental para qualquer conteúdo da matemática. E esses conteúdos que refletem muitas representações têm essa característica.

Professor B: Acho isso aqui massa. A gente encontra isso muito no jogo, porque o aluno, entendendo o tipo de variação que está acontecendo ali na situação, vai mudar o tipo de função também que ele vai escolher. Exemplo, às vezes eu posso estar utilizando uma função que vai funcionar, por exemplo a função afim, mas eu com a função linear conseguiria resolver ali. Ele pode estar gastando, no caso, no ambiente do jogo, né? Ele pode estar gastando ali uma função que ele poderia estar utilizando para um obstáculo, para superar um obstáculo ali mais difícil. Vai encontrar o osso, do outro lado.

Professor B: Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças. Esses outros contextos de função é interessante fazer relação com o que eu falei na resolução de problemas. A gente traz esses outros problemas fora do contexto do jogo, mas já usar o jogo como um recurso, como uma ponte para entender essas outras situações que as funções também entram ali se encaixa. [...] Vê se eu acrescentaria mais alguma coisa. Eu acho que. Eu acho que é isso mesmo. Eu me peguei aqui pensando um

pouquinho sobre a relação que tem do ensino de função com ensino de equação. Talvez até o professor poderia trabalhar sobre o conceito de equação já utilizando esse software. Porque às vezes a gente dissocia muito uma coisa da outra. E os dois conhecimentos matemáticos, eles usam esse mesmo objeto.

Pesquisador: Mas como seria trabalhada?

Professor B: Só para que o aluno entenda quais são os elementos. Não é porque, por exemplo, uma equação. O que é que acontece, por exemplo, se a função for zero, um zero da função?

Professor B: Estratégia de equações. Então trabalhar só essa pode, porque às vezes fica muito perdido, né? Qual a diferença entre equação e função? O aluno não consegue.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Ainda inserido na leitura das competências e da habilidade que o RED foi concebido, o Professor B faz as seguintes observações: (i) a importância de desenvolver no estudante habilidades de conjecturar - “Por que que tal comportamento está acontecendo? Se eu modificar aqui, por que essa modificação está produzindo tal resultado?”; (ii) o uso do jogo na resolução de problemas - “A gente traz esses outros problemas fora do contexto do jogo, mas já usar o jogo como um recurso, como uma ponte para entender essas outras situações que as funções também entram ali se encaixa”; (iii) a relação que tem do ensino de função com ensino de equação - “Talvez até o professor poderia trabalhar sobre o conceito de equação já utilizando esse software. Porque às vezes a gente dissocia muito uma coisa da outra. E os dois conhecimentos matemáticos, eles usam esse mesmo objeto”.

Diante disso, podemos inferir 3 possibilidades para o uso no jogo Função Resgate e que estão inter-relacionadas as já citadas anteriormente, evidenciando que o guia didático-pedagógico auxiliou o professor no desenvolvimento e refino dos seus esquemas, são elas: (i) realizar conjecturas para entender características das representações de funções; (ii) o uso do jogo para a o entendimento na resolução de problemas de contextos diversos, e (iii) por meio do jogo, propor uma reflexão sobre os conceitos de função e equação.

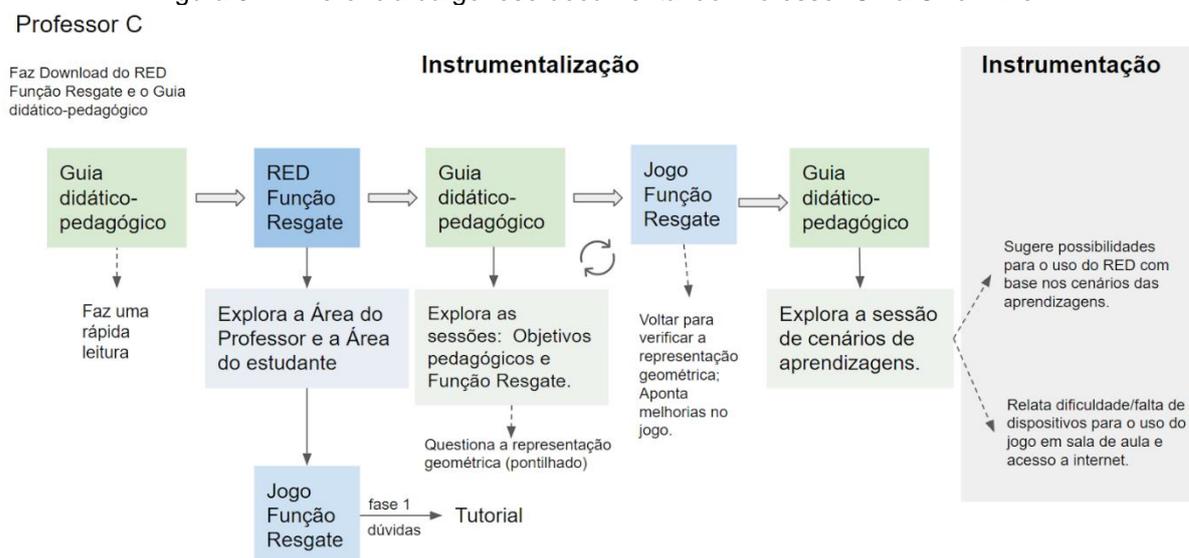
Neste sentido fica claro que o Professor B mobiliza esquemas que envolvem a identificação de características e padrões das funções a partir de conjecturas que possam ser inferidas nas jogadas e como ele reestrutura seus esquemas e passa a ter um olhar mais apurado da potencialidade do jogo para a aprendizagem dos estudantes. Também observamos, em sua leitura, alguns aspectos relacionais entre o guia e o jogo ao dizer que: “A gente encontra isso muito no jogo”.

Na sequência o Professor percebe que não explorou a "Área do professor" e a "Área do estudante" presentes na tela inicial do RED. Ele retorna e ao explorar, relata a importância para o planejamento do professor os materiais didáticos presentes nestas sessões.

6.2.1.2.3 O Professor C

O Professor C fez o download do RED Função Resgate e do Guia didático-pedagógico. Na sequência, iniciou o processo de apropriação pelo Guia didático-pedagógico realizando uma leitura rápida, pois segundo ele: "não iria ler e já ia jogar e como foram passados o Guia e o jogo para explorar juntos, aí resolvi explorar o guia". Após alguns minutos ele abre o RED Função resgate, leu atentamente os termos de uso e explora os materiais didáticos presentes na 'Área do Professor' (orientações para o uso do RED, indicação de cursos para aperfeiçoamento do professor e um link de acesso ao Guia didático-pedagógico) e na 'Área do Estudante' (videoaulas e questões sobre funções matemáticas). Ainda na página inicial do RED acessa o jogo, primeira fase, e relata algumas dúvidas. O processo de apropriação está representado na Figura 31.

Figura 31 - Inferência da gênese documental do Professor C na OI-on-line 1



Fonte: O autor (2024).

O Professor C retorna ao Guia didático-pedagógico e dessa vez, lê atentamente. Na sessão do Guia que faz a apresentação do jogo ele questiona a forma que é feita a representação da função que é a trajetória do "peixorro". Retorna o jogo, aponta melhorias e volta ao Guia e relata dificuldades para o uso de dispositivos móveis e sugere algumas possibilidades de uso do jogo. A seguir iremos

apresentar recortes dos diálogos que acreditamos mostrar evidências da documentação do Professor C.

Diálogo 1: a percepção do conhecimento matemático e as estratégias que toma para realizar as jogadas

Conforme apresentamos anteriormente, percebemos que o Professor C adota uma abordagem mais prática para se apropriar do jogo. Em vez de ler atentamente o guia antes de jogar, ele prefere fazer uma “leitura rápida” para entender melhor como funciona o jogo. Percebemos que essa leitura inicial foi apenas para seguir o protocolo que seria a apropriação do Guia e do RED.

Pergunto: “Por que está lendo rápido?” E ele responde: “É por causa da quantidade de páginas e do tempo curto. Normalmente, eu não leria e já começaria a jogar, mas como o Guia e o jogo foram passados para serem explorados juntos, decidi explorar o Guia”. Vejamos a continuação do diálogo:

Pesquisador: você foi logo para o guia para ver alguma orientação?

Professor C: Eu queria ver o que era o jogo, assim... ele já explicou o que era mais ou menos, né? Que é para trabalhar de apresentações de funções e tal. Eu gostei da proposta dessa questão do meio ambiente, sabe, que é urgente né, dos oceanos, do lixo, mas tipo, eu não sei se eu leria tudo logo. Tipo eu jogaria primeiro para tentar ver como é. Os manuais têm muitos textos e não são convidativos, mas eu gosto de testar primeiro.

Professor C: Tipo, esse nível aqui. Não estou falando termo de instrução, está ligado? Acho que ele não vai explicar de novo, não. Só na primeira vez, né? Eu fiquei viajando assim, que eu tenho que resgatar três, mas ele não disse que ia aparecer mais de uma, sei lá, mais de um cenário tipo esse aí já é outro cenário, já está outros três é que eu entendi. Acho que era aquele outro peixinho.

Pesquisador: Esses peixes, se você observar, eles estão presos em alguma coisa, né? Esse azulzinho está preso numa lata, o grandão aí a laranja ta com mancha de óleo. O outro acho que está preso também por plástico. Aí você escolhe o herói.

Professor C: Ah, entendi. Não ficou bem. Agora que eu estou vendo que tem um plástico. E o outro na lata, né? Era bom ele dar, sei lá, um destaque, que eu tenho um, sei lá. Mas enfim, se é tipo assim o objetivo, é também, né? Que é pensar nisso, agora que eu me lixei porque estava parecendo. Você está vendo onde minha mão está nesse negócio. A coisa aqui está parecendo que era da cor do peixe mesmo. Mas agora que eu estou vendo que o olho dele está meio fechado assim, ele está meio triste. Esse outro aqui está meio triste aqui, mas aí então deixa eu ver, né? Tu falou isso? Não sei se no dia, é claro, o professor explica, né?

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

Nesse recorte do diálogo a percepção do conhecimento matemático no jogo não foi muito evidente. O diálogo se direcionou para a temática do jogo, que é sobre o meio ambiente, do que propriamente sobre os aspectos matemáticos do jogo, pois

ele não observou que as espécies marinhas estavam presas em algum tipo de lixo. Realizo uma intervenção para mostrar que os peixes a resgatar estão presos em algum tipo de lixo e a partir de então, ele passa a ter uma nova percepção da temática em que o jogo está inserido. Observamos que alguns invariantes operatórios orientam a ação do professor, a partir da primeira leitura do Guia e faz com que ele perceba que o jogo se trata de explorar as representações de funções matemáticas. Neste caso podemos inferir que ele mobilizou esquemas para explorar o jogo e entender sua mecânica. Também percebemos, que o Professor C não leu atentamente o tutorial do jogo, primeira fase.

Diálogo 2: O guia didático como um recursos que ajuda a compreender o jogo e o uso na sala de aula

A partir das dúvidas encontradas na fase 1 e 2 do jogo, o Professor C decide retornar ao Guia e realizar uma leitura mais detalhada. Ele percebe, durante a leitura, que o jogo apresenta de forma limitada indicações de cursos universitários que abordam o conteúdo de funções matemáticas. E pela fala do professor percebemos que ele tem uma visão ampla das áreas de conhecimento em que as funções matemáticas podem ser aplicadas.

Professor C: Mas eu acho que podia estar em todas as áreas. Poderia colocar Função na área de humanas, na área de saúde e na área de exatas. Ele vê que tem todo o canto, e dá exemplo em cada área. entendesse? Aí o aluno pergunta onde tem função em direito? aí teria lá. Se você for fazer a área fiscal, vai ter que calcular as funções lá para ver o cálculo. Enfim, sempre tem em todo canto.

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

Nesta fala as evidências apontam para compreensão da aplicação de funções matemáticas nas áreas de conhecimento e não da aplicação do jogo em sala de aula. Neste caso, podemos inferir que ele desenvolve um esquema relacionado a aplicação prática do conhecimento, no caso funções matemáticas, em outras áreas de conhecimento, a partir do Guia didático-pedagógico.

Na sessão do Guia que apresenta as telas do jogo, o Professor C passa a questionar a forma que a representação geométrica está presente no jogo, especificamente o laser, feature visual. Para ele, a representação pode ser confusa para os estudantes.

Professor C: Vê esse negócio mesmo da função. Acho que não era para ele colocar tracejado assim, não era para ele colocar uma, se uma coisa continuar mesmo entendesse que se não ficar é tipo assim. Assim, acho que isso poderia ter que explicar para os alunos. Assim depende também que. E isso poderia ser para introduzir assim.

Acho que não pode traduzir função porque já está falando de tipos de funções, mas por exemplo, pode levar o aluno a achar que é e vai ser tracejada e tal e a função na verdade continua e ela vai ficando fraquinha assim. Você está vendo? Tipo tipo tracejado, ele vai ficando mais mas fraquinho aqui ou assim e parece que vai ficando fraca a linha, mas sempre funciona. Ela é definida para todos os números reais, vai ser uma coisa infinita aí, né? Aí parece que ela vai, que ela vai se acabando.

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

O Professor usa sua compreensão das funções matemáticas e das representações geométricas para explicar como a linha “pontilhada”, no jogo, pode ser interpretada de forma equivocada pelos estudantes e destaca a importância de explicar para os estudantes como a representação geométrica das funções está presente no jogo, especialmente em relação ao laser.

Com base nessas observações, é possível identificar alguns esquemas desenvolvidos pelo Professor C relacionados ao conhecimento conceitual e processual de funções matemáticas e sua representação visual, como os esquemas relacionados a representação geométrica, quando questiona a maneira como as funções são representadas visualmente no jogo, sugerindo que as linhas tracejadas podem levar os estudantes a interpretar equivocadamente a continuidade das funções.

Diálogo 3: (Retorno ao jogo) a percepção do conhecimento matemático e as estratégias que toma para realizar as jogadas

Após os questionamentos das representações geométricas, o Professor C retorna ao jogo para tentar entender seus questionamentos. No primeiro diálogo ele explora as sessões do RED Função Resgate e a primeira fase do jogo (tutorial) não deixa evidências sobre os conhecimentos matemáticos apresentados no jogo, apenas a temática em que o jogo está inserido. Neste diálogo ele já se mostra mais familiarizado com o jogo e começa a perceber questões relacionadas à representação geométrica e à compreensão das coordenadas.

A ação dele sobre os recursos RED e Guia didático-pedagógico refere-se aos processos contínuos da gênese documental (Gueudet; Trouche, 2009). Esse movimento vai refinando e ajustando o seu sistema documental ao longo do desenvolvimento da OI-on-line 1. Vejamos mais um recorte da fala do professor:

Professor C: Então tipo assim, deixa eu ver como é que está na verdade aqui, porque. Pronto, vieram então esses pontinhos aí podia estar meio que se mexendo, entendesse? Um contínuo mesmo.

Professor C: Porque tipo, parece que vai acabar ali, está ligado? E parece também que é só discreto assim, que é só até um número inteiro, só por um, dois, três. Aí ele

vai achar que não é para todos os reais. Eu acho que poderia ser tipo assim, uma reta vai explicar, eu explicar. Aí entre 3 e 4 continua também, até porque o cachorro vai passar por ali, né? Podia ser tipo uma linha amarela. É tipo assim, um raiozinho está ligado? É um pontinho assim, mas mais brilhante, que fosse passando assim. E aí ele ficava tipo podem perceber que aquilo está se movimentando para lá, está ligado?

Professor C: Mas enfim, isso é tipo professor, sei lá, explica. Mas achei massa de ter esse radar aqui. Tem tudo a ver com as coordenadas a ideia de se localizar né?

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

Observamos que o Professor C está desenvolvendo um esquema mais elaborado em relação à forma como o jogo pode ser usado para ensinar conceitos matemáticos. Ele sugere melhoria na visualização do 'laser' para torná-lo mais claro e fácil de entender, expressou a importância do radar no jogo, afirmando que está relacionado à ideia de coordenadas e localização. A partir desse comportamento podemos inferir alguns esquemas relacionados a:

- Representação geométrica ao questionar a forma como a representação geométrica estava presente no jogo, especificamente o laser, um *feature visual*;
- Coordenadas e localização ao destacar a importância do radar relacionando-a com as coordenadas;
- compreensão, pois buscou compreender os objetivos do jogo a partir do guia;
- conjecturas para entender características das representações de funções;
- familiarização dos elementos conceituais para ajudar os estudantes a compreenderem as características das funções.

Na sequência o Professor C retorna ao Guia didático-pedagógico para continuar sua leitura. O diálogo será apresentado no próximo tópico.

Diálogo 4: (Retorno ao Guia didático-pedagógico) possibilidades do uso do jogo na sala de aula

Ao retornar ao Guia didático-pedagógico, o Professor C iniciou a leitura dos "cenários de aprendizagem" que oferecem algumas sugestões para o uso do RED em sala de aula. Antes mesmo de começar a leitura, questionei como ele poderia utilizar o RED na sala de aula, e percebi que suas respostas estavam em consonância com os exemplos apresentados nos cenários de aprendizagem do guia.

Pesquisador: Nesse caso, como você usaria o RED em sala de aula?

Professor C: Tipo assim, é realmente, por exemplo, só a mãe que tem sabe, o pai. Usavam o do pai ou da mãe quando ele chegava do trabalho. Às vezes ele não leva para a escola e não leva, porque é perigoso essas coisas, sabe? Mas enfim.

Professor C: Mas. O que eu faria aqui? Sei lá. Tentar jogar em dupla ou em trio, entendesse? Colocar três alunos para jogar junto, alternando, né? Tipo um vai fazer

com que tem uns poucos que tem. [...] Não dá para baixar, não dá para usar no desktop só se instalar em emulador de android, aí consegue. Mas tipo, não sei se é uma possibilidade. Enfim, De também tem uma versão assim em HTML5, sabe? Sei lá de ter e da pessoa poder usar no desktop, no navegador.

Professor C: Eu tentaria ver quem tem e fazer assim dupla ou Trio com eles. Nesse caso eu levaria o meu celular para tentar explorar, tentar projetar lá na frente da sala ia ter que levar algum projetor, para eles ver minha tela ou ver a tela de alguém para fazer as discussões, né? Eu conversaria com eles antes no grupo do whatsapp e mandava o link do jogo para baixar em casa, poderia ser no dia que ele não fosse para escola para explorarem antes o jogo. [...] Mas assim, quando o professor fala de função constante, aí ele pode em um momento pegar esse jogo para utilizar na aula mesmo, pode colocar lá ele e apresentar. Pedi para alguns alunos irem manipulando, sabe? Sei lá, tô falando que são constantes agora. Aí ele apresenta o jogo lá e faz algumas atividades. Ele pode até colocar lá no espelho e o celular dele pedir para alguns alunos manipularem. Porque para o aluno jogar com todos os peixorros, eles já vão ter que ter visto função constante, linear, afim, quadrada, exponencial tipo assim já é como se ele já tivesse, sei lá, no final do primeiro ano do Ensino Médio, que ele já viu um monte de função e aí ele vai explorar os coeficientes e o professor usando devagarzinho tá falando de função constante, aí usa essa primeira sabe e deixar que o aluno vai ser curioso vai usar mas aí tipo, vou explorar agora outra quando eu já tiver dado função linear e assim, sabe?

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

O Professor C leva em consideração diversos aspectos ao propor o uso do jogo RED em sala de aula. A partir da sua fala podemos inferir que ele está desenvolvendo um esquema mental para o uso do jogo. Esse esquema mental principal ao propor o uso do jogo na sala de aula:

de utilização pode incluir:

- A finalidade da atividade - realizar discussões sobre as funções matemáticas, realizar conjecturas ao manipular os coeficientes na medida em que fosse estudado o tipo de função e, na ausência de dispositivos móveis, fazer grupos de trabalhos;
- As regras de ação, de obtenção informações e de controle - utilizar o jogo em diferentes momentos antes e durante as aulas, para controlar o tempo e o ritmo e obter informações do aprendizado dos estudantes. Nesse caso o jogo seria usado de forma gradativa na medida em que os tipos de funções fossem estudados. O jogo o seria utilizado em duplas ou trios devido a impossibilidade de todos os estudantes terem um dispositivo móvel;
- Os invariantes operatórios - os conhecimentos que fundamentam a ação de utilizar o jogo como deixar os alunos curiosos para explorar o jogo e, aos poucos ir introduzindo conceitos de outras funções e apresentar o jogo antes ou durante a aula quando o conteúdo de função for abordado, por exemplo;

- As possibilidades de inferência - as adaptações que podem ser feitas antes ou durante o uso do jogo, como explorar o jogo antes em casa, devido a falta de dispositivos móveis, e na sala de aula realizar grupos de trabalhos o que indica uma preocupação com o aprendizado do estudante para que todos tenham a oportunidade de manipular o jogo e realizar conjecturas.

O professor C, neste diálogo, apresenta algumas possibilidades para o uso do jogo em sala de aula, como:

- Jogar em dupla ou em trio, alternando os jogadores para manipularem as variáveis do jogo para explorar os conceitos matemáticos;
- Projetar a tela do jogo na frente da sala para que todos possam acompanhar e discutir as jogadas;
- Enviar o link do jogo para os estudantes baixarem em casa e explorarem antes da aula;
- Gradualmente, ir apresentando novos tipos de funções matemáticas à medida que os alunos vão avançando no jogo e se interessando por explorar mais as funcionalidades do RED.

A ação do professor sobre o Guia didático-pedagógico e o jogo, sua intenção didática e os esquemas de utilização mobilizados, desde a apropriação até a adaptação, estruturação, e sugestão para o uso em sala de aula pode constituir um documento que engloba os recursos e esquemas utilizados pelo professor. Com base nas possibilidades de uso que o professor C mencionou em relação ao jogo em sala de aula, é possível inferir alguns dos esquemas mentais que ele possui:

- de familiarização dos elementos conceituais para manipular os coeficientes das funções de maneira gradativa, ou seja, a medida em que o professor aborda o tipo de função;
- de compreensão do conteúdo, O jogo será explorado para o entendimento do conteúdo à medida em que o professor aborde os tipos de funções;
- de resolução de problemas, que consiste em utilizar o jogo e na sequência passar atividades para os estudantes;
- relacional, que se baseia na manipulação dos coeficientes para entender a função e resolver atividades.

Dando sequência na análise do professor C, pergunto de o Guia didático-pedagógico orienta para o uso do RED em sala de aula. O professor C responde que

o guia explica o jogo e ensina como jogá-lo, mas que faltam informações mais detalhadas sobre o uso. Além disso, ele destaca que cada professor terá que criar uma sequência didática com objetivos específicos, inserindo o jogo em um contexto de aulas, como podemos observar:

Professor C: Vê, eu acho que explica o jogo, sabe? Assim, para como usar, o que é, e como jogar o jogo. Mas tipo assim, para o professor usar, eu acho que ele dá uma noção geral. Eu acho que deveria trazer mais detalhado essas opções que ele fala de uso, sabe? Porque claro, cada professor vai ter que criar o contexto, vai ter que ser inserido numa sequência de aulas. Esse jogo eu acho que não é um jogo para introduzir o conceito de função, por exemplo, porque ele já está falando e já mostra do gráfico e tal. Acho que é para o aluno que já tem conhecimento ou já começou a estudar função. Se já estudou no final do Ensino Fundamental. Mas dependendo da escola que tipo, nessa situação, mesmo lá na escola, não sei se eles vão chegar a ver essa questão de função, mas. Eu acho que falta sim, porque é o professor que vai ter que criar uma sequência didática, sei lá. Fazer um planejamento com um objetivo.

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

O professor C também faz algumas considerações sobre o uso específico do jogo para ensinar sobre funções, reafirmando algo que ele já mencionou anteriormente. Ele afirma que o jogo não é adequado para introduzir o conceito de função, pois ele já pressupõe que os alunos tenham algum conhecimento prévio sobre o assunto. Ele sugere que o jogo pode ser útil para alunos que já estudaram função no final do Ensino Fundamental, mas que isso pode variar de escola para escola. Na sequência, realizei uma nova intervenção ao perceber que o professor não havia evidenciado o entendimento da proposta ao qual o jogo foi concebido. Este momento mostra a importância da intervenção do pesquisador no processo de documentação para que o participante tenha uma visão mais ampla do recurso que está interagindo.

Pesquisador: O jogo foi concebido para os estudantes do Ensino Médio. As competências e habilidades ao qual o RED foi concebido, são muito amplas. E como você viu no guia, o jogo trabalha a relação entre os coeficientes e a representação geométrica da função no plano cartesiano.

Professor C: Nossa! Então é justamente aí, tipo assim, porque essa questão de domínio e imagem o professor vai ter que explicar um pouco ali, naquela própria questão da representação daquele tracejado e tal, entendesse? Mas o que eu estou falando é que o jogo é massa. Assim, para você explorar essa questão, que é um aspecto da dessa relação da da lei de formação e a representação gráfica, que você varia lá os coeficientes que são coisas interessante deles entenderem como varia. Quando a gente varia os coeficientes lá, o que é que acontece com o gráfico? Muitas vezes o professor só de falar é difícil ele conseguir explicar isso se ele não utilizar um recurso dinâmico como esse do jogo.

Professor C: Agora a ideia que me vem é que como estava falando, eu acho que usaria assim como apoio. A já quando já falou, sei lá, de função, já trabalhou gráfico de outras formas e você está explicando a eles como construir um gráfico e as mudanças que acontecem no gráfico, se alterar este coeficiente, o que é que vai acontecer? O que é

que esse consistente representa aí nessa hora? Assim, poderia usar esse jogo como apoio. Assim como está no guia. Deixe os alunos jogarem aí na sala fazer essa discussão trazendo um, compartilhando uma tela lá na frente para eles, alterando esse coeficiente. O que está acontecendo? Tá subindo? Está descendo ou está inclinando mais para a esquerda, mais para a direita? Está ficando mais inclinado, menos inclinado, na verdade. Nesse caso, você já falou alguma coisa de função e você está nessa parte mais de construir o gráfico aí eu acho que o jogo é muito relevante, mas vou ficar pensando em outras ideias.

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

Na resposta dada pelo Professor C, percebemos uma mudança na maneira que ele percebe o jogo. Anteriormente, inferimos alguns esquemas relacionados ao conhecimento conceitual e processual de funções matemáticas e sua representação visual, como os esquemas relacionados à representação geométrica ao interagir com o Guia didático-pedagógico para entender o jogo. Após a intervenção, percebemos a evolução desses esquemas ampliando o campo conceitual do professor e a percepção dele sobre o jogo, como: domínio e imagem, lei de formação de uma função e sua representação gráfica ao interagir com os coeficientes.

Também há uma evolução do repertório das possibilidades para o uso do RED, como: explorar aspectos da lei de formação e a representação gráfica; explicar a questão de domínio e imagem de uma função pela representação geométrica; também a elaboração de sequência didática para o uso do jogo, como apresentado anteriormente; usar o jogo como um apoio a partir da introdução de funções para analisar os gráficos a partir da interação com os coeficientes e projetando sua tela para discussão. Este último ponto é interessante, pois anteriormente ao citar as possibilidades de uso do RED, o Professor C usaria apenas para projetar a tela do jogo para que todos pudessem acompanhar e discutir as jogadas e nesse caso ele já aponta uma discussão dos elementos conceituais que o jogo aborda.

6.2.1.3 Resultados das análises da OI-on-line 1

A compreensão e caracterização dos esquemas mobilizados pelos professores ao interagirem com o RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico na OI-on-line 1, nos evidenciou que ambos tomaram diferentes estratégias. Embora seja possível identificar pontos em comum, como por exemplo a importância atribuída à visualização da representação geométrica e compreensão das funções matemáticas a partir da manipulação dos coeficientes, que é um dos objetivos do jogo.

As análises apresentadas foram realizadas à luz da Metodologia reflexiva própria da Abordagem Documental do Didático (ADD) (Gueudet; Trouche, 2021) que

considera os recursos como elementos essenciais na atividade do professor. Ao interagirem com esses recursos, os professores participantes da pesquisa mobilizam esquemas mentais que orientam suas ações. Esses esquemas são compostos por finalidade da atividade, regras de ação, invariantes operatórios e possibilidades de inferência.

Nessa perspectiva, compreendemos a gênese documental a partir dos processos contínuos de instrumentalização e a instrumentação que se combinam para a transformação e a evolução dos recursos em documentos. O professor, ao se apropriar dos recursos disponibilizados, evidenciou esquemas mentais a partir da sua experiência profissional para aprimorar o desenvolvimento de documentos. como exemplo, podemos citar os professores B e C quando interagem com o Guia didático-pedagógico e passam a ter uma compreensão maior do RED.

A caracterização da gênese documental do Professor na OI-on-line 1 foi apresentada em quatro contextos: (i) percepção do conhecimento e tomadas de estratégias; (ii) possibilidades para o uso do RED na sala de aula apresentando os quatro componentes de um esquema; (iii) mobilização dos esquemas a partir das possibilidades de uso e (iv) o guia didático-pedagógico como recurso que orienta o uso do jogo.

No primeiro contexto, relacionado à percepção do conhecimento matemático e às estratégias que ele toma durante as jogadas, notamos que os Professores A, B e C identificam padrões nas funções matemáticas. O Professor A destaca a importância do coeficiente angular para compreender o termo independente, além disso, utiliza o plano cartesiano como um recurso dinâmico para auxiliar na visualização da representação geométrica e sua relação com a representação algébrica das funções matemáticas. Ele também apresenta preocupação com a adaptação do recurso para diferentes dispositivos devido a escassez do acesso pelos estudantes. O Professor B também mobiliza esquemas relacionados à resolução de problemas, porém de forma mais evidente em relação ao Professor A. Ele analisa os tipos de funções disponíveis, o movimento do “herói” na fase antes de tomar decisões e salvar espécies marinhas. Já o Professor C mobiliza esquemas relacionados ao conhecimento conceitual e processual de funções matemáticas e sua representação visual. Ele questiona a forma como as funções são representadas no jogo, no caso o “laser” que está pontilhado e assim como os Professores A e B destaca a importância do radar. Também busca

explorar as características das representações de funções e revela uma preocupação em utilizar o recurso para ensinar funções matemáticas.

Tabela 3 - Evolução da gênese documental na OI-on-line 1.

Evolução da gênese documental					
			Professores		
			A	B	C
Percepção do conhecimento matemático e tomadas de estratégias	Esquema de ação	Identificação de padrões de função	A	B	C
		Percepção do coeficiente angular e o termo independente	A	B	-
		Explorar as representações	A	B	C
		Explorar o jogo e entender a mecânica	-	-	C
	esquema (utilização de elementos dinâmicos)	"Radar" - plano cartesiano para visualizar o gráfico da função	A	B	-
		"Laser" - questiona o visual da representação geométrica das funções	-	-	C
		Conservação de "feature" para visualizar o gráfico	-	B	-
	Esquemas (tomadas de)	Análise e seleção dos peixorros de acordo com as características das funções	A	B	-
		Esquema (resolução de problemas)	Análise e tomada de decisão com base nas características das funções disponíveis na fase do jogo	A	B
			Análise a manipulação dos coeficientes em relação a representação geométrica	A	B

Fonte: O autor (2024).

Na Tabela 3, podemos observar uma relação entre os esquemas mobilizados pelos três professores em relação à percepção do conhecimento matemático e às estratégias utilizadas durante a interação com o jogo.

Ao analisar a relação entre os esquemas mobilizados pelos três professores, podemos identificar pontos em comum. É possível inferir que todos eles mobilizam esquemas relacionados à percepção do conhecimento matemático e às estratégias para explorar as representações geométricas das funções. Além disso, todos os professores mobilizam esquemas relacionados à resolução de problemas, o Professor A por meio da análise de diferentes opções disponíveis, o Professor B pela identificação de padrões em funções e o Professor C pela aplicação prática do conhecimento.

O esquema de ação identificado em todos os professores é relacionado à identificação de padrões das funções: os Professores A e B à percepção do coeficiente angular e o termo independente nas funções para explorar as representações das funções e o Professor C para entender a mecânica do jogo. Os professores A, B e C também mobilizaram esquemas de utilização de elementos dinâmicos, como o "radar" (Professor A e B) sendo que o Professor B, também expressou cuidados para a conservação de "feature" para visualizar o gráfico das funções, mesmo não tendo essa mecânica no jogo. Em relação ao Professor C, questionou especificamente a representação visual das funções no jogo, como o uso do "laser".

Em relação aos esquemas de tomada de estratégias, os Professores A e B demonstraram a análise e seleção dos peixorros de acordo com as características das funções disponíveis. O Professor C também mencionou a análise e tomada de decisão com base nas características das funções, mas de forma mais ampla, relacionada à compreensão dos objetivos do jogo. Além disso, os Professores A e B mobilizaram um esquema de identificação de Padrões em Funções, relacionando a percepção de padrões às estratégias adotadas.

O segundo contexto, analisamos as possibilidades para o uso do RED na sala de aula apresentando os quatros componentes de um esquema.

Tabela 4: Componentes de um esquema e a inferência de alguns esquemas mobilizados.

Evolução da gênese documental					
OI-1			Professores		
Possibilidade do uso do RED e do Guia didático-pedagógico	Finalidade da atividade	Manipulação dos coeficientes para introduzir ou resgatar conceitos estudados	A	-	-
		Familiarizar com os elementos conceituais e características das funções	-	B	-
		Realizar conjecturas ao manipular os coeficientes.	-	-	C
	Regras de ação, de obtenção da informação e de controle	Realizar grupos de estudos na impossibilidade de todos terem acesso ao dispositivo	A	B	C
		Jogar em grupos para resolver problemas e instigá-los a pensar nas características das funções	-	B	-
		Usar o jogo a medida em que o conteúdo é estudado	-	-	C
	Invariantes operatórios	Tipos de funções, gráficos, coeficiente angular, termo independente	A	B	C
		"Radar" como instrumento matemático, conceito de função, representações das funções	-	B	-
	Possibilidade de inferência	Conceito de função, representações das funções, domínio discreto	A	B	C
		Fazer adaptações para o uso do jogo que permite realizar inferências	A	-	C
		Inferir o nível de dificuldade dos estudantes para superá-las	A	-	-
			Levar o estudante a uma compreensão mais intuitiva das características matemáticas das funções	-	B

Fonte: O autor (2024).

Os três professores apresentaram possibilidades de uso do RED Função resgate de maneiras diferentes, o que ressalta a importância de considerar a diversidade de abordagem para o uso de tecnologias digitais na sala de aula.

Em nossas análises, assim como mostra na tabela, identificamos semelhanças e diferenças entre as possibilidades de uso do RED Função resgate elencadas pelos professores. Nesta tabela apresentamos as especificidades atribuída a finalidade da atividade por cada professor, a saber: o Professor A, propõe um uso que estimule e permita a experimentação de diferentes possibilidades de manipulação das funções e seus gráficos, o Professor B tinha proposto o uso a partir da familiarização com os elementos conceituais e características das funções, incentivando a reflexão antes e depois do aprendizado. Já o Professor C propõe que o uso do RED seja capaz de gerar discussões e conjecturas ao manipular os coeficientes, adaptando o uso do jogo à medida que o conteúdo for estudado.

Em relação às regras de ação, obtenção de informação e controle, inferimos que os três professores propuseram o uso do jogo em grupos devido à impossibilidade de todos terem acesso ao dispositivo, o Professor B sugeriu para resolver problemas e instigar o pensamento sobre as características das funções. O Professor C propõe o uso do jogo de forma gradativa, em diferentes momentos antes e durante as aulas. No que diz respeito aos invariantes operatórios, os três professores demonstraram conhecimento sobre funções, representações algébrica e geométrica e a relação com seus coeficientes. O Professor A ressaltou a importância do coeficiente angular na mudança do ângulo da reta, o Professor B mencionou o uso do "radar" como instrumento matemático, no caso, um plano cartesiano e o Professor C relata conhecimento sobre domínio discreto ao questionar a maneira que a representação geométrica da função é apresentada no jogo, no caso o laser.

Também observamos possibilidades de inferência ao relatar as possibilidades de uso do RED pelos três professores. Os Professores A e C propõem adaptações que permitam a possibilidade de inferências e o Professor A acrescenta a possibilidade de inferir o nível de dificuldade dos estudantes em relação ao conteúdo para tentar superá-las. Já o Professor B destacou a importância de levar os estudantes a uma compreensão mais intuitiva das características matemáticas das funções.

A seguir apresentamos uma tabela com os principais esquemas mobilizados pelos três professores ao sugerir possibilidades do uso do jogo em sala de aula de acordo com suas intenções didáticas, experiências e compreensão do conteúdo. A análise nos ajuda a compreender como a gênese documental se desenvolve destacando a importância dos esquemas mentais na construção do conhecimento.

Tabela 5 - Esquemas mobilizados a partir das possibilidades de uso.

Evolução da gênese documental			
OI-1			Professores
Esquemas mobilizados a partir das possibilidades de uso	Familiarização dos elementos conceituais	Introdução ou estímulo ao conteúdo	A - -
		Compreensão das características das funções	- B -
		Manipular as funções de maneira gradativa	- - C
	Compreensão do conteúdo	Resgatar conceitos para estimular a aprendizagem	A - -
		Uso do RED antes e depois a fim de verificar mudanças na compreensão	- B -
		Uso na medida em for estudado o tipo de função	- - C
	Resolução de problemas	Grupo de trabalho e estímulo a resolução de problemas	A B C
		Relacional	Manipular as funções e diferenciar suas características
	Estudo das representações geométrica e algébrica		- B -

Fonte: O autor (2024).

Nela podemos observar que o Professor A mobiliza o esquema relacionado à importância da familiarização dos elementos conceituais, como forma de introdução ou estímulo ao conteúdo. O Professor B, mobiliza esse esquema para explorar as características para a compreensão das funções enquanto o Professor C, para manipular as funções de maneira gradativa.

Em relação ao esquema de compreensão do conteúdo, o Professor A valoriza o resgate de conceitos antigos para estimular a aprendizagem de novos conceitos, o Professor B pensa no uso do jogo antes e depois do ensino do conteúdo, como uma forma de verificar mudanças na compreensão por parte dos estudantes e o Professor C, para o desenvolvimento do conteúdo à medida que os diferentes tipos de função são abordados o que para ele, o estudantes possam desenvolver uma compreensão gradual das funções.

Ao analisar esses esquemas, percebemos que os três professores mobilizaram esquemas de resolução de problemas ao propor grupos de trabalhos para o uso do RED. Os três também mobilizaram esquemas relacionais ao propor a partir da manipulação dos coeficientes das funções, diferenciais as características uma das outras, e o professor B ainda destaca a relação entre a representação algébrica e geométrica.

Nesta tabela apresentamos os esquemas mobilizados pelos Professores B e C ao interagirem com o Guia Didático-pedagógico. O professor A no momento da execução da OI-on-line 1 não teve tempo para essa interação, embora tenha sido disponibilizado. Neste caso, o processo de documentação se deu a partir da interação com o RED Função Resgate.

Tabela 5: Esquemas mobilizados a partir do uso do Guia Didático-pedagógico.

Evolução da gênese documental					
OI-1				Professores	
Guia didático-pedagógico orienta o uso do RED	Esquema de exploração	Entender os objetivos e como o jogo foi concebido	-	B	C
		Entender o jogo a partir do Guia	-	-	C
		Ampliação do campo conceitual	-	B	-
		Ampliação do campo didático-pedagógico para o uso do jogo	-	B	C
	Esquema de ação	Manipulação e visualização em tempo real	-	B	-
		Conjecturar durante as jogadas	-	B	C

Fonte: O autor (2024).

Ao analisar os esquemas inferidos a partir da interação dos Professores B e C com o Guia didático-pedagógico (GD), percebemos dois esquemas mobilizados: um esquema de exploração que apresentou quatro finalidades e um de ação com duas finalidades.

Os Professores B e C buscaram entender os objetivos do jogo Função resgate a partir do Guia didático-pedagógico. O Professor B para comparar com o que ele havia percebido durante a sua interação com o jogo e ampliar o campo conceitual das funções. Já o Professor C para, de fato, entender o jogo, uma vez que inicialmente realizou uma leitura rápida pelas seções do GD e foi interagir com o jogo e não entendendo o jogo, retorna ao GD. Também percebemos que ambos mobilizaram esse esquema para ampliar o campo didático-pedagógico para o uso do jogo. Durante a leitura do GD, os Professores B e C mobilizaram esquemas de ação para o uso do jogo, como por exemplo, realizar conjecturas durante as jogadas. Já o Professor B, destaca a manipulação em tempo real para conjecturar.

A Abordagem documental do Didático mais especificamente a metodologia reflexiva nos proporcionou, de uma análise detalhada para compreendermos como os professores interagem com recursos e mobilizam esquemas em sua prática pedagógica, ou seja, conhecer esses dois recursos educacionais digital e a partir da sua interação pensar no uso em sala de aula.

A análise dos esquemas mobilizados pelos Professores nos permite visualizar como eles estão explorando, compreendendo, mobilizando esquemas e adaptando o RED Função Resgate e o Guia didático-pedagógico. Essa análise destaca a importância de uma gênese documental contínua e reflexiva, na qual estes professores possam aprimorar sua prática a partir das possibilidades de uso sugeridas e desenvolver novos esquemas. Para isso desenvolvemos a OI-on-line 2 para que o professor de maneira flexível possa dar continuidade ao processo de apropriação. Os dados serão analisados e apresentados na próxima sessão.

6.2.2 A análise das Orquestrações Instrumentais on-line 2 e 3

Nesta sessão apresentaremos as análises do desenvolvimento das Orquestrações Instrumentais on-line 2 e 3. Na OI-on-line 2 analisamos a gênese documental a partir da grade para inferir a possibilidade de mobilização de novos esquemas e a evolução dos possíveis esquemas já mobilizados pelos professores na OI-on-line 1 a partir dessa interação com os recursos disponibilizados. No processo

de instrumentalização, iremos inferir a possibilidade de aparecimento de novos elementos, uma vez que eles tiveram um tempo flexível, seja na apropriação do RED Função Resgate ou no Guia didático-pedagógico. No Processo de instrumentação, analisamos o que muda em relação à gênese documental do professor quando ele fala das possibilidades do uso do RED e do GD na sala de aula e os esquemas inferidos durante sua ação.

Quadro 12 - Grade de análise da gênese documental na ausência do pesquisador (OI-on-line 2).

Instrumentalização	Instrumentação
1- quais novos elementos aparece na apropriação: i - do jogo; ii- do Guia.	2- o que muda em relação à gênese documental inicial quando: i- elenca as propostas de atividades; ii- os esquemas desenvolvidos ao unificar os conhecimentos apresentados no Guia e no jogo.
Processos contínuos	
3- as atividades são (re)estruturadas com base nas fases do jogo e quais novos elementos são posto em evidências; 4- o que muda ao refletir sobre as propostas de atividades, em relação: i- o conhecimento matemático apresentado nos recursos; ii- os objetivos didáticos e pedagógicos.	

Fonte: O autor (2024).

Nos processos contínuos em que a conexão contínua entre os já apresentados e os possíveis novos elementos e mudanças e estabilidades na gênese documental, propomos analisar se as propostas para o uso do RED são (re)estruturadas e o que muda em relação a percepção do conhecimento matemático apresentado no jogo.

Em relação a OI-on-line 3, realizamos as análises em dois aspectos: o primeiro será da apropriação na etapa formativa e do modelo de cenário de aprendizagem, nele analisamos a performance dos participantes, ou seja, as possíveis dúvidas, contribuições dadas para o aprimoramento do modelo e como o processo formativo contribui para a elaboração do cenário. No segundo a análise será feita a partir dos cenários de aprendizagens desenvolvidos a partir de uma proposta de uso do RED Função Resgate individualmente.

No processo de instrumentalização, analisamos as concepções na escrita do primeiro cenário de aprendizagem e a influência do processo formativo, mediado pelo pesquisador. No processo de instrumentação, analisamos a presença de possíveis novos recursos e os esquemas atribuídos, além dos disponibilizados pelo pesquisador

na OI-on-line 1: o RED e o GD. Esses dois processos ficam evidentes no desenvolvimento do primeiro cenário de aprendizagem a partir do modelo dado.

Quadro 13 - Grade de análise da gênese documental individual e coletiva OI-on-line 3.

Gênese documental individual e coletiva ao conceber cenários de aprendizagens	
Instrumentalização	Instrumentação
1- Concepções iniciais para a escrita do cenário de aprendizagens: i- influência do processo formativo na criação do cenário. ii- invariantes que estrutura a atividade do professor ao conceber o cenário; iii- invariantes que estruturam os conhecimentos.	2- Ao conceber o cenário: i- a partir dos recursos propostos, quais outros são disponibilizados e quais os esquemas atribuídos; ii- o papel do recurso na para a aprendizagem de função matemática.
Gênese documental individual e coletiva	
3 - Na etapa de formação: i - invariantes que estruturam as possíveis dúvidas e ou sugestões durante o processo formativo; ii- quais elementos e/ou recursos são elicitados e de que forma contribuem; iii- como o processo formativo auxilia a documentação coletiva e a partir dela, desenvolver uma atividade individual; 4- Quais novos elementos contribuem para a evolução(ões) do(s) recurso(s) disponibilizados (o jogo e o Guia didático); 5- Como é feita a integração dos novos elementos e/ou recursos aos disponibilizados na construção do cenário de aprendizagem.	

Fonte: O autor (2024).

Na etapa do processo formativo sobre os cenários de aprendizagens iremos analisar a gênese documental do professor de maneira individual e coletiva, conforme o quadro 14, nesta etapa inferimos e analisamos os invariantes que estruturam as possíveis dúvidas e sugestões que emergiram durante a apresentação do pesquisador. Também analisamos como esse processo formativo auxiliou os participantes a desenvolver o cenário de aprendizagem e auxiliou a gênese documental coletiva. Os pontos 4 e 5 da tabela estão ligados na gênese documental individual, neles propomos entender como é feito a integração de novos recursos e elementos no cenário de aprendizagem e como ele contribui para a evolução da gênese documental.

6.2.2.1 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 2

A Orquestração Instrumental on-line 2 (OI-on-line 2) foi desenvolvida de maneira assíncrona e individual pelos participantes da pesquisa cujo a intenção foi proporcionar aos participantes um tempo livre para se apropriarem dos recursos

disponibilizados. Reiteramos a importância do contrato metodológico que nos permitiu firmar o compromisso junto aos participantes na produção de dados. Segundo Gueudet e Trouche (2015), a ação do professor sobre esses recursos por meio de diferentes situações sucessivas com a mesma finalidade e estabilidade garantem a hipótese que o professor desenvolve documentos. Essa afirmação culmina com o objetivo estabelecido para esta orquestração.

6.2.2.2 A Performance Didática da OI-on-line 2

Na OI-on-line 2, podemos observar que os participantes tiveram maneiras diferentes de desenvolver a orquestração. O Professor A apenas interagiu com o jogo Função resgate e destaca algumas melhorias na mecânica do jogo para que o estudante possa perceber as características do objeto de conhecimento como por exemplo o ponto máximo das funções quadráticas. O Professor B interagiu com o jogo e com o Guia didático-pedagógico (GD) e apresentou um mapa com elementos da sua percepção a partir de um experimento do uso do jogo com uma estudante. Ele também apresenta algumas limitações do jogo e destaca a importância do uso do jogo e do GD na sala de aula como recurso didático fundamental que facilita a aprendizagem de função. Já o Professor C não interagiu com nenhum dos recursos, mas reiterou sua preocupação com as limitações do jogo apresentadas na OI-on-line 1 e destacou que o DG deveria trazer ideias para utilizar o jogo na sala de aula. Na sequência, vamos apresentar as análises de cada professor no desenvolvimento da OI-on-line 2.

Os dados obtidos do desenvolvimento da OI-on-line 2 foram coletados momentos antes da OI-on-line 3 por meio de um diálogo via *google meet*, gravado pelo pesquisador, e também individualmente por cada participante. Iniciamos perguntando ao participante como foi a experiência no período em que ele teve o tempo de maneira flexível para conhecer mais o RED Função Resgate e o Guia didático-pedagógico. A seguir vamos apresentar as análises desses dados.

6.2.2.3.1 O Professor A

O Professor A inicia a conversa relatando que continuou jogando o Função Resgate após o término da OI-on-line 1. Ele relatou que conseguiu entender melhor o jogo e apontou algumas melhorias em relação a mecânica e visualização geométrica da função, especificamente a função quadrática:

Professor A: *Eu joguei um pouquinho naquele dia, depois que se encerrou. Tive aquele momento com você e joguei um pouquinho depois de ter feito isso. Consegui entender algumas coisinhas, algumas dificuldades, tanto dificuldades com uma questão a mais.*

Pesquisador: *A mecânica do jogo?*

Professor A: *É isso. Isso mesmo, o jogo tá ligado? Com dificuldades assim, melhorias mecânicas, mas a matemática também ali no jogo para o menino desenvolver. Mas então, a primeira noção que eu pensei foi a seguinte: as funções são boas, são claras para os meninos, porém, apesar disso, às vezes existem alguns erros no deslocamento da função, uma fase que eu não consegui passar. [...] E então eu tentava pegar cachorrinho usando a função do segundo grau, então tentava pegar o cachorrinho e pegava. Tenta pegar o biscoito também. E tinha como você usar essa função até mesmo degenerar a função se você quisesse. Você pode transformar a função quadrática na função a fim, zerando o coeficiente “a” dela. E às vezes ele dá uma “bugada”, ou seja, dá um invertida na função, entendeu?. O eixo x e y, os das abscissas e das ordenadas. Ele não é tão grande assim. Então, em certo momento, você vai buscar um coeficiente que pudesse pegar, porque eu sabia o coeficiente que ia da. Mas o aluno já não vai ver aquele, aquele percurso não vai conseguir enxergar.*

Professor A: *A parábola já some, ou seja, quando você bota um número muito grande da parábola, já não aparece para você. Isso já é um problema, porque o menino já perdeu a visualização. Quando ele quer aumentar, então, mecanicamente, o jogo poderia dar uma diminuída no zoom.*

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

Neste Diálogo, fica evidente a mobilização de novos esquemas de utilização pelo Professor A. Ele questiona a representação geométrica da Função quadrática que ao manipular os coeficientes, adicionando valores numéricos grandes, a parábola sai do campo de visão, da tela do celular. Para ele isso se torna uma preocupação, pois o jogo não tem a função *zoom* para permitir a visualização do ponto máximo da função, por exemplo. Esse fator mostra uma evolução nos esquemas de utilização de elementos dinâmicos no jogo, e também nos esquemas de ação ao explorar as representações de funções. Percebemos uma preocupação do professor ao utilizar o jogo na sala de aula, pois algumas funções durante as jogadas apresentam “bugs” como erro no deslocamento das funções, por exemplo, o que reforça o esquema de familiarização dos elementos conceituais apresentado na OI-on-line 1.

O Professor A também evidencia uma evolução no esquema de resolução de problemas. Ele afirma que, em uma das fases do jogo, que contém função quadrática, tentou “salvar a espécie marinha e coletar os biscoitos” e para isso ele zerou o coeficiente “a” da função quadrática, transformando-a em função afim. Ele faz uma

análise da jogada com base nas características de funções matemáticas para atingir seu objetivo e, partindo dessa análise, ele acredita que o estudante pode não visualizar o percurso que o peixeiro vai fazer.

Durante a fala do professor realizei uma intervenção e falo um pouco do objetivo do jogo e enfatizo que a manipulação dos coeficientes na representação algébrica e a visualização geométrica em tempo real, pode contribuir para o professor traçar estratégias para explorar outros conceitos, como concavidade da função quadrática, pontos máximos e mínimos, crescimento e decréscimo, características das funções quando zera um ou mais coeficientes. A intervenção, neste caso, torna fundamental para despertar no professor outras estratégias para explorar outras funções no jogo e trazê-lo para dentro um um olhar didático pedagógico das potencialidades do jogo. Esta preocupação do Professor A também faz parte do seu processo documentativo e é a partir dela, que ele busca maneiras de conduzir o uso do jogo na sala de aula.

Professor A: *O objetivo é extremamente alcançado, que é a identificação da função, o aluno compreender e manipular os coeficientes de uma função, ou seja, saber algumas coisas, elementos da função. E, claro, um jogo não daria conta de explicar tudo.*

Professor A: *Estudar onde a função é positiva ou negativa. Vamos estudar aqui a amplitude dessa função seno a contração da função cosseno. Inclusive eu acho massa se o aluno conseguisse fazer isso. A ideia é despertar né?*

Pesquisador: *Isso.*

Professor A: *Provocar o aluno e não tornar puramente uma aula de matemática. E você também está se divertindo. Você está manipulando aquela função. Salvo, algumas falhas na mecânica.*

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

Percebemos neste recorte que o professor toma consciência das limitações do jogo quando afirma que “*um jogo não daria conta de explicar tudo*”. Ele apresenta uma nova função que é abordada no jogo, a função seno. E novamente evidencia ao menos dois esquemas já apresentados nas análises da OI-on-line 1: (i) esquema de ação ao identificar padrões de função e (ii) esquemas de resolução de problemas ao analisar a manipulação dos coeficientes em relação a representação gráfica, no caso específico, quando menciona amplitude e “contração” (período) na função seno. Esses esquemas são mobilizados pelo Professor A, sempre que um tipo de função é abordado no jogo. Acreditamos que também a uma evolução desses esquemas para

identificar padrões, foi o caso da função quadrática, quando iguala o coeficiente a da função à zero, usando a representação da função $f(x) = ax^2 + bx + c$.

Também é evidenciado uma evolução nos esquemas relacionados a compreensão do conteúdo quando pensou no uso do jogo pelos estudantes, que antes era para era para resgatar conceitos e estimular a aprendizagem e que, na OI-on-line 2, passa a ter outra postura: “*Provocar o aluno e não tornar puramente uma aula de matemática*”, de despertar no estudante o sentimento de conjecturar e também de se divertir.

Na sequência perguntei ao Professor A se ele conseguiu ler o Guia didático-pedagógico, pois nele contém orientações como: objetivos didáticos, apresentação do jogo e possibilidades do uso na sala de aula. Segundo Queiros *et al.* (2022, p.04), “ao interagir com os coeficientes na representação algébrica de uma dada função matemática, o usuário, em tempo real, observa o comportamento da curva que indica a trajetória que será realizada pelo peixeiro correspondente à função escolhida”. A leitura é fundamental para minimizar possíveis dúvidas que porventura surgirem ao longo do processo para entender o jogo e sua proposta.

O Professor A afirma ter baixado o GD, mas não realizou a leitura assim como na OI-on-line 1. Ele complementa sua fala dando ênfase a outro aos materiais didáticos que o RED Função Resgate traz, como as videoaulas e indicações de cursos universitários em que o conhecimento de funções matemáticas são aplicados.

Professor A: *Achei legal também uma coisa que vocês botaram foram as vídeoaulas para assistir. Então cara, é um estímulo para o estudante até na aula. Massa, muito bom. [...] E assim, sempre o cara que tem que buscar, ir atrás tem que se empurrar no assunto. Ali já é uma guinada. Assisti esse vídeo aqui que tem uma introdução. Talvez tu não vai saber mexer em todo jogo, em todas as funções, mas provavelmente tu vais conseguir passar das fases iniciais e o resto tu anda sozinho. Acho isso legal. Foi um ponto de chamar o aluno, de despertar ele para procurar os sites de arquitetura e engenharia, é uma aba em que você está acessando ali as três opções, o que dá um estímulo. Onde esse jogo pode ser aplicado no dia a dia, assim nas áreas. E para o aluno que tá de bobeira, tá ótimo.*

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

Durante a OI-on-line 1 o Professor A acessou a área do estudante de maneira breve sem realizar uma análise dos materiais didáticos trazidos pelo RED. Na OI-on-line 2, ele deixa evidente que explorou tais materiais e, para ele, serve como um estímulo, uma introdução aos estudos das funções matemáticas. Outro ponto interessante apresentado pelo professor é que as videoaulas podem ajudar os

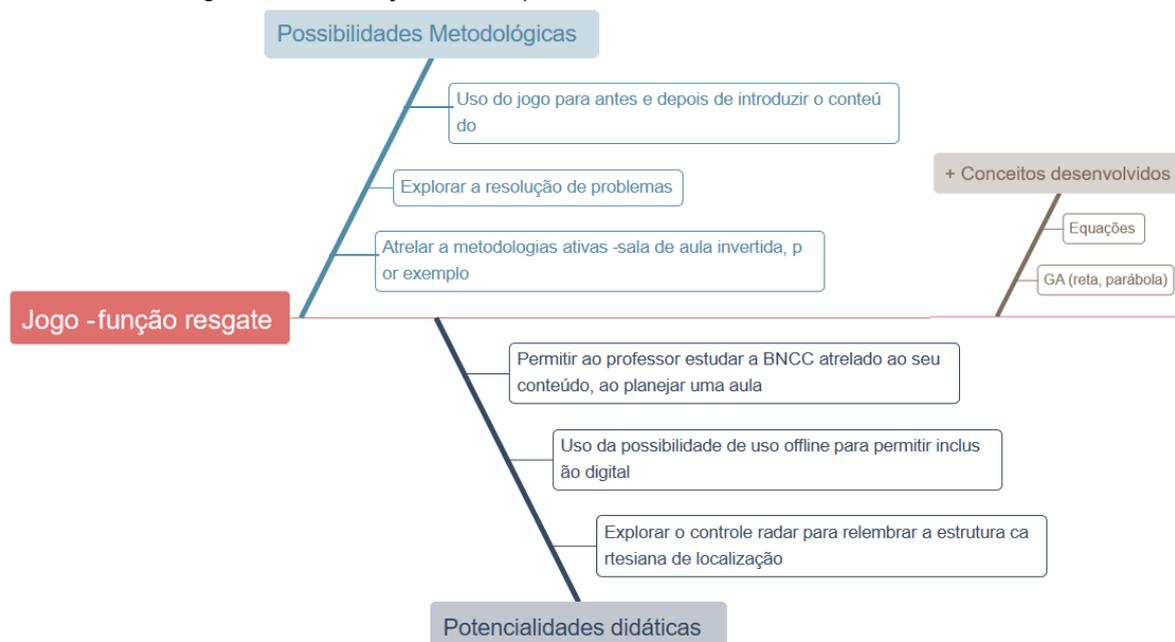
estudantes a entender as funções matemáticas e ajudá-los a passar pelas fases iniciais. Esses pontos evidenciam uma possível evolução no esquema de familiarização dos elementos conceituais em que faz uso desses materiais para introdução ou estímulo ao conteúdo.

Ao explorar a sessão que apresenta indicações de cursos superiores em que esse conhecimento é aplicado, o professor afirma que é fundamental trazer no jogo, pois desperta no estudante a curiosidade para procurar sobre as aplicações de funções matemáticas.

6.2.2.3.2 O Professor B

Ao iniciar a conversa perguntei ao Professor B como foi o período entre a OI-on-line 1 e 2, em que ele ficou livre para explorar o RED e o GD. Ele relatou que explorou o RED e o GD de maneira mais detalhada. Também contou sobre uma experiência vivenciada com sua prima. Ela, segundo ele, precisou de ajuda para estudar funções matemáticas. Ele passou o jogo para que ela jogasse e ficou observando como ela entendia sobre funções à medida em que ela ia passando das fases. A partir dessa vivência, ele fez umas anotações e representou-as em um diagrama, Figura 32. Os elementos do diagrama serão apresentados conforme as análises serão apresentadas seguindo a ordem cronológica apresentada pelo Professor B.

Figura 32 - Anotações feitas pelo Professor B durante a OI-on-line 2.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Perguntei se ela ao iniciar sua apropriação do RED foi logo para o jogo e a Resposta foi a seguinte:

Professor B: *Exatamente! Porque eu pensei na proposta de como eu faria com professor, né? Já que eu tinha comentado a metodologia de tentar já usar o jogo como maneira de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes para depois que eles se instrumentalizassem e explorassem bem o aplicativo de maneira livre, né? Sem nenhum apego com o conceito de função. [...] Então de uma maneira bem livre. Aí eu primeiro pensei nas possibilidades metodológicas do jogo. Então, essa é a ideia de usar o jogo antes e depois de introduzir o conteúdo para o professor ver o que é que o estudante sabe e os conhecimentos prévios, porque aí iria direcionar mais a própria aula do professor em relação ao conteúdo, Né? Quais conhecimentos ele teria que focar se o aluno tem dificuldades de representação, por exemplo, se ele tem dificuldades de entender, se ele não está conseguindo compreender a movimentação dos controles. Então ali o professor já iria traçar estratégias para explicar o conteúdo, focando nessas dificuldades dos estudantes, dos usuários do jogo. E aí depois eu pensei em, justamente, comparar depois dessa explicação usando o jogo novamente. A segunda ideia seria explorar a resolução de problemas, então pegar problemas externos ao jogo e usar o jogo como artefato de resolução desses problemas. Como o jogo é uma possibilidade de o aluno estar jogando em qualquer ambiente, uma outra possibilidade seria atrelar metodologias ativas, como por exemplo, sala de aula invertida. Então o professor faria com que os estudantes pudessem jogar até em casa mesmo. E trazia para a sala de aula, já num segundo momento de tirar dúvidas, por exemplo. Então seria uma outra possibilidade usar o jogo como um artefato na metodologia da sala de aula invertida.*

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa)

Esta fala do professor é muito importante pois mostra a evolução de vários esquemas. Ele pensa em três possibilidades metodológicas para o uso do jogo e que estão imbricadas entre si: (i) uso do jogo para antes e depois de introduzir o conteúdo; (ii) explorar a resolução de problemas e (iii) atrelar a sala de aula invertida nesse processo.

Podemos inferir que o esquema de compreensão do conteúdo ao propor o uso do RED antes e depois da aula, a fim de verificar possíveis mudanças na compreensão do conteúdo por parte dos estudantes, desenvolvido na OI-on-line 1, apresenta uma evolução a partir da estrutura dos invariantes operatórios que acontecem de maneira mais sistematizada. Inicialmente ele propõe identificar os conhecimentos prévios e na sequência deixar os estudantes explorar o RED de maneira livre “sem apego ao conhecimento de função”. Esse processo de instrumentalização, citado pelo professor B, é importante pois os estudantes passam a se apropriar do recurso de uma maneira lúdica e traçar estratégias para realizar as jogadas, conjecturar, etc.

Ele justifica que conhecendo os conhecimentos prévios dos estudantes, pode direcionar a aula do professor. Nesse caso, observamos novamente como os invariantes operatórios organizam o pensamento do professor e conduz sua prática. Desse modo, segundo o Professor B, “pode traçar estratégias para explicar o conteúdo, focando nessas dificuldades dos estudantes, dos usuários do jogo”. Na sua fala também fica evidente que os conhecimentos prévios dos estudantes vão além do entendimento das representações de funções, mas também de entender a jogabilidade, no caso, a interação com os coeficientes e sua implicação na representação geométrica. Essa preocupação do Professor B nos revela uma evolução do esquema relacional, apresentado na OI-on-line 1.

A segunda possibilidade para o uso do RED, diz respeito a resolução de problemas. Ele propõe usar o jogo para explorar problemas externos ao jogo, o que indica uma evolução no esquema inferido na OI-on-line 1. A terceira possibilidade seria o uso de metodologias ativas, especificamente a sala de aula invertida. Este é um fato novo apresentado pelo Professor B. Para ele, os estudantes exploram o jogo fora do ambiente escolar e na sala de aula seria um momento para retirar possíveis dúvidas dos estudantes. Podemos inferir evoluções, a partir da OI-on-line 1, nos componentes dos esquemas: finalidade da atividade, regras de ação, de obtenção da informação e controle, invariantes operacionais e possibilidades de inferência, bem como evoluções em diferentes esquemas mentais ao pensar em atrelar o uso de metodologias ativas para o uso do RED, como: familiarização de elementos conceituais, compreensão do conteúdo, relacional, resolução de problemas, de ação, de exploração, de tomadas de decisão, de utilização.

Continuando a apresentação do Professor B, pergunta se ele passou alguma instrução sobre o jogo, o conteúdo para sua prima. Também pergunto se ele percebeu o conhecimento matemático apresentado no jogo. Ele responde:

Professor B: *Ela estava com muita dificuldade no conceito. Eu percebi isso. Ela estava com muita dificuldade, principalmente, e eu não disse nada em relação ao radar. Então, depois que ela conseguiu explorar, ela encontrou o radar ali. Aí eu já puxei e já perguntei pra ela: esse radar é o quê? Serve pra quê? Tu já viu esse, esse desenho, desse dessa malha quadriculada, dessas retas verticais e perpendiculares em algum lugar? E ela lembrou do que seria o plano cartesiano. E aí eu fui. A partir dessas dificuldades dela, no início eu não falei nada. E a partir dessas dificuldades eu fui introduzindo o conteúdo.*

Pesquisador: *Certo? Analisando a movimentação dela e já trabalhando o conteúdo.*

Professor B: *Aí eu separei no segundo momento, quais seriam as potencialidades didáticas do aplicativo. É permitir que também o professor traga a BNCC para junto do planejamento. Vendo que o professor precisa usar também, como recurso, o currículo. Então, eu acho que esse recorte do jogo, essa sacada do jogo, trazer aí quais seriam as habilidades desenvolvidas, facilitaria para o professor buscar até outros recursos para compor a sua aula de explicação sobre função, por exemplo. Então essa seria uma possibilidade muito interessante. Também a questão do uso off-line para questões de escolas que não tem internet. Então a gente consegue fazer o uso deste aplicativo mesmo. Quando não temos essa condição de uso do uso da internet. E também como eu falei, do Radar, né? Explorar o ‘cão trole’ “radar” para relembrar a estrutura cartesiana de localização, já que função usa esse conceito de representação cartesiana de localização que os alunos estudam no 6º ano, 7º ano, nessa identificação de localização. Então, o jogo vai servir para identificar justamente esses conhecimentos prévios dos estudantes. Isso aqui eu pensei, e só depois que eu fui ajudar minha prima, eu não tinha pensado nisso. Mas como eu vi ela relembrando que seria, eu pensei justamente nesta potencialidade que o jogo permite e outros conhecimentos também que podem estar atrelados ao jogo, né? Como a gente tinha conversado no encontro anterior, atrelado a equações, eu pensei também nas das próprias representações das funções, enquanto o gráfico então reta, parábola e fica aí, nessas curvas cônicas não dá para explorar mais, mas, já nós conseguimos identificar esse tipo de representação né, esse tipo de cônica.*

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Observamos que o Professor B deixou-a explorar o jogo de maneira livre, assim como foi repassado para ele na OI-on-line 1. Ele observa a interação e faz alguns questionamentos em relação ao “radar”, para verificar a familiaridade com o conteúdo. E a partir das dificuldades encontradas ele foi introduzindo o conteúdo. Observamos que esta ação remete a proposta de uso do jogo citada anteriormente: “*a ideia de usar o jogo antes e depois de introduzir o conteúdo para o professor ver o que é que o estudante sabe e os conhecimentos prévios, porque aí iria direcionar mais a própria aula do professor em relação ao conteúdo, Né?*”. Podemos inferir que o Professor B mobilizou esquemas relacionados a introdução ou estímulo ao conteúdo.

O Professor retorna à apresentação do diagrama que fez durante o desenvolvimento da OI-on-line 2. Ele apresenta três pontos sobre as potencialidades do RED Função Resgate: (i) permite o professor estudar a BNCC atrelado ao conteúdo e ao planejamento, (ii) o uso offline para permitir a inclusão digital e (iii) explorar o controle radar para relembrar a estrutura cartesiana de localização. Em relação ao primeiro ponto, o RED apresenta na “Área do professor” as habilidades e competência da BNCC ao qual o jogo foi concebido e, para ele, facilita o professor no ato de planejar e buscar “*outros recursos para compor a sua aula de explicação sobre função, por*

exemplo". Podemos inferir que o Professor B está mobilizando esquemas de ação relacionados ao ato de planejar.

Outro ponto destacado no diagrama realizado pelo professor foi o uso do RED em salas de aulas que não tem acesso a internet. Este foi relatado por todos os participantes, uma preocupação de ambos diante dos desafios enfrentados para o acesso à cultura digital nas escolas, o acesso a internet. Conforme apresentado, o RED funciona no modo on-line e traz outros materiais didáticos (videoaulas, questões de vestibular e áreas de conhecimento de aplicação das funções matemáticas) e no modo offline, para acesso apenas ao jogo e às habilidades e competências da BNCC.

Em relação ao uso do "radar", podemos inferir uma evolução no esquema de utilização de elementos dinâmicos que antes o Professor B citou-o apenas para a visualização da representação geométrica da função. Em sua fala, OI-on-line 2, tal evolução aparece de maneira mais elaborada e outros novos elementos surgem, como: localização de pontos no plano cartesiano como forma de explorar conhecimentos prévios, que de acordo com a BNCC são estudados desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. O Professor B também identifica outros objetos de conhecimentos, como: equações e curvas cônicas. Ele faz essas observações a partir da experiência vivenciada por sua prima ao jogar o jogo Função Resgate.

A partir dessa vivência, pergunto se ele pensou em eventuais dificuldades, para o uso do RED, de estudantes que não sabem do conteúdo de funções e por aqueles que já estudaram. Para ele, os estudantes que conhecem o conteúdo teriam dificuldades em relação a usabilidade e limitação do jogo, "*questões de aproximação às vezes são muito difíceis, como quando tem dois obstáculos muito próximos, por exemplo*". É como ali o botão de mudar o controle de mudar os coeficientes é muito sensível". Já para os estudantes que não conhecem o conteúdo, ele enfatiza a necessidade do uso do radar e identificar a importância dele para aprender funções matemáticas: "*Encontrar o radar, ali, é fundamental para você fazer essa relação com conteúdo. Não sei, acho que isso. É fazer a relação de qual personagem utilizar, qual função se aplica a determinadas situações ali que ele vai ter que usar estratégias*". Para ele, em algumas fases exige dos usuários um conhecimento em relação aos conceitos e que a ausência desses, pode atrapalhar um pouco. A partir dessas análises, as evidências da evolução dos esquemas mentais dos professores tornam-se mais contundentes.

Pergunto o que poderia ser explorado nas de atividades com o uso do jogo. O professor B, responde:

Professor B: *Eu acho que principalmente a relação de raízes que é algo que começa no início, dos conceitos iniciais de funções. Então a definição de função, as regras das funções, ou seja, por que a função, por exemplo, do segundo grau, o "a" tem que ser positivo. Tem o aluno ali mexendo no controle ele pega uma função de segundo grau e põe... Aliás, o "a" tem que ser diferente de zero. Porque o aluno ali no cã trole ele colocando a igual a zero, ele vai ver que se transforma num outro personagem. Então, por exemplo, explorar justamente essas condições de existência de uma função quadrática. Então, dá pra explorar muitas questões assim. Raízes de funções, também, quando que é para cá e ali dentro da reta X? Eu tenho que ter um determinado... O incremento tem que ter que ter uma determinada característica, o Delta. Então dá pra explorar essas características do Delta. Dá pra explorar também crescimento e decrescimento de função, por exemplo, né? Deixa-me ver mais. O sinal de uma função, por exemplo e questões problema que envolvam a característica dessas propriedades de função.*

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Observamos que os invariantes operatórios do professor estão bem estruturados. Ele apresenta domínio ao relatar os objetos de conhecimentos iniciais que são estudados para estruturar com conceitos de funções matemáticas. Em sua fala ele destaca alguns invariantes em resposta à pergunta do pesquisador, como: relação da(s) raiz(es), definição de função, propriedades das funções, condição de existência e crescimento e decrescimento. Podemos inferir evoluções nos esquemas de resolução de problemas, de tomadas de estratégias, de ação, de utilização de elementos dinâmicos, compreensão do conteúdo, relacional.

Sobre a apropriação do Guia didático-pedagógico (GD) na OI-on-line 2, o Professor B relata que o GD é fundamental e que auxilia para o uso do RED na sala de aula e para propor atividades. Ele também destaca a relação entre a habilidade da BNCC no qual o jogo foi concebido e o jogo que auxilia no planejamento. Pergunto se ele leu os cenários de aprendizagens apresentados no GD, e ele responde:

Professor B: *É justamente o que eu tinha pensado lá naquele mapa e entender que cada contexto que o professor vai atuar em sala de aula é um contexto diferente. Eu tenho alunos diferentes, com necessidades diferentes, com níveis diferentes e dentro de uma mesma sala eu tenho níveis de aprendizagem diferentes e o espaço, a geografia da sala de aula muda, o cenário muda muito. E esse cenário de aprendizagem que vem descrevendo aqui vai servir como um norte para o professor. Não tem como ele pegar isso aqui, o que está aqui fazer, não tem como. Mas eu acho que tem como servir como um norte para o professor entender inicialmente o potencial que o aplicativo tem que o jogo tem e a partir das necessidades que ele vê*

dentro da sala de aula dele, ele elaborar sua própria aula a partir disso. Então, fazer essa descrição, como aqui está feito nesse Guia, dos potenciais, tanto do cenário de aprendizagem on-line quanto remoto, quanto offline, sem internet, com internet é fundamental, por exemplo.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

O Professor B destaca os diferentes contextos em que o professor de sala de aula vai atuar e a importância dos cenários de aprendizagem apresentados no GD para o planejamento com base nas necessidades específicas de cada turma. Esse fator evidencia que ele usa os cenários de aprendizagens para aprimorar as possibilidades de uso do RED e também auxilia no desenvolvimento de esquemas. Na sequência ele faz observações em um dos cenários apresentados no GD, o de “mapeamento para o entendimento operacional matemático”. Para ele, os entendimentos dos conceitos são essenciais para os estudantes e destaca que o conceito de função é complexo e que o jogo dá condições aos estudantes desenvolverem esses conceitos. *“É fundamental o aluno entender os grupos de funções como uma determinada classe de funções, se tem as mesmas características, por exemplo sai de um tipo de conjunto e vão ali somente em um tipo de conjunto específico e nessas relações de, por que o conceito de função é tudo isso. É um conceito muito, muito complexo”*.

6.2.2.3.3 O Professor C

O Professor C inicia a conversa relatando que não teve tempo para realizar a OI-on-line 2. Pergunto se ele teria outras considerações a fazer em relação a OI-on-line 1 e ele responde: *“Penso que fica bem limitado essa questão do gráfico e assim a meu ver, de passar naqueles pontos ali e tal, não pensei em outra possibilidade de explorar, modelar.”* Observamos que ele retoma aos pontos já apresentados nas análises da OI-on-line 1 como as limitações do jogo, como é feita a representação algébrica das funções. Também questiono se ele leu sobre o guia didático e se queria realizar alguma observação. Ele menciona que o GD *“é mais um manual de instruções para jogar o jogo. Eu acho que ele deveria trazer sim algumas situações”*, se reportando aos cenários de aprendizagens.

6.2.2.3 Resultados das análises da OI-on-line 2

A compreensão da evolução e caracterização dos esquemas mobilizados pelos participantes da pesquisa ao desenvolverem a OI-on-line 2, nos mostrou diferentes

maneiras de apropriação do RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico. O Professor A e B apresentam pontos em comum na evolução dos seus esquemas em relação aos esquemas apresentados na OI-on-line 1.

O professor A relata algumas melhorias na mecânica do jogo e também algumas limitações. Também notamos a evolução de alguns esquemas mentais principalmente quando era realizado intervenções para situar o professor sobre os objetivos pelo qual o jogo foi concebido. O Professor B também relatou melhorias na mecânica do jogo e apresentou evolução de esquemas e novos esquemas relacionados ao uso do jogo, principalmente na experiência vivenciada com sua prima.

Alguns pontos em comum podemos destacar: ambos Professores A e B, reconhecem a importância de promover a aprendizagem de maneira lúdica e de engajar os estudantes nesse processo; A identificação de conhecimentos prévios ajudam o professor a direcionar a aula, ou seja, auxilia na organização de invariantes operatórios que por sua vez orienta a prática; uso de resolução de problemas como possibilidade de uso do jogo; preocupação com a inclusão digital e destacam a importância do jogo funcionar no modo offline. Em relação ao Professor C, não obtivemos resultados para fins de análises nessa orquestração.

6.2.2.4 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 3

A Orquestração Instrumental on-line 3 (OI-on-line 3), aconteceu de maneira síncrona e dividido em dois momentos: no coletivo propomos um momento de formação sobre cenários de aprendizagens e no momento individual, os participantes foram submetidos a elaborar um cenário de aprendizagem, com base no modelo proposto, escolhendo uma das propostas de uso elencadas, por ele, na OI-on-line 1.

O objetivo, na OI-on-line 3, foi de inserir e subsidiar os participantes em um processo formativo em que se discute o conceito, princípios e características de cenários de aprendizagens apresentado por Matos (2014), para o desenvolvimento de um cenário como parte da sua gênese documentativa para o uso do RED em sala de aula. Inicialmente no encontro coletivo, começo revisando que foi discutido nas OI-on-line 1 e 2. Retomo, também, a importância do contrato metodológico para o processo de produção e de coleta de dados pelos participantes.

Na sequência, apresentamos aos participantes um modelo, no Documentos google©, para servir de base, deixando claro que um cenário de aprendizagem pode ser flexível e adaptável em seu contexto e que podem explorar várias possibilidades

de uso do jogo na sala de aula. Durante a apresentação, foram feitos alguns questionamentos sobre a estrutura do cenário de aprendizagem e a descrição dos objetivos de aprendizagem. Acreditamos que neste momento a gênese documental coletiva (processos de instrumentação e instrumentalização) dos participantes tornam evidentes ao tomarem conhecimento e que serão submetidos a interação desses recursos (modelo de cenário de aprendizagem). A dúvida elencada pelo Professor A, que refletiu nos outros participantes, sobre o termo “tendências”, utilizados por Matos (2014) para se referir a(os) caminho(s) adotado(s) que se predispõe a(os) objetivo(s) que o cenário se destina a responder e se necessitam de adaptações para alcançar o futuro indicado pela tendência.

De uma forma geral, num cenário de aprendizagem a situação de aprendizagem e avaliação é complexa e tendencialmente incide sobre a exploração de situações reais. O cenário de aprendizagem inclui em geral a descrição do produto final pretendido, a sequência de uma ou mais atividades em que o aluno poderá trabalhar para o produzir, assim como as condições ou o contexto nos quais o cenário se deve realizar. (Matos, 2014, p.5)

Os cenários de aprendizagem foram criados e armazenados numa pasta do Google drive© e compartilhados de forma individual. Cada participante individualmente começa a desenvolver o cenário pensando no uso dos recursos didáticos (RED Função Resgate e o guia didático-pedagógico), podendo acrescentar ou criar recursos em seu cenário e também fazendo uso de outros recursos para a produção de dados como os de captura audiovisual. A seguir iremos apresentar cada um dos cenários.

6.2.2.5 A Performance Didática da OI-on-line 3

Nesta seção apresentamos os as primeiras ideias que emergiram na produção do cenário de aprendizagem de cada participante. A coleta de dados se deu a partir da captura da tela do dispositivo e cada um desenvolveu estratégias diferentes em relação a produção dos dados: o Professor A não fez a captura em “tela cheia” do seu *desktop*, apenas em uma janela e não foi possível identificar, nesse momento, a mobilização de outros recursos. O Professor B usa o *google meet* para capturar a tela do seu *smartphone* e o Professor C realizou a captura da tela do seu *desktop* no modo “tela cheia”. Em relação ao desenvolvimento do primeiro cenário, apenas os Professores A e B apresentaram ideias iniciais condizentes com as expressas na OI-on-line 1 e 2:

Com base na grade de análise da gênese documental individual e coletiva da Ol-on-line 3, Quadro 13, analisamos as primeiras ideias apresentadas pelos participantes. Ambos os Professores A e B pensaram um cenário de aprendizagem para estudantes do 1º ano do Ensino médio e com duração de 4 horas/aulas. O Professor C não conseguiu expor suas ideias neste momento, mas verificamos na captura de tela, realizada por ele, que ficou pesquisando outros exemplos de cenários de aprendizagens. Este fator faz parte do seu processo de instrumentalização em relação ao modelo de cenário de aprendizagem apresentado.

Para inferir a gênese documental coletiva dos participantes, retomamos o momento formativo sobre os cenários de aprendizagens. Foram feitos alguns questionamentos após a apresentação do pesquisador sobre alguns elementos que estavam presentes no modelo apresentado. Em relação ao termo usado “tendências relevantes”, ambos participantes tiveram dificuldades em entender o significado, a dúvida expressa pelo Professor A, representou a dúvida dos demais, muito embora estivesse explícito o que deveriam descrever. Entendemos que por se tratar de algo novo, os professores precisam se instrumentalizar para se apropriar do modelo de cenário de aprendizagem disponibilizado para poder, depois, iniciar a escrita das primeiras ideias.

No que diz respeito à dúvida expressa pelo Professor A e questionado, também pelos Professores B e C, a respeito dos “objetivos de aprendizagens”, no modelo apresentado temos três campos em que é necessário expressá-los. O primeiro diz respeito a um verbo que indique a ação cognitiva ou didático-pedagógica da habilidade ou competência do “nível atual”, ou seja, do momento em que o professor deseja iniciar a implementação do cenário e o segundo, que ele deseja alcançar, o “nível desejado”. No cenário de aprendizagem é natural pensar sempre numa perspectiva futura e que os objetivos de aprendizagens indiquem uma ação inicial para uma em que se deseja alcançar. Já o terceiro objetivo de aprendizagem diz respeito aos “quais os objetivos de aprendizagem assumidos para o cenário e como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver”.

6.2.2.5.1 O Professor A

A seguir apresentamos um recorte das ideias iniciais do Professor A na descrição do seu cenário de aprendizagem. Percebemos que ele não descreveu a

“tendência” que seu cenário destina a responder. Provavelmente ele buscou se instrumentalizar sobre o modelo apresentado e que iremos apresentar nas análises da OI-on-line 4. Na solicitação do verbo que indique uma ação cognitiva do estudante no “nível atual” para o “nível desejado”, ou seja o que ele pretende que seus estudantes alcancem, percebemos que estão ligados às sugestões de uso do RED Função Resgate propostas na OI-on-line 1 e 2.

Na OI-on-line 1, o Professor A listou algumas possibilidades do uso do RED que está ligado ao a ação cognitiva do aluno, no nível atual, “compreender”, como: sugerir que o jogo possa ser utilizado como: realizar uma atividade de introdução ou estímulo ao assunto de funções; manipular funções e gráficos, a fim de entender como esses valores afetam a função; resgatar assuntos estudados para estimular a aprendizagem de novos conceitos. Também estão relacionados ao verbo “noção” apresentado no “objetivo de aprendizagem”. Na ocasião inferimos alguns esquemas mobilizados por ele como esquemas de familiarização dos elementos conceituais de função e de compreensão do conteúdo. Já na OI-on-line 2, foi possível inferir evoluções desses esquemas a partir da apropriação do RED pelo professor de maneira flexível e sem a presença do pesquisador.

Figura 33 - Ideias iniciais do cenário do Professor A, OI-on-line 3.

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Estudo das Funções
Público alvo: 1º ano EM	Previsão do tempo de duração: 4h a
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
álgebra	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: compreender	Aluno: formalização
Professor:	Professor:
Objetivo de aprendizagem: noção	Objetivo de aprendizagem: validação
Objetivo de Avaliação:	Objetivo de Avaliação:
Recurso:	Recurso:

Fonte: Acervo da pesquisa.

Na OI-on-line 3 podemos inferir evoluções desses esquemas voltados para uma etapa inicial de familiarização com os conceitos de função e são utilizados para desenvolver a compreensão do conteúdo pelos estudantes. Isso indica que o objetivo

é levar os estudantes a formalizarem os conceitos de função, indo além da compreensão inicial.

No nível desejado, o Professor A atribui a ação cognitiva, “formalização”, para que o estudante alcance, a partir do cenário. Esta ação está intimamente ligada a propostas de uso do RED elencadas na OI-on-line 1, como: exploração de estratégias para resolver problemas; manipulação de funções, como função linear e função não-linear, para desenvolver o pensamento matemático; formação de grupos de trabalho com os estudantes. E conseqüentemente também relaciona com o objetivo de aprendizagem “validação”. Nesta orquestração, OI-on-line 3, podemos inferir evoluções nos esquemas mobilizados pelo professor que envolvem a familiarização dos elementos conceituais de função, a compreensão do conteúdo, a formalização dos conceitos de função, a noção para a validação desses conceitos. Ou seja, os estudantes compreendem para formalizar os conceitos e o objetivo de aprendizagem parte noção de função para um nível de validação.

6.2.2.5.2 O Professor B

Vamos apresentar e analisar o recorte do cenário do Professor B com as ideias iniciais. Ele realizou uma pequena descrição da tendência que ele espera para o cenário como podemos observar, ele propõe a construção de uma aula personalizada para este cenário a partir do entendimento dos conhecimentos prévios que permeiam o conteúdo de funções matemáticas dos estudantes. Em relação a descrição da competência ou habilidade, um verbo que indique tal ação cognitiva, o Professor B além do verbo ele realiza uma descrição para contextualizar tal ação. Diferentemente do Professor A, o Professor B não descreve, no momento, o objetivo de aprendizagem, mas lista a ação que ele, enquanto professor, pretende de um nível atual para alcançar o nível desejado.

Figura 34 - Ideias iniciais do cenário do Professor B, OI-on-line 3.

Cenários de aprendizagens	
Título: Explorando funções - aprendizagem lúdica	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Funções
Público alvo: 1º ano do EM	Previsão do tempo de duração: 4h
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
O uso de jogos para duplo objetivo: Entender os conhecimentos prévios acerca dos conceitos que permeiam o conteúdo de funções. A partir das dificuldades e incongruências identificadas, construir uma aula personalizada para o cenário.	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: Reconhecer as relações de grandezas, a partir das representações gráficas e algébricas.	Aluno: Interpretar e diferenciar as relações entre grandezas, a partir das representações gráficas e algébricas.
Professor: Identificar as possibilidades e limitações do uso do jogo Função Resgate, para apropriação do conceito de funções.	Professor: Elaborar situações que mobilizem os conceitos de funções para estudantes do 1º ano do EM.
Objetivo de aprendizagem:	Objetivo de aprendizagem:
Objetivo de Avaliação:	Objetivo de Avaliação:
Recurso:	Recurso:

Fonte: O autor (2024).

Também observamos que o verbo que indica a ação cognitiva esperada para os estudantes, está ligado com as propostas de uso do RED na OI-on-line 1 e 2, a saber: instigar os alunos a se familiarizar com os elementos do conceito de função antes de passar o conteúdo; compreensão do papel dos coeficientes em relação a representação geométrica; exploração do jogo de forma intuitiva, sem nenhum conhecimento prévio. Essas propostas estão intimamente ligadas à ação cognitiva de “reconhecer” que no caso o Professor B faz referências às relações de grandezas a partir das representações de função no jogo, a geométrica e a algébrica. Essa abordagem sugere que o professor busca que os estudantes se aproximem e compreendam os conceitos iniciais das funções por meio do uso do RED. Também na ocasião da OI-on-line 1, inferimos alguns esquemas ligados a familiarização dos elementos conceituais de função e de compreensão do conteúdo com algumas especificidades em relação aos mobilizados pelo Professor B, conforme apresentados na OI-on-line 1.

Em relação ao verbo “interpretar” que indica a ação cognitiva no “nível desejado” que o professor B estabelece para os estudantes, também está ligado às propostas de uso do RED listadas na OI-on-line 1 e 2, como: uso para resolução de

problemas em grupo e o uso do jogo depois do conceito matemático a ser ensinado, a fim de instigar os alunos e reafirmar o conhecimento adquirido. Nota-se que o Professor B mobiliza esquemas para o uso do RED pelos estudantes que parte do nível atual “reconhecer” para “interpretar”, no nível desejado as relações entre grandezas das funções a partir das representações das funções.

O professor B também elencou que pretende inicialmente identificar as possibilidades e limitações do RED para que os estudantes possam se apropriar do conceito de funções e a partir da “identificação”, “elaborar” situações que mobilizem tais conceitos. As limitações do RED foram apresentadas pelo Professor B na OI-on-line 2 o que indica que os esquemas mobilizados na OI-on-line 1 e 2 evoluíram de maneira organizada na OI-on-line 3 ao apresentar as ideias iniciais no cenário de aprendizagem o que indica uma progressão no planejamento do professor em relação ao uso do RED e ao desenvolvimento dos esquemas.

Em relação ao Professor C, como supracitado, ele não desenvolveu as ideias iniciais em seu cenário de aprendizagem.

6.2.2.6 Resultados das análises da OI-on-line 3

O objetivo da OI-on-line 3 foi subsidiar os participantes sobre a proposta de cenários de aprendizagens com base na proposta de Matos (2014). Na ocasião apresentamos, em um momento formativo, as características, princípios e alguns conceitos que fundamentam o modelo disponibilizado. Inicialmente realizamos tal apresentação e em um segundo momento foi proposto aos professores de instrumentalização e dessem início a escrita das primeiras ideias. Propomos analisar se os participantes desenvolveram o cenário com base em/nas propostas de uso do RED Função Resgate listadas nas OI-on-line 1 e 2.

O momento formativo foi analisado com base na gênese documental individual e coletiva. Percebemos que as dúvidas que emergiram de um participante, durante a apresentação pelo pesquisador, eram também dos demais participantes. Como supracitado e de acordo com Araújo Filho (2019, p. 53), o trabalho por cooperação “integra concepções individuais dos membros do grupo gerando uma concepção final, que passa a ser considerada como coletiva. Neste sentido, este fator indica que a apropriação do modelo de cenário de aprendizagem estava acontecendo de maneira coletiva e que todos puderam dar contribuições e tiraram suas dúvidas para se instrumentar. Sob a ótica da gênese documental individual, o Professor A e B

conseguiram desenvolver as primeiras ideias do seu cenário de aprendizagem, enquanto o Professor C continuou se instrumentalizando a partir de outros modelos de cenários de aprendizagens. O Professor A propõe, em seus cenários, que os estudantes compreendam os conceitos para que, no nível desejado, possam se formalizar e o Professor B, que os estudantes reconheçam as relações para interpretar. A seguir iremos analisar o desenvolvimento da Orquestração Instrumental on-line 4.

6.2.3 A análise das Orquestrações Instrumentais on-line 4 e 5 (I) e 5 (II)

Nesta seção apresentaremos as análises do desenvolvimento das Orquestrações Instrumentais on-line 4 e 5. A OI-on-line 4 ocorreu de maneira similar a OI-on-line 2, assíncrona, e que os participantes puderam se apropriar do modelo de cenário de aprendizagens disponibilizado e a partir dele desenvolvê-lo no seu tempo, ou seja com tempo flexível. Os dados foram produzidos pelos participantes por meio do *google documents* em uma pasta individual no *google drive* e para entender como ocorreu o desenvolvimento, reservamos um momento antes da OI-on-line 5 para que cada participante de maneira individual pudesse relatar a vivência.

Na OI-on-line 4, os participantes tiveram um tempo livre para se apropriar do modelo de cenário de aprendizagem disponibilizado e desenvolver de maneira flexível. Os registros foram feitos no próprio cenário, no Documentos Google© e relatados por meio de uma conversa antes da realização da OI-on-line 5.1 que será importante para entender a evolução da gênese documental nessa orquestração.

Elaboramos uma grade de análise para cada orquestração. Pretendemos na análise da OI-on-line 4 entender a evolução da gênese documental de cada participante considerando os aspectos de ação do professor e do papel dos recursos e esquemas que possivelmente foram mobilizados. Também, se existem conexões entre as propostas de uso do RED listadas nas Orquestrações Instrumentais on-line anteriores com os presentes nos cenários.

Iremos analisar as concepções subjacentes ao desenvolvimento do cenário de aprendizagem em dois aspectos: (i) possíveis mudanças ou elementos essenciais que possam estar relacionados a prática do professor que o oriente no processo de criação do cenário, ou seja os invariantes que estrutura a ação do professor; (ii) novos conceitos ou conhecimentos ou qualquer outro elemento que contribua e que o

professor incorpore ao seu cenário de aprendizagem, ou seja os invariantes que estruturam os conhecimentos.

Quadro 14 - Grade de análise da gênese documental individual no desenvolvimento do cenário.

Gênese documental individual ao conceber cenários de aprendizagens
<p>1- Concepções na escrita do cenário de aprendizagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> i- novos invariantes que estruturam ação do professor ao conceber o cenário; ii- novos invariantes que estruturam os conhecimentos. <p>2- Ao refletir e reescrever o cenário, o que mudou em relação à etapa anterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> i- os recursos propostos, quais outros são disponibilizados e quais os esquemas atribuídos; ii- O papel do recurso no cenário de aprendizagem; <p>3- Quais novos elementos contribuem para a evolução(ões) do(s) recurso(s) disponibilizados (o jogo e o Guia didático);</p> <p>4- Como é feita a integração dos novos elementos e/ou recursos aos disponibilizados na construção do cenário de aprendizagem.</p>

Fonte: O autor (2024).

Também iremos verificar o que muda em relação às ideias iniciais dos cenários de aprendizagens no caso dos Professores A e B, se mantém a ideia inicial e a partir delas continuam o desenvolvimento. E para ambos, iremos considerar quais os recursos propostos e os esquemas atribuídos e como foram organizados.

A Orquestração Instrumental on-line 5 (OI-on-line 5) aconteceu de maneira síncrona e dividida em dois momentos. No primeiro momento, que vamos chamar de OI-on-line 5 (I), os participantes foram envolvidos em uma dinâmica de maneira cooperativa. Os participantes individualmente analisam e contribuem com o cenário produzido por outro professor na OI-on-line 4 e o resultado geram três outro novo cenário, ou seja: o Cenário desenvolvido pelo Professor A com contribuições do Professor B; o Cenário desenvolvido pelo Professor B com contribuições do Professor C e o Cenário desenvolvido pelo Professor C com contribuições do Professor A. O segundo ciclo segue um formato semelhante ao primeiro sendo que os cenários de aprendizagem, resultantes do ciclo anterior, receberão as possíveis contribuições no ciclo vigente. O terceiro ciclo é composto pela devolução dos cenários anteriores aos seus idealizadores para análise e reflexão das contribuições recebidas dos outros professores.

Esse método promove a cooperação entre os participantes, permitindo a combinação de diferentes perspectivas e ideias na criação dos cenários de aprendizagem. Durante todo o processo, os professores documentam suas ações conforme acharem conveniente, e realizam a captura audiovisual da tela do desktop.

Esses registros têm o intuito de facilitar a compreensão e a evolução dos esquemas e ações realizadas.

Também elaboramos uma grade de análise para entender a gênese documental dos participantes no desenvolvimento da OI-on-line 5 (I) a partir da apropriação, dos cenários de aprendizagens concebidos e dos recursos e esquemas mobilizados.

Quadro 15 - Grade de análise da gênese documental em cenários concebidos por várias mãos.

Gênese documental individual ao conceber cenários de aprendizagens	
Instrumentalização	Instrumentação
1- A apropriação do cenário de aprendizagem em cada ciclo; 2- O entendimento da articulação entre os conhecimentos e os recursos mobilizados.	3- Análises e contribuições a partir da apropriação do cenário; 4- A articulação entre os conhecimentos e enriquecer o cenário com outros recursos.
Gênese Documental individual e cooperativa	
5- No processo de documentação individual, em cada ciclo, sua percepção da influência das contribuições dadas ao cenário de aprendizagem do autor idealizador do cenário; 6- Quais novos elementos contribuem para a evolução(ões) do(s) recurso(s); 7- Inferir os invariantes que estruturam a atividade do professor nas contribuições dada no cenário do outro professor; 8- Evolução dos recursos e seus esquemas no cenário de aprendizagem (concepção e perspectiva); 9- Entendimento do idealizador do cenário de aprendizagem em relação às contribuições dos outros professores (analisar e refletir a evolução dos recursos e esquemas propostos).	

Fonte: O autor (2024).

Pretendemos a partir da grade de análise entender o desenvolvimento dos cenários de aprendizagens resultantes dos ciclos de interação, recursos e esquemas mobilizados e como as a gênese documental evolui. Na gênese documental individual em que se analisa os processos de instrumentalização e instrumentação, são considerados os aspectos de apropriação, da articulação entre os conhecimentos e os recursos mobilizados, as contribuições realizadas por cada participante em cada ciclo. Na gênese documental individual e cooperativa, o foco está nas contribuições dadas no cenário de cada professor, nos invariantes que estruturam tais contribuições e o entendimento do idealizador do cenário em relação às contribuições dadas.

No segundo momento da Orquestração Instrumental on-line 5, que denominamos OI-on-line 5 (II), solicitamos que os participantes escolhessem um dos cenários ou uma outra proposta desenvolvida nas orquestrações anteriores e que ambos, de maneira coletiva, elaborassem um cenário de aprendizagem. O tempo para

realização desse segundo momento foi de aproximadamente 60 minutos. Também solicitamos ao final que cada participante avaliasse a experiência de participar da pesquisa desde a apropriação do cenário.

Elaboramos uma grade de análise para auxiliar no tratamento dos dados:

Quadro 16 - Grade de análise da gênese documental em cenários concebidos por várias mãos.

Gênese Documental individual
1- A articulação entre os conhecimentos e enriquecer o cenário com outros recursos. 2 - Quais elementos contribuem para a evolução(ões) do(s) recurso(s); 3- Inferir os invariantes que estruturam a atividade do professor nas contribuições dada pelos professores e propor categorias (classificações);
Gênese Documental coletiva (3º ciclo)
4- A articulação entre os conhecimentos e enriquecer o cenário com outros recursos; 5 - Evolução dos recursos e seus esquemas no cenário de aprendizagem (concepção e perspectiva); 6- Como os professores partem da documentação individual para uma documentação coletiva; 7- Como os professores constituem um processo de documentação coletivo, quais os invariantes, os esquemas de utilização; 8- Identificar os invariantes que estruturam a atividade do professor ao conceber a construção de um cenário no coletivo.

Fonte: O autor (2024).

Esta grade de análise servirá de base para entender a gênese documental coletiva a partir da interação entre os participantes e a maneira em que eles integram os conhecimentos e os recursos para enriquecer o cenário coletivo. Dessa maneira, essas análises fornecerão uma compreensão mais profunda do processo de gênese documental tanto em nível individual quanto coletivo, destacando as adaptações dos esquemas mobilizados em orquestras anteriores, evolução e cooperação entre os professores na criação do cenário de aprendizagem coletivo.

6.2.3.1 As configurações didáticas e modos de execução da OI- 4

A Orquestração Instrumental on-line 4 (on-line 4) foi executada pelos participantes de maneira individual e assíncrona. Foi disponibilizado uma cópia do modelo de cenário de aprendizagem para cada participante, no Documentos Google®, para que pudessem desenvolver de modo a incrementar outros recursos e esquemas de maneira flexível. Também foi solicitado uma breve introdução do cenário de aprendizagem a fim de estimular os participantes a entenderem a tendência do seu cenário. Ambos desenvolveram cenários com objetivos diferentes, mas seguindo as ideias iniciais desenvolvidas na OI-on-line 3.

6.2.3.2 A Performance Didática da OI-on-line 4

Na OI-on-line 4, observamos que os participantes tiveram maneiras diferentes de desenvolver a orquestração, a saber: o Professor A propõe em seu cenário os estudantes possam compreender funções matemáticas a partir de contextualizações de situações reais como corrida de táxi e a partir de então, propor o uso do jogo para formalizar alguns elementos por meio da identificação de padrões e associações da representação geométrica com a lei de formação da função; o Professor B muda alguns objetivos apresentado na OI-on-line 3 em que propôs que os estudantes reconheça para interpretar as relações entre grandezas por meio das representações geométricas e algébricas. Já na OI-on-line 4, o Professor B ajusta o verbo de ação cognitiva esperado para que os estudantes desenvolvam de reconhecer os elementos de uma função para elaborar situações em que seja aplicado o conceito de função, por exemplo. O Professor C não apresenta as competências que se espera que os estudantes desenvolvam, mas traz em seu cenário as primeiras ideias em um contexto de preservação ambiental relacionado à temática em que o jogo foi concebido.

6.2.3.2.1 O Cenário de Aprendizagem do Professor A

Percebemos que o Professor A, apesar das dificuldades iniciais para entender os elementos essenciais de um cenário de aprendizagem conseguiu evoluir, visto que ele teve tempo mais flexível entre as orquestrações OI-on-line 3 e 4. Antes da realização da OI-on-line 5(I) foi dado cerca de trinta minutos para relatar como foi o desenvolvimento da OI-on-line 4 de maneira individual. Ele explica sua abordagem ao desenvolver o cenário para o uso do jogo Função Resgate e relata que refletiu muito sobre alguns pontos de vistas entre eles, como professor e como estudante. Pensou no uso do jogo do ponto de vista dos estudantes, considerando as dificuldades que pudessem encontrar ao jogar o jogo e como aprender através dele.

O que eu achei necessário e da dificuldade foi de buscar o olhar do aluno e o meu olhar. Nesse caso, eu acabei de três olhares. Eu, como professor, entendeu? Eu disse como aluno, ou seja, eu estava aprendendo aquele assunto. O que eu queria ter visto, o que aquilo ali seria impactante, significativo para mim. Tudo bem que eu acho que ainda é tendencioso meu olhar, porque eu sou professor de matemática. Eu já gostava de matemática. Quando eu estudava esse assunto já curti então eu uma tendência, mas ainda assim, ainda assim, eu tentei fugir um pouco disso e enxergar o que a dificuldade que o aluno teria no jogo, entendeu? E enxergar o ponto avaliativo que ele teria, ou seja, o que ele teria construído e validado, formalizado e validado através do jogo. Ao passo que, como professor, eu também busquei saber como avaliar isso do aluno, porque ao meu ver não é, não é? Não seria interessante fazer uma prova em

cima disso, mas seria interessante ver os argumentos, os comentários, as soluções, entender o que o aluno poderia colocar na função para pegar mais pontos. A gamificação da partida é um excelente valor para que o aluno possa crescer, entendendo então tanto a gamificação no estágio, que é o jogo em si, como o próprio conhecimento sendo formalizado através da gamificação, das partidas, das interações, dos objetivos que o aluno pode alcançar.

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa).

Analisando a fala do Professor A, a luz da Abordagem Documental, no que diz respeito ao desenvolvimento de esquemas ao refletir sobre o cenário de aprendizagem em construção, é possível inferir que ele mobiliza esquemas que orientam sua ação quando ele esboça uma preocupação sobre a eficácia do seu cenário para o uso do jogo na sala de aula e que procura entender não apenas o conteúdo em si, mas também na perspectiva do estudante (como estudante) e na sua própria perspectiva. Ele também reflete sobre o que o estudante poderia ter construído, formalizado e validado através do jogo e como avaliá-lo a partir da obtenção dessas informações. Fica evidente que os esquemas que o Professor A mobiliza evolui ao ponto de levar em consideração múltiplas perspectivas, que envolve tanto do ponto de vista da finalidade da atividade quanto das regras de ação, de obtenção da informação e das possibilidades de inferência.

Em seu cenário de aprendizagem o Professor A pretende que os estudantes saiam de um nível de compreensão para alcançar a formalização dos conceitos de função. Já enquanto professor, ele espera usar de sua prática em sala de aula para sugerir algo dinâmico. Esse fator está explícito no cenário de aprendizagem proposto pelo Professor A no desenvolvimento da OI-on-line 4, a seguir:

Quadro 17 - Cenário de Aprendizagem do Professor A na OI-on-line 4.

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Estudo das Funções
Público alvo: 1º ano EM	Previsão do tempo de duração: 4h a
Tendência(s) Relevante(s): Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.	
álgebra	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	

De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: compreender	Aluno: formalização
Professor: prática	Professor: dinâmico
Objetivo de aprendizagem: noção	Objetivo de aprendizagem: validação
Objetivo de Avaliação:	Objetivo de Avaliação:
Recurso:	Recurso:
Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i>	
O aluno exercita domínio sobre diversos cenários: como a autonomia, centralidade do conhecimento, interação com ferramentas tecnológicas, desenvolvimento do conhecimento algébrico, geo-posicional e de raciocínio lógico. Além da interação com o meio.	
Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i>	
O aluno compreender o básico de funções, saber resolver situações problemas em que envolvem o assunto de funções. Compreender o que é plano cartesiano e sua relação com o dia-a-dia. As habilidades de competências estão em consonância com a BNCC	
Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i>	Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i>
No jogo e logo em seguida, na atividade mais formalizada	Primeiro: se mostrar disponível para troca de ideias com os alunos. A interação entre as duas partes é tão importante, quanto todo o processo. O aluno se assegura de seus objetivos quando há a promoção de suas atividades em que ele seja contemplado e ouvido. No caso, o jogo promove essa oportunidade.
Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i>	
Celulares, tablets e computadores (com emulador) e projetor. O aluno e o professor utilizarão dessas ferramentas para o desenvolvimento melhor da aprendizagem, durante a aula será mostrado com um projetor alguns modos práticos e rápidos para utilização da atividade.	
Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i>	
Professores (orientador do conteúdo), alunos (alvo e centralidade do conteúdo) e coordenação/serviços de TI (para auxílio com algum problema tecnológico, caso ocorra)	
Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i>	
De imediato: o comportamento dos alunos, as dúvidas e comentários. Em seguida, uma atividade escrita em que tenha elementos do jogo presente (isso ajudará aos alunos a perceber a relação do conteúdo e dos exercícios).	
Narrativa do Cenário: Para o aluno, o conhecimento pode se estender em diversas formas práticas da vivência e dos conhecimentos. A primeira delas é enxergar sua utilização em situações na sociedade. E para isso temos a realização de uma mera questão onde a situação-problema envolve um táxi, ou taxas e	

operações intercambiáveis no mercado. A obtenção desse pensamento é formalizada através do uso e da manipulação do algoritmo. Para o aluno expandir esse conceito e, não só identificar situações problemas, como reconhecer novos significados, o estudo mais teórico da álgebra - e nesse caso, de funções - se torna necessário.

Na realização da atividade, em si do jogo, o aluno pode apresentar dificuldade na identificação de certos elementos que compõe a função (como os coeficientes) e na própria associação do gráfico com as leis de formação e isso sem trazer à tona comentários acerca da noção do que é domínio, contradomínio e imagem da função. Em caráter introdutório, o professor pode permitir ao aluno ter esse desafio e instigá-lo cada vez mais através do desenvolvimento pré-assimilativo do conteúdo e de forma dinâmica construir noções adequadas para o desenvolvimento básico do assunto. Em seguida, um assunto mais prático e abstrato e com a utilização de exercícios e por fim, uma reaplicação do jogo para averiguação do conhecimento.

Para o professor {e falo de forma pessoal e profissional} a visualização do conteúdo tem que vislumbrar todo o panorama que insira o aluno em suas perspectivas reais e mais: que possa levá-lo a compreender abstrações matemáticas. Acredito que não devemos reduzir a matemática ao ponto de vista meramente utilitarista (onde seus conhecimentos só devem servir para aplicações práticas), ainda mais como professores de matemática, claro que de toda forma abordar o conteúdo de forma razoável e que o aluno seja o centro, e não o conteúdo, é essencial. As questões acima apreciadas, podemos partir para a realização da atividade com assimilação do conteúdo de forma prática e verdadeira.

O aluno olha para o jogo com a perspectiva de gamificação das situações, seja pela sensação de desafio – que a própria matemática fornece –, ou como o produto das resoluções daquilo que ele tem vivência (em termos práticos, jogos eletrônicos, situações reais e dinâmicas). Fugir dessas relações práticas é desfavorecer um terreno fértil para o aprendizado individual e coletivo. E a obtenção desse saber e conhecimento se fomenta com o tutor trazendo essa experiência para o aluno.

Fonte: Acervo da pesquisa.

O Professor A desenvolveu o cenário de aprendizagem com duração estimada em 4 horas/aulas (50 min a aula) destinado para estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Ele não descreveu a(s) tendência(s) que o cenário destina e também não especificou o tema, mas destacou que o foco é no estudo das funções matemáticas. Em relação a(s) competências ou habilidade(s) que pretende ser alcançadas o Professor A visa levar os estudantes de um nível de compreensão para a formalização que envolve não apenas entender o conceito de funções, mas também aplicá-lo a situações do mundo real, como problemas envolvendo táxis e operações de mercado. Esta proposta se desenvolve enquanto os estudantes vão interagindo com o jogo Função Resgate. Observamos que os esquemas mobilizados agora incluem a formalização dos conceitos de função e a validação desses conceitos.

Enquanto aluno está jogando a partida, o professor explica como é que funciona aquela função daquela partida. Até porque tem um aluno que pode ser mais rápido ou pode ser mais devagar. Mas enfim, tem toda aquela heterogeneidade que uma sala de aula tem, né? E isso teria que ser praticado algumas vezes antes e aplicado algumas vezes antes de bater o martelo. Mas a minha proposta seria o professor abordar o assunto teórico e prático ao mesmo tempo em que o aluno tem de interagir.

(Transcrição da fala do Professor A) (acervo da pesquisa)

Em relação aos objetivos de aprendizagens o Professor A destaca que os estudantes devem compreender o básico de funções, resolver problemas e compreender a importância do plano cartesiano. Apesar de destacar em sua fala que é um crítico da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ele destaca também que os objetivos de aprendizagem estão em consonância. Para compreender os conceitos básicos de funções, os estudantes deverão estar envolvidos em atividades práticas, incluindo o jogo e atividades mais formalizadas. Também são incentivados a interagir, resolver problemas e relacionar o conteúdo com situações do mundo real. Neste sentido, para o Professor A, desempenhar um papel importante na mediação do conhecimento com seus estudantes o que inclui: estar disponível para troca de ideias, apresentar o conteúdo de forma prática e realista, promover a interação entre os envolvidos.

O Professor A também destaca alguns recursos como atividade formalizada com questões práticas e contextualizadas para fins de verificar se o estudante desenvolve habilidades para o conhecimento estudado, a BNCC para planejar seu cenário e alinhar os objetivos de aprendizagens, o uso de *smartphone*, *tablets* para o uso do jogo, computadores juntamente com um projetor, para demonstrações e atividades práticas envolvendo as funções matemáticas. Para que os usos desses recursos sejam efetivados, ele conta com o apoio de outros e os próprios estudantes, a coordenação e os serviços de TI para auxiliar com problemas tecnológicos, se necessário. É possível observar que cada recurso tem seu esquema de uso explícito e bem estruturado.

Para avaliar os estudantes, o Professor A pretende observar o comportamento dos estudantes a respeito das possíveis e comentários durante as atividades. Além disso, uma atividade formalizada que incorpora também alguns elementos do jogo relacionados a situações do dia a dia envolvendo as funções matemáticas.

Para facilitar o entendimento do cenário desenvolvido pelo Professor A, solicitamos que ele descrevesse uma narrativa. A partir dela foi possível ter um entendimento das propostas e de como o professor poderia explorar o jogo na sala de aula com seus estudantes. Percebemos que o professor faz uso de invariantes operatórios para orientar suas ações e intenções didáticas para possibilitar o estudante expandir o conceito de funções matemáticas e, não só identificar situações problemas, mas também reconhecer novos significados. Ele também deixa claro elementos já analisados nas OI-on-line 1, 2 e 3 como a relação dos coeficientes com

as representações das funções apresentadas no jogo, domínio, contradomínio e imagem da função. Também identificamos evolução no esquema mental de resolução de problemas apresentado na OI-on-line 1 ao falar da gamificação, que na OI-on-line 4 ele reconhece a importância para envolver os estudantes em desafios através do desenvolvimento pré-assimilativo do conteúdo e de maneira dinâmica.

6.2.3.2.2 O Cenário de Aprendizagem do Professor B

O Professor B também encontrou dificuldades inicial em compreender os aspectos essenciais que um cenário de aprendizagem deve abordar e esse reconhecimento é fundamental para a evolução da sua gênese documental. Durante a sua fala, momento antes da OI-on-line 5(I), ele destaca três pontos centrais em seu cenário de aprendizagem: (i) a importância do conceito de função em várias disciplinas, (ii) a necessidade de lidar com as dificuldades dos alunos em interpretação, leitura e escrita, (iii) e o potencial motivador dos jogos para engajar os estudantes e superar obstáculos.

Para desenvolver o seu cenário, o Professor B realizou pesquisas e leituras para entender a proposta da OI-on-line 4. Ele usa outros modelos de cenários de aprendizagens, a descrição do jogo e os cenários de aprendizagens apresentados no Guia didático-pedagógico do RED Função Resgate e a BNCC como recursos para dar lugar ao jogo no seu cenário de aprendizagem. Segundo o professor B, ao planejar suas aulas, *“às vezes misturava muito. Eu percebo que nos meus planejamentos eu não separava tanto, tanto quanto precisa separar aqui”*, fazendo referência ao modelo de cenário de aprendizagem disponibilizado. Esse reconhecimento reflete em uma organização dos seus esquemas mentais, o que fornece subsídio para inferir que houve evolução na sua gênese documental principalmente nos processos de instrumentalização e instrumentação. O Professor B desenvolveu o cenário de aprendizagem com duração estimada em 9 horas/aulas (50 min cada aula) destinado para estudantes do 1º ano do Ensino Médio, com título: Explorando funções - aprendizagem lúdica. Vamos analisar o cenário de aprendizagem.

Quadro 18 -Cenário de Aprendizagem do Professor B na OI-on-line 4.

Cenários de aprendizagens	
Título: Explorando funções - aprendizagem lúdica	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Funções
Público alvo: 1º ano do EM	Previsão do tempo de duração: 9h/a

Tendência(s) Relevante(s): *Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.*

O conceito de função é um dos mais importantes no ensino da Matemática pois dele dependem diversos conhecimentos (na matemática e fora dela).
Percebo enquanto professor, ancorado na Base Nacional Comum Curricular - BNCC e em outras orientações curriculares, que há habilidades que permeiam o conceito que precisa ser desenvolvida: escrita, leitura, interpretação e capacidade de elaborar e resolver problemas são as principais.
Por outro lado, o uso de jogos tem potencial engajador por seu caráter lúdico, o que pode ser um recurso para desenvolver nos alunos essas habilidades necessárias.

Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro.

Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir

De: nível atual

Para: nível desejado

Aluno: Reconhecer

Aluno: Elaborar

Professor: Identificar

Professor: Produzir

Objetivo de aprendizagem: Enriquecer

Objetivo de aprendizagem: Aperfeiçoar

Objetivo de Avaliação: Expandir

Objetivo de Avaliação: Capacitar

Recurso: Enriquecer

Recurso: Produzir

Breve descrição: *Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?*

As características dos jogos revelam uma forma de organização que permite exercitar algumas habilidades para seguir as regras e a definição de um objetivo traçado. Pensando nisso, o jogo Função Resgate permitirá entender os conhecimentos prévios acerca dos conceitos que permeiam o conteúdo, que inicia-se no ensino fundamental, a saber: localização no sistema cartesiano, ideia variável, interpretação de tabelas, números decimais, relações de dependência e relações entre grandezas direta e indiretamente proporcionais. Por ter várias características comuns a outros jogos de dispositivos móveis, os *affordances* dos alunos, como usuários destes, podem contribuir nesse processo.

Portanto, as etapas do trabalho seriam:

Solicitar aos estudantes que instalem o aplicativo “Função Resgate” em casa, antes da aula, e que explorem ao máximo os níveis;

- a. Questionar aos estudantes se entenderam a proposta do jogo e incentivar a identificação de suas principais expertises para avançar de nível, para que o professor formule a causa dos insucessos, as habilidades que não foram construídas e que atrapalharam o avanço dos níveis.
- b. Definir os conceitos de função com uso do livro didático e do próprio jogo projetado no quadro;
- c. Produzir uma rotação por estações com situações problemas com uso do jogo, para validar os conhecimentos;
- d. Debater os resultados e impressões dos estudantes, propondo uma institucionalização dos conceitos por trás das telas.

Narrativa do cenário: O resgate das funções

Como interpretar criticamente as situações econômicas, sociais, cotidianas e diversas outras, que envolvam variação de grandeza? Como usar gráficos de funções para identificar taxas de variações com o apoio de tecnologias e metodologias inovadoras?

<p>O presente cenário organiza uma metodologia de uso de um jogo pedagógico no ensino de funções, a priori para realizar diagnoses e a posteriori para sistematização do conteúdo, aliado a uma rotação por estações com situações problemas. Divididos em três momentos, a aula se organiza em um momento assíncrono (1 hora) e dois momentos síncronos (4 horas cada). A perspectiva de ensino é de uma aula horizontalizada junto aos estudantes, para que a aprendizagem seja desenvolvida de maneira ativa.</p>	
<p>Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Compreender as relações entre grandezas, a partir das representações gráficas e algébricas. • Identificar o que caracteriza uma função; • Diferenciar as restrições de cada tipo de função; • Analisar as transformações geométricas que uma função sofre ao modificar os seus coeficientes; • Analisar a imagem e domínio de uma função. 	
<p>Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i></p>	<p>Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i></p>
<p>Identificar suas dificuldades e expertises, se envolver colaborativamente com as atividades propostas, autoavaliar as decisões tomadas.</p>	<p>Orientador do processo de aprendizagem, instigador, mediador que não fornece as respostas, mas sim condições para que o aluno alcance as respostas de maneira autônoma.</p>
<p>Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Jogo “Função Resgate”; • Dispositivos móveis; • Livro didático; • Computador; • Lousa digital; • Apostila. 	
<p>Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i></p>	
<p>A família pode se envolver, uma vez que a primeira parte da aula será desenvolvida na casa dos estudantes.</p>	
<p>Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i></p>	
<p>Continua, ocorrendo a partir de todos os processos descritos acima, a fim de alcançar os nossos objetivos. Os instrumentos serão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prints das evoluções dos níveis nos jogos; • Anotações nos cadernos; • Materiais orais construídos na hora da aula; • Autoavaliação. 	

Fonte: Acervo da pesquisa.

Os três pontos centrais destacados pelo Professor B em seu cenário de aprendizagem fazem parte das tendências que o cenário destina. Apesar de

inicialmente não entender o termo “Tendências Relevantes”, ele realizou pesquisas em outros modelos:

Não tinha entendido o que esse termo significava. Olhando o modelo foi que eu entendi. Então aqui eu trouxe três pontos. Primeiro, o conceito de função é um dos mais importantes dentro do ensino da matemática e fora também, por exemplo, no ensino de física e química. Tem também a biologia e lá tem vários cálculos, então está atrelado muito fora da matemática e dentro também. Então eu acho muito relevante trazer situações que exploram esses diversos campos, a economia, enfim. Também nas minhas experiências enquanto professor e também vendo isso, eu vejo que carece muito, existe muita dificuldade dos estudantes na interpretação, leitura e escrita. Quando você se depara com o problema, às vezes não é nem um problema em si. São esses elementos. Isso também é uma tendência a se focar sobre isso. Por isso que eu também fiquei na resolução de problemas como uma das metodologias para para esse cenário. E por último, o uso de jogos como potencial motivador e engajado dos estudantes, por fazer esses estudantes usarem o caráter lúdico do jogo para tentar alcançar e superar essas dificuldades.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Ficam claras as intenções do Professor B com o cenário de aprendizagem e que se apresenta de maneira organizada. Esse fato indica uma evolução da sua gênese documental de maneira estruturada: primeiro enfatiza a importância do estudos de funções matemáticas também em outras áreas do conhecimento como os das Ciências da Natureza; segundo ponto é a necessidade que ele observa se um trabalho focado no letramento matemático estudantes e por esse motivo cita a resolução de problemas como uma estratégia metodológica para este cenário o que podemos inferir evolução no esquema de resolução de problemas; o terceiro ponto é o reconhecimento da potencialidade do jogo Função Resgate para engajar os estudantes e motivá-los a superar suas dificuldades.

Em relação às competências, ele sente dificuldade em descrever as competências, por exemplo na OI-on-line 3 ele apresenta o verbo de ação cognitiva e em seguida a descrição da ação. Na OI-on-line 4 ele usa outros modelos de cenários de aprendizagens como recurso para desenvolver o seu cenário, além da descrição do RED Função Resgate apresentada no guia didático-pedagógico e a própria BNCC. Então o Professor B pretende, de início, que os estudantes precisam “reconhecer os elementos de uma função, por exemplo, reconhecer o que é uma imagem, reconhecer o que é um coeficiente, reconhecer os elementos da função”. Ao realizar as atividades que ele pretende com o cenário de aprendizagem, ele espera que os estudantes elaborem situações (exemplos) em que o conceito de função estaria atrelado. “Então

eles viriam às situações que eles enfrentam, os conceitos sendo aplicados, então seria elaborar seus próprios problemas”.

Em relação ao professor, ele pretende identificar as possíveis dificuldades que os estudantes enfrentam, a relação do estudante com o conceito de função para, então, produzir material didático. *“Então, todas as construções, todos os materiais elaborados seriam como a habilidade que o professor viria alcançar”.* Ele também destaca a importância de separar objetivos de aprendizagem de objetivos de avaliação, reconhecendo que ambos são cruciais, mas têm propósitos distintos. Essa distinção é relevante para um planejamento de qualidade, pois ajuda a definir claramente o que os alunos devem aprender e como sua aprendizagem será avaliada.

Eu achei muito massa que ele dividiu os objetivos de aprendizagem com o da avaliação. São dois objetivos diferentes. Você também não tinha visto nenhum outro planejamento. Com objetivo de aprendizagem, enriquecer de início e enriquecer tanto a aprendizagem por parte dos estudantes quanto do professor. Certo, aqui o mesclei. E por fim, ao final, aperfeiçoar o que ele já tinha com o que ele vai passar a ter. Por isso que eu coloquei isso. A avaliação de início expandir e expandir a visão do professor. A visão que o professor tinha sobre como avaliar a função e, no final, que ele saia capacitado para outros outros cenários de aprendizagem. Fora esse. E quanto aos recursos utilizados, seria enriquecer e entender quais são os recursos e explorar as potencialidades e, ao final, produzir novos. Então e esses foram os verbos utilizados? Quanto às habilidades e os conceitos de jogabilidade.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Observamos que o Professor B que está considerando a importância dos recursos em sua prática docente, alinhando-se com a Abordagem Documental do Didático que enfatiza a evolução dos recursos e esquemas do professor ao longo do tempo e em diferentes contextos de ensino. Ao falar da divisão dos objetivos de aprendizagem com o de avaliação se alinha com a ideia de que o professor deve considerar diferentes momentos e elementos em sua ação docente, como planejamento, implementação e avaliação. Outro ponto importante destacado é o reconhecimento ao mencionar enriquecimento da aprendizagem por parte dos estudantes quanto ao professor, dá indícios da ideia de que os recursos utilizados podem ser uma fonte de apoio para o desenvolvimento profissional.

Também podemos destacar em sua fala: (i) evolução dos recursos e esquemas do professor ao longo da execução do cenário de aprendizagem; (ii) recursos como fontes que podem ampliar a compreensão e a prática docente, relacionado à expansão da visão do professor; (iii) os recursos são entendidos de forma ampla e podem ser reorganizados e recombinaados para atender às necessidades do professor

em diferentes contextos ao mencionar a exploração dos recursos disponíveis e a produção de novos. Esses pontos são indicadores de que a ação do professor sobre os recursos, sua intenção didática e os esquemas de utilização são orientados pelos invariantes operatórios.

Na descrição do cenário de aprendizagens, o Professor B traz elementos presentes no Guia Didático-pedagógico (GD), principalmente ao destacar as etapas a serem seguidas:

Possivelmente as etapas seriam: primeiro solicitar ao estudante, instalar o jogo e explorar ao máximo essa evolução dos níveis na própria casa do estudante, certo? Então, isso seria um trabalho assíncrono. Segundo, questionar os estudantes já na aula presencial, se eles entenderam o que o jogo queria, quais os conhecimentos eles tiveram que ter para evoluir de nível e quais seriam as principais dificuldades para o aluno entender o conceito de função, já que o jogo tem que movimentar esses esquemas para encontrar ali o osso ou o peixe. Por fim, o terceiro momento depois de entender essas dificuldades, esses insucessos ou essas estratégias exitosas, seria definir, por fim, esse conceito de função. Utilizar outros recursos, como por exemplo, o livro didático e também o próprio jogo projetado lá no quadro, né? Depois produzir uma rotação por estações nas várias situações, com problemas fora do contexto do jogo, só que com o apoio desse recurso para resolver esses problemas.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Estas etapas também estão alinhadas às propostas de atividades para o uso do Função Resgate apresentadas por ele nas OI-on-line 1 e 2. O uso de recursos, como o GD do Professor, a BNCC e pesquisas relacionadas, mostra a disposição do Professor B em buscar informações e orientações adicionais para aprimorar seu cenário. Ele também deixa evidente que os conhecimentos prévios dos estudantes são recursos que vão auxiliar tanto no uso do jogo quanto no desenvolvimento de propostas de atividades. Um ponto que merece destaque no cenário de aprendizagem é o uso de metodologias ativas como a “Rotação por Estações com situações problemas com uso do jogo, para validar os conhecimentos”.

Na narrativa do cenário de aprendizagem, ele destaca parte da habilidade da BNCC da qual o RED Função Resgate foi concebido: “interpretar criticamente as situações econômicas, sociais, cotidianas e diversas outras, que envolvam variação de grandeza”. A narrativa do cenário é consistente com a ADD, que enfatiza a importância de documentar a tomada de decisões.

A narrativa, então, foi justamente para entender por que é que eu pensei nesse tipo de cenário e por que esse cenário foi pensado. Então seria justamente partir do princípio do aluno tentar entender como é que a gente resolve várias situações com o uso de uma tecnologia que pode ser acessada por um smartphone, por um dispositivo

móvel que todos têm. Então, como é que a sala de aula se torna mais dinâmica, mais funcional? Que saia do tradicional, entende? Esse foi o meu objetivo na criação desse cenário. Horizontalizar principalmente também essa hora de aprendizado. Não deixar apenas o professor usando um quadro na aula expositiva. Esse movimento quebra totalmente a expectativa do aluno. Quando ele tem que fazer primeiro, estudar o conteúdo, depois fazer um exemplo, depois fazer exercício. Quebra totalmente a dinâmica tradicional da aula de matemática. Então essa descrição da narrativa do cenário foi justamente para organizar essa linha de pensamento.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

Observamos, nesta fala como acontece a tomada de decisão por parte do Professor B, e particularmente, como ele considera que os recursos desempenham um papel central na sua sua prática e que/como a tecnologia pode tornar a sala de aula mais dinâmica e funcional. O objetivo seria o de horizontalizar o aprendizado, ou seja, criar um ambiente de aprendizagem em que os estudantes também são ativos na construção do conhecimento quebrando a dinâmica tradicional de aula expositiva. A partir da fala podemos ter uma visão direta das motivações e objetivos, do Professor B, por trás da criação do cenário de aprendizagem, o que reforça a importância e a eficiência do percurso metodológico adotado nesta pesquisa.

Em relação aos objetivos de aprendizagem, eles são orientados pelos invariantes operatórios do Professor B. Ele propõe que os estudantes desenvolvam habilidades de: compreender as relações entre grandezas, a partir das representações gráficas e algébricas que dão ênfase à compreensão prática dos conceitos; identificar o que caracteriza uma função, o que solicita dos estudantes identificar as características essenciais que definem uma função; diferenciar as restrições de cada tipo de função, neste caso os estudantes são desafiados a diferenciar as restrições de diferentes tipos de funções. Esse objetivo é um reflexo do anterior; analisar as transformações geométricas que uma função sofre ao modificar os seus coeficientes. Essa análise promove uma compreensão da relação entre as representações geométrica e algébrica e por fim, analisar a imagem e domínio de uma função, o que incentiva a exploração prática das funções e como elas se aplicam.

Neste cenário, os estudantes deverão realizar uma autoavaliação para identificarem suas próprias dificuldades não só relacionadas ao conhecimento de função, mas as tomadas de decisões no jogo. Ao sinalizar as possíveis dificuldades, o professor exerce o papel de mediador que fornece condições para que os estudantes desenvolvam suas aprendizagens de maneira autônoma. Nesse processo

o Professor B destaca em sua fala o uso de outros recursos além do RED Função Resgate, como os smartphones, o livro didático e o computador do professor.

Conforme apresentado, os estudantes vão iniciar o processo de apropriação do RED Função Resgate em casa, e neste caso, a participação da família, externo a escola pode desempenhar um papel importante. Percebemos que o Professor B o papel da família como recurso que pode auxiliar os estudantes nesse processo de apropriação ou de viabilizar condições para tal, como disponibilizar o acesso ao dispositivo móvel. Outros recursos ficam evidentes na fala do professor no momento em que ele fala sobre a avaliação das atividades desenvolvidas:

Enfim, eu acho que o professor pode pedir prints das partes que você não consegue solucionar, dos níveis que você não conseguiu solucionar. Aí, com esses prints, o professor também poderia até tentar entender o que está acontecendo ali e qual a dificuldade dele. As anotações dos cadernos é fundamental na hora da resolução dos problemas. Os materiais foram construídos oralmente ali, então, a própria fala do estudante, as próprias perguntas são materiais de avaliação. E a auto avaliação que eu citei no início.

(Transcrição da fala do Professor B) (acervo da pesquisa).

O Professor B propõe uma avaliação contínua a fim de alcançar os objetivos esperados no cenário de aprendizagens. Na fala é apresentado alguns esquemas de usos dos recursos que ele propõe utilizar como instrumento de avaliação.

6.2.3.2.3 O Cenário de Aprendizagem do Professor C

O Professor C, assim como os Professores A e B, encontrou dificuldades iniciais em compreender os aspectos essenciais que um cenário de aprendizagem e destaca alguns pontos interessantes em nossas análises. Ele apresentou uma sugestão de modelo de cenário de aprendizagem, mas preferiu utilizar o modelo disponibilizado, o que significa que ele realizou pesquisas para entender mais sobre cenários de aprendizagens. Resultado dessa pesquisa, o Professor C demonstra ter entendido, de modo geral, o que é um cenário de aprendizagem:

Mas o que eu percebi é que é como se eles estivessem preparando um cenário mesmo. E o nome é preparando o contexto, um ambiente para usar aquele recurso, entendeu? Não era bem um plano de aula, não achei que era um plano de aula, porque não tinha assim ali as etapas. Tipo: não tinha um roteiro, sei lá! Comparando por exemplo com o script, mas acho que não tem nada a ver.

(Transcrição da fala do Professor C) (acervo da pesquisa).

Na fala: “é como se eles estivessem preparando um cenário mesmo”, O Professor C está fazendo menção aos autores dos cenários de aprendizagens que ele realizou a pesquisa. Também, na sequência, durante o momento antes da OI-on-line

5 (I), ele apresenta o que conseguiu desenvolver no seu cenário de aprendizagem, apresentando uma evolução em relação à OI-on-line 3.

Quadro 19 - Cenário de Aprendizagem do Professor C na OI-on-line 4.

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina:	Conteúdo:
Público alvo:	Previsão do tempo de duração:
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
Da BNCC: “a BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias” “no Ensino Médio o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos.” (Nesse caso, a questão dos impactos da destinação errada de resíduos/rejeitos nos oceanos e a necessidade de ações para garantir a preservação ambiental) “Os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas.” (Nesse sentido, raciocinar sobre representar e comunicar soluções para o tema em discussão)	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno:	Aluno:
Professor:	Professor:
Objetivo de aprendizagem:	Objetivo de aprendizagem:
Objetivo de Avaliação:	Objetivo de Avaliação:
Recurso:	Recurso:
Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i>	
Matemática e suas tecnologias (estudo de funções, comportamento e gráfico) e Ciências da Natureza e suas tecnologias (danos causados pelos rejeitos, sobretudo o plástico que chega nos rios e oceanos - ameaça a vida nesses habitats; a dificuldade de remediar a situação - ex. para onde destinar esse material, o que fazer com material não biodegradável, o micro plástico, os danos a saúde humana - cadeia alimentar - ser humano que se alimenta de animais que viviam em ambientes poluídos, etc) . Mas a temática pode ser discutida ainda no plano das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (o modelo de exploração econômica não-sustentável atual versus a necessidade de adotar modelos sustentáveis, etc) e Linguagens (formas de comunicar as reflexões, soluções, expressões artísticas sobre o tema ou ainda ‘construções’ artística com material reaproveitado que seria descartado nos oceanos ou retirados dos oceanos) .	

Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i>	
Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i>	Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i>
Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i>	
Computador Projetor celulares (individual) aplicativo (jogo)	
Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i>	
Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i>	

Fonte: Acervo da pesquisa.

Observamos que o Professor C apenas desenvolve alguns “campos” do seu cenário de aprendizagem, como: Tendência(s) Relevante(s), Descrição do Cenário e Recursos.

No campo ‘Tendência(s) Relevante(s)’, ele apresenta citações da BNCC para descrever as tendências propostas para que os estudantes sejam estimulados “a desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, construção de modelos e resolução de problemas”. Inferimos a partir da sua apresentação duas tendências, são elas: a integração de tecnologias na educação, onde os estudantes devem utilizar tecnologias para apoiar o processo de aprendizagem e aprendizagem interdisciplinar e contextualizada integrando a matemática em diferentes contextos. Principalmente às Ciências da natureza ao qual o RED é contextualizado, como os impactos da destinação errada de resíduos nos oceanos e a preservação ambiental. Esses pontos analisados mostram evolução nos esquemas do Professor C inferidos na OI-on-line 1 e 2, que antes destacou a importância da preservação ambiental abordada no RED Função Resgate, e na OI-on-line 4 consegue fazer uma relação com as orientações curriculares de maneira interdisciplinar.

O Professor C descreve as possibilidades que o seu cenário de aprendizagem pode abranger de modo interdisciplinar, não só a matemática, mas levar a discussão da temática que o RED Função Resgate apresenta para Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, e Linguagens. Fica claro que ele mobiliza invariantes operatórios para cada uma das áreas de conhecimento apresentadas. Os recursos mencionados por ele como proposta para executar o cenário nessa abordagem interdisciplinar foram o computador com projetor, dispositivo móvel (celulares individuais) e o RED Função resgate.

6.2.3.2.4 Resultados das análises da OI-on-line 4

As análises dos cenários de aprendizagem dos Professores A, B e C revelam abordagens distintas na concepção e desenvolvimento de seus cenários para o uso do RED Função Resgate na sala de aula, refletindo elementos das suas experiências profissionais, vivências das orquestras anteriores e invariantes operatórios o que nos dá subsídios para caracterizar que há evolução da gênese documental individual dos professores.

Realizamos algumas considerações em relação ao desenvolvimento da OI-on-line 4. Ambos os professores apresentaram evolução na compreensão dos elementos essenciais de um cenário de aprendizagens: o Professor A concentrou-se em entender o cenário tanto do ponto de vista do professor quanto dos estudantes, principalmente, considerando as dificuldades ao jogar o jogo e como aprender através dele e também enfatizou a importância da gamificação; o Professor B buscou alinhar os objetivos de aprendizagem com as tendências educacionais e reconhecendo a importância dos recursos e da tecnologia na sala de aula. Ele também destaca três pontos centrais em seu cenário como tendências relevantes; o Professor C, embora tenha enfrentado dificuldades iniciais, começou a desenvolver seu cenário com ênfase na interdisciplinaridade, destacando a importância de integrar a matemática com outras áreas do conhecimento.

Ambos os professores reconheceram a importância de associar outros recursos para viabilizar o uso do RED de forma democrática, considerando que alguns estudantes não têm acesso a dispositivos móveis, para isso, propõe o uso de computadores e projetores para espelhamento da tela do smartphone e atender às necessidades dos estudantes promovendo a interatividade na sala de aula. O

Professor B, em particular, enfatizou o potencial motivador dos jogos para engajar os estudantes e superar dificuldades de leitura e interpretação.

Em relação aos objetivos de aprendizagem, cada professor demonstrou diferentes intenções. O Professor A focou na compreensão de conceitos matemáticos por meio do jogo, enquanto o Professor B destacou a importância do letramento matemático e o Professor C enfatizou a integração interdisciplinar. Particularmente os Professores A e B reconhecem que os objetivos de aprendizagem desempenham papéis distintos no cenário de aprendizagem.

6.2.3.3 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 5 (I)

Esta Orquestração Instrumental on-line aconteceu de maneira síncrona e cooperativa e foi desenvolvida com base na relação “dialética entre recursos e documentos” (Gueudet; Trouche, 2009). A OI-on-line 5 foi dividida em dois momentos: o primeiro momento, OI-on-line 5(I), foi subdividido em três etapas, sendo: na etapa (i) foi realizada uma escuta individual sobre a as atividades da Orquestração Instrumental on-line 4 (OI-on-line 4) apresentada suas análises anteriormente; na etapa (ii) disponibilizamos aos professores um cenário de aprendizagem de um dos participantes de modo que cada um recebesse um cenário diferente, sendo o Professor B o Cenário do Professor A, O Professor C o cenário do Professor B e o Professor A o cenário do Professor C. Nesta etapa, cada participantes tiveram um tempo estimado em 10 minutos para contribuir de forma cooperativa e incremental no cenário disponibilizado, realizando contribuições. Em seguida, ocorreu um novo ciclo em que o cenário resultante é passado para outro participante, por exemplo: o Cenário do Professor A que foi analisado e recebeu contribuições do Professor B, foi entregue ao Professor C para que o mesmo possa ser analisado e receber contribuições. E, na etapa (iii), o cenário com a ideia inicial retornou ao seu idealizador. O Segundo momento, OI-on-line 5(II) os participantes foram submetidos a desenvolverem um cenário de aprendizagem de forma coletiva e suas análises serão apresentadas adiante.

Os cenários resultantes desse processo realizado na etapa (ii), foram desenvolvidos em dois ciclos, sendo no primeiro ciclo:

- 1. (Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B;
- 2. (Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C;
- 3. (Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A.

E no segundo ciclo:

- 4. [(Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B] + análises e contribuições do Professor C;
- 5. [(Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C] + análises e contribuições do Professor A;
- 6. [(Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A] + análises e contribuições do Professor B;

6.2.3.4 A Performance Didática da OI-on-line 5(I)

Durante o processo cooperativo os professores foram solicitados a não interagir verbalmente entre si, apenas analisar e agregar possíveis contribuições nos cenários de aprendizagens dos outros participantes, para não ter influência direta, apenas a sua percepção. No segundo ciclo os comentários e sugestões dadas ficaram visíveis para que o participante se apropriar e analisar antes de realizar as suas. Foi solicitado que utilizassem a ferramenta “Sugestão” do *Google documentos* para deixar visível as contribuições dadas. Para manter essas contribuições visíveis, realizamos alguns grifos e mudanças da cor do texto: cor vermelha para indicar a(as) contribuições no primeiro ciclo e na cor roxo escuro, no segundo ciclo. Também destacamos o texto (cor amarela) onde foi deixado algum comentário relevante pelo participante que analisou o cenário no respectivo ciclo. A seguir iremos apresentar cada um dos cenários seguido de algumas ponderações.

- 1. (Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B

Quadro 20 - (Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B.

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Estudo das Funções
Público alvo: 1º ano EM	Previsão do tempo de duração: 4h a
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
álgebra	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
De: nível atual	Para: nível desejado

Aluno: compreender	Aluno: Formalizar Formalização
Professor: prática praticar	Professor: Dinamizar dinâmico
Objetivo de aprendizagem: Como seria um verbo que falasse da noção, eu pensaria em "Identificar" noção	Objetivo de aprendizagem: Validar validação
Objetivo de Avaliação: Pensando em verbos de avaliação: capacitar, formar, avaliar, ...	Objetivo de Avaliação:
Recurso: Papel do recurso: ancorar? Potencializar? ...	Recurso:
Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i>	
O aluno exercita domínio sobre diversos cenários: como a autonomia, centralidade do conhecimento, interação com ferramentas tecnológicas, desenvolvimento do conhecimento algébrico, geo-posicional e de raciocínio lógico. Além da interação com o meio.	
Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i>	
O aluno compreender o básico de funções, saber resolver situações problemas em que envolvem o assunto de funções. Compreender o que é plano cartesiano e sua relação com o dia-a-dia. As habilidades de competências estão em consonância com a BNCC. Seria possível avançar no verbo compreender? Para além de ... Ex: elaborar soluções, desenvolver soluções...	
Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i>	Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i>
No jogo e logo em seguida, na atividade mais formalizada	Primeiro: se mostrar disponível para troca de ideias com os alunos. A interação entre as duas partes é tão importante, quanto todo o processo. O aluno se assegura de seus objetivos quando há a promoção de suas atividades em que ele seja contemplado e ouvido. No caso, o jogo promove essa oportunidade.
Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i>	
Celulares, tablets e computadores (com emulador) e projetor. O aluno e o professor utilizarão dessas ferramentas para o desenvolvimento melhor da aprendizagem, Durante a aula será mostrado com um projetor alguns modos práticos e rápidos para utilização da atividade.	
Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i>	
Professores (orientador do conteúdo), alunos (alvo e centralidade do conteúdo) e coordenação/ serviços de TI (para auxílio com algum problema tecnológico, caso ocorra)	
Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i>	
De imediato: o comportamento dos alunos, as dúvidas e comentários. Em seguida, uma atividade escrita em que tenha elementos do jogo presente (isso ajudará aos alunos a perceber a relação do conteúdo e dos exercícios).	

Narrativa do Cenário:

Para o aluno, o conhecimento pode se estender em diversas formas práticas da vivência e dos conhecimentos. A primeira delas é enxergar sua utilização em situações na sociedade. E para isso temos a realização de uma mera questão onde a situação-problema envolve um táxi, ou taxas e operações intercambiáveis no mercado. **Que conceitos são movimentados nessas situações? Quais seriam os elementos de funções que seria focado? Já que seria uma aula de 4h.** A obtenção desse pensamento é formalizada através do uso e da manipulação do algoritmo. Para o aluno expandir esse conceito e, não só identificar situações problemas, como reconhecer novos significados, o estudo mais teórico da álgebra - e nesse caso, de funções - se torna necessário.

Na realização da atividade, em si do jogo, o aluno pode apresentar dificuldade na identificação de certos elementos que compõe a função (como os coeficientes) e na própria associação do gráfico com as leis de formação e isso sem trazer à tona comentários acerca da noção do que é domínio, contradomínio e imagem da função. Em caráter introdutório, o professor pode permitir ao aluno ter esse desafio e instigá-lo cada vez mais através do desenvolvimento pré-assimilativo do conteúdo e de forma dinâmica construir noções adequadas para o desenvolvimento básico do assunto. Em seguida, um assunto mais prático e abstrato e com a utilização de exercícios e por fim, uma reaplicação do jogo para averiguação do conhecimento.

Para o professor {e falo de forma pessoal e profissional} a visualização do conteúdo tem que vislumbrar todo o panorama que insira o aluno em suas perspectivas reais e mais: que possa levá-lo a compreender abstrações matemáticas. Acredito que não devemos reduzir a matemática ao ponto de vista meramente utilitarista (onde seus conhecimentos só devem servir para aplicações práticas), ainda mais como professores de matemática, claro que de toda forma abordar o conteúdo de forma razoável e que o aluno seja o centro, e não o conteúdo, é essencial. As questões acima apreciadas, podemos partir para a realização da atividade com assimilação do conteúdo de forma prática e verdadeira.

O aluno olha para o jogo com a perspectiva de gamificação das situações, seja pela sensação de desafio – que a própria matemática fornece –, ou como o produto das resoluções daquilo que ele tem vivência (em termos práticos, jogos eletrônicos, situações reais e dinâmicas). Fugir dessas relações práticas é desfavorecer um terreno fértil para o aprendizado individual e coletivo. E a obtenção desse saber e conhecimento se fomenta com o tutor trazendo essa experiência para o aluno.

Fonte: Acervo da pesquisa.

Conforme já apresentado, o cenário de aprendizagem do Professor A tem foco na compreensão dos conceitos básicos das funções matemáticas, com a introdução de atividades práticas a partir do uso RED Função Resgate para envolver os estudantes. Também enfatiza a importância de os estudantes enxergarem a aplicação prática da matemática, especialmente em situações e desafios proporcionadas pelo RED que envolve a gamificação para motivar os estudantes na interação com a matemática.

O Professor B analisou o cenário de aprendizagem desenvolvido pelo Professor A. Ele realiza alguns ajustes nos verbos que descreve as competências que se encontra e às que pretende alcançar a partir do cenário. Isso torna os objetivos mais claros, o que é essencial para a avaliação do aprendizado. No mesmo tópico, ele deixa três ponderações: a primeira relacionada à palavra “noção” na qual ele reflete sobre qual verbo pode indicar uma ação cognitiva que contemple esta palavra

e deixa algumas sugestões para os Professores C ou A analisar visto que, ao final deste ciclo, este cenário seguiu para o Professor C analisar; a segunda ponderação diz respeito ao “objetivo de avaliação” e deixa sugestões de competências relacionadas a “capacitar”, “formar”, “avaliar”; e a terceira ponderação foi em sugerir competências que o “recurso” pode proporcionar inicialmente.

Abaixo, no tópico “Objetivos de aprendizagens assumidos para este cenário”, o Professor B deixa sugestões relacionadas à competência “compreender”, e, se não seria possível que os estudantes alcançassem competências relacionadas a “elaborar”, “desenvolver”. Na descrição do cenário ele também deixa um questionamento sobre quais os elementos de funções matemáticas seriam abordados no cenário “a” e se o tempo proposto seria suficiente. No primeiro caso podemos inferir que o Professor B entende a proposta do Professor A, mas propõem que o estudante alcance habilidades que vão além da compreensão, o que mostra evolução da gênese documental. Já no segundo caso, o Professor B mobiliza invariantes operatórios para que o Professor A deixasse claro quais elementos e conceitos seriam explorados a partir do cenário de aprendizagem proposto, além de ter consciência da gestão do tempo para execução.

- 2. (Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C

Quadro 21 - (Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C

Cenários de aprendizagens	
Título: Explorando funções - aprendizagem lúdica	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Funções
Público alvo: 1º ano do EM	Previsão do tempo de duração: 9h/a
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
O conceito de função é um dos mais importantes no ensino da Matemática pois dele dependem diversos conhecimentos (na matemática e fora dela).	
Percebo enquanto professor, a Ancorado na Base Nacional Comum Curricular - BNCC e em outras orientações curriculares, que há habilidades que permeiam o conceito que precisa ser desenvolvidas: escrita, leitura, interpretação e capacidade de elaborar e resolver problemas são as principais.	

<p>“A contemporaneidade é fortemente marcada pelo desenvolvimento tecnológico. Tanto a computação quanto às tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes na vida de todos”(BNCC, ano)</p> <p>“Além disso, grande parte das informações produzidas pela humanidade está armazenada digitalmente. Isso denota o quanto o mundo produtivo e o cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais, situação que tende a se acentuar fortemente no futuro.”</p> <p>Por outro lado, Nesse sentido, o uso de jogos digitais tem potencial engajador por seu caráter lúdico, e por já ser parte do cotidiano da maioria dos estudantes, o que pode ser um recurso para desenvolver nos alunos essas habilidades apontadas na BNCC necessárias.</p>	
<p>Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro.</p> <p>Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir</p>	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: Reconhecer	Aluno: Elaborar
Professor: Identificar	Professor: Produzir
Objetivo de aprendizagem: Enriquecer	Objetivo de aprendizagem: Aperfeiçoar
Objetivo de Avaliação:Expandir	Objetivo de Avaliação: Capacitar
Recurso: Enriquecer	Recurso:Produzir
<p>Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i></p>	
<p>As características dos jogos revelam uma forma de organização que permite exercitar algumas habilidades para seguir as regras e a definição de um objetivo traçado. Pensando nisso, o jogo Função Resgate permitirá entender os conhecimentos prévios acerca dos conceitos que permeiam o conteúdo, que inicia-se no ensino fundamental, a saber: localização no sistema cartesiano, ideia variável, interpretação de tabelas, números decimais, relações de dependência e relações entre grandezas direta e indiretamente proporcionais. Por ter várias características comuns a outros jogos de dispositivos móveis, os <i>affordances</i> dos alunos, como usuários destes, podem contribuir nesse processo.</p> <p>Portanto, as etapas do trabalho seriam:</p> <ol style="list-style-type: none"> Solicitar aos estudantes que instalem o aplicativo “Função Resgate” em casa, antes da aula, e que explorem ao máximo os níveis; Questionar aos estudantes se entenderam a proposta do jogo e incentivar a identificação de suas principais expertises para avançar de nível, para que o professor formule a causa dos insucessos, as habilidades que não foram construídas e que atrapalharam o avanço dos níveis. Definir os conceitos de função com uso do livro didático e do próprio jogo projetado no quadro; Produzir uma rotação por estações com situações problemas com uso do jogo, para validar os conhecimentos; Debater os resultados e impressões dos estudantes, propondo uma institucionalização dos conceitos por trás das telas. 	
<p>Narrativa do cenário: O resgate das funções</p>	
<p>Como interpretar criticamente as situações econômicas, sociais, cotidianas e diversas outras, que envolvam variação de grandeza? Como usar gráficos de funções para identificar taxas de variações com o apoio de tecnologias e metodologias inovadoras?</p>	

<p>O presente cenário organiza uma metodologia de uso de um jogo pedagógico no ensino de funções, a priori para realizar diagnoses e a posteriori para sistematização do conteúdo, aliado a uma rotação por estações com situações problemas. Em cada estação os alunos podem deixar seus registros/conclusões para fomentar um grande debate:</p> <p>Os problemas apontados nas estações podem ser (exemplos):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mostrar fotos de produtos e materiais em épocas diversas diversas (Exemplos prateleiras de supermercados antigos com refrigerantes apenas em garrafas de vidro retornáveis x prateleiras hoje com refrigerantes apenas em embalagens 'PET') . Questionar o que eles observam. Espera-se que a proliferação' do uso de plástico na época atual. • Tentar chegar a uma estimativa de 'quanto' plástico uma pessoa descarta por dia. Tentar estimar o mesmo para a população de uma cidade de X habitantes (usar a população da cidade onde se encontra a escola). • Apresentar fotos dos danos causados pelo descarte/rejeito inadequado do plástico (ilhas de plástico/lixo no meio dos oceanos, mortes de animais causadas por ingestão ou ferimento por objetos descartados nos rios,praias e oceanos, microplásticos, sangue com microplástico, etc). Levantar alternativas, soluções para esses problemas. • Jogar o jogo função resgate. • Divididos em três momentos, a aula se organiza em um momento assíncrono (1 hora) e dois momentos síncronos (4 horas cada). <p>A perspectiva de ensino é de uma aula horizontalizada junto aos estudantes, para que a aprendizagem seja desenvolvida de maneira ativa.</p>	
<p>Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Compreender as relações entre grandezas, a partir das representações gráficas e algébricas. • Identificar o que caracteriza uma função; • Diferenciar as restrições de cada tipo de função; • Analisar as transformações geométricas que uma função sofre ao modificar os seus coeficientes; • Analisar a imagem e domínio de uma função. 	
<p>Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i></p>	<p>Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i></p>
<p>Identificar suas dificuldades e expertises, se envolver colaborativamente com as atividades propostas, autoavaliar as decisões tomadas.</p>	<p>Orientador do processo de aprendizagem, instigador, mediador que não fornece as respostas, mas sim condições para que o aluno alcance as respostas de maneira autônoma.</p>
<p>Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Jogo "Função Resgate"; • Dispositivos móveis; • Livro didático; • Computador; • Lousa digital; • Apostila. 	
<p>Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i></p>	
<p>A família pode se envolver, uma vez que a primeira parte da aula será desenvolvida na casa dos estudantes.</p>	

Avaliação: *Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?*

Continua, ocorrendo a partir de todos os processos descritos acima, a fim de alcançar os nossos objetivos. Os instrumentos serão:

- Prints das evoluções dos níveis nos jogos;
- Anotações nos cadernos;
- Materiais orais construídos na hora da aula;
- Autoavaliação.

Fonte: Acervo da pesquisa.

O Professor B destacou em seu cenário de aprendizagem três pontos centrais que trata da interdisciplinaridade, do letramento matemático e a importância dos jogos como motivador para o engajamento dos estudantes para aprender funções matemáticas. Ele propõe como objetivo principal horizontalizar o aprendizado, tornando a sala de aula mais dinâmica e funcional.

O Professor C analisou o cenário de aprendizagem desenvolvido pelo Professor B e trouxe contribuições relacionadas às recomendações curriculares da BNCC, que destacam a importância da tecnologia na educação, alinhando-se com as tendências educacionais atuais. Além disso, na narrativa do cenário de aprendizagem, o Professor B sugere uma rotação por estações como parte do processo, mas não traz detalhes sobre quais tipos específicos de estações estão envolvidos. Nas contribuições do Professor C, ele apresenta exemplos de situações-problema específicas para as estações, como análise e discussões sobre o impacto ambiental do uso de plástico. Essas sugestões ampliam a compreensão sobre como as estações podem ser utilizadas para promover o uso do RED Função Resgate na aprendizagem de funções matemáticas, integrando-o a questões do mundo real.

As sugestões do Professor C no cenário desenvolvido pelo Professor B, nos leva a inferir evolução da sua gênese documental quando se compara com as ideias iniciais apresentadas por ele no seu cenário de aprendizagem, ao mobilizar esquemas que envolvem o papel que o professor, a interdisciplinaridade, questões ambientais, o uso de tecnologias e metodologias ativas. Na ocasião, OI-on-line 4, o Professor C apenas apresentou as ideias iniciais das tendências relevantes e uma breve descrição do cenário.

A seguir apresentamos o cenário de aprendizagem desenvolvido pelo Professor C na OI-on-line 4 com as contribuições do Professor A na OI-on-line 5(I), em destaques.

- 3. (Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A

Quadro 22 - (Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina: matemática	Conteúdo: INTRODUÇÃO A FUNÇÕES
Público alvo: 1º ANO EM ENSINO MÉDIO	Previsão do tempo de duração: ENTRE 3 A 4 AULAS
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
Da BNCC: <p>“a BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias”</p> <p>“no Ensino Médio o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos.” (Nesse caso, a questão dos impactos da destinação errada de resíduos/rejeitos nos oceanos e a necessidade de ações para garantir a preservação ambiental)</p> <p>“os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas.” (Nesse sentido, raciocinar sobre, representar e comunicar soluções para o tema em discussão)</p>	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: desenvolvimento	Aluno: formalização
Professor: aplicabilidade	Professor: confiança
Objetivo de aprendizagem: aprendizado	Objetivo de aprendizagem: segurança
Objetivo de Avaliação: averiguar	Objetivo de Avaliação: pontuar
Recurso:	Recurso:
Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i>	
<p>Matemática e suas tecnologias (estudo de funções , comportamento e gráfico) e Ciências da Natureza e suas tecnologias (danos causados pelos rejeitos, sobretudo o plástico que chega nos rios e oceanos - ameaça a vida nesses habitats; a dificuldade de remediar a situação - ex. para onde destinar esse material, o que fazer com material não biodegradável, o microplástico, os danos a saúde humana - cadeia alimentar - ser humano que se alimenta de animais que viviam em ambientes poluídos,etc) . Mas a temática pode ser discutida ainda no plano das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (o modelo de exploração econômica não-sustentável atual versus a necessidade de adotar modelos sustentáveis, etc) e Linguagens (formas de comunicar as reflexões, soluções, expressões artísticas sobre o tema ou ainda ‘construções’ artística com material reaproveitado que seria descartado nos oceanos ou retirados dos oceanos) .</p>	

Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i>	
Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i>	Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i>
Como espectadores, jogadores e avaliadores (do ponto de vista prático deles) e com obtenção do conhecimento interdisciplinar	Estar disponível para dúvidas e mostrar interação durante todo o processo da atividade. Competências como: liderança, segurança e prática com atividades inovadoras.
Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i>	
Computador Projetor celulares (individual) aplicativo (jogo)	
Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i>	
Professores, coordenação e os organizadores da área de TI	
Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i>	
<p>Enxergo que o aluno e o professor possam estar elaborando a avaliação de forma mais qualitativa do que quantitativa. O professor deve estar atento aos argumentos e sugestões dos alunos durante a realização da atividade e o aluno deve estar ciente que o conhecimento desenvolvido durante o jogo é de suma importância para estabelecer novos conceitos.</p> <p>Ciente das duas visões acima, podemos destacar alguns parâmetros para correção da atividade: em cada estágio/nível uma dupla de alunos explicar como pode ter sido resolvida a situação. Além disso, discutir sobre a demanda de forma mais teórica trará uma maior compreensão do conteúdo.</p>	

Fonte: Acervo da pesquisa.

O Professor C apresentou as ideias iniciais do seu cenário de aprendizagem enfatizando a interdisciplinaridade ao relacionar conceitos matemáticos e a temática na qual o jogo foi desenvolvido, com questões ambientais, especificamente, os impactos da destinação inadequada de resíduos nos oceanos. Ele apresentou suas ideias sob a ótica das orientações curriculares da BNCC e utilizando recursos tecnológicos para apoiar de maneira democrática o processo de aprendizagem dos estudantes.

O Professor A analisou o cenário de aprendizagem desenvolvido pelo Professor C e acrescentou suas sugestões e comentários. Ele sugere que o cenário seja destinado aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio, para introdução às funções

matemáticas, com uma previsão de execução do cenário de quatro aulas. Sobre as tendências relevantes apresentadas pelo Professor C, o Professor A deixou um comentário relacionado às citações da BNCC no cenário. Para ele, *“a BNCC não contempla as individualidades regionais e pessoais, tratando os alunos como uma absorção de informações. Vejo que a prática do conhecimento é importante, mas saber direcionar para um campo mais teórico e mais abstrato, tanto quanto”*. Neste sentido ele acredita que os estudantes devam estar inseridos em atividades matemáticas teóricas e abstratas e não só contextualizadas, pois dependendo da região geográfica em que os estudantes estão inseridos, o ensino de matemática por meio de uma abordagem contextualizada pode não contemplar, por exemplo.

O Professor A também descreveu as competências a serem alcançadas a partir do cenário de aprendizagem “c”. Apesar dos verbos que indicam a competência não estarem no infinitivo, é possível inferir sua intenção: para o estudante, ele sugere desenvolver, em um nível atual, para formalizar numa perspectiva futura; para o professor, ele sugere aplicar, em um nível atual, para confiar; para o objetivo de avaliação, ele sugere averiguar, em um nível atual, para pontuar. Em relação ao objetivo de aprendizagem, inferimos apenas a competência “aprender” no nível atual.

Na descrição do cenário de aprendizagem, o Professor A questiona: *“além da abordagem mais contextualizada, de que forma mais prática para o campo abstrato da matemática o jogo pode ser contribuído, ou a construção temática?”*, fazendo referência a maneira que o professor apresenta o conhecimento matemático tendo como foco principal questões ambientais e não nas funções matemáticas em si, como abordado no RED Função Resgate.

Em relação ao papel que os estudantes devem exercer, o Professor A destaca que do ponto de vista prático os estudantes devem atuar como espectadores, jogadores e avaliadores para obter conhecimento de maneira interdisciplinar. Ele não faz menção a interação durante o processo, mas em relação ao papel do professor, ele aponta que o professor deve propor a *“interação durante todo o processo da atividade”* e estar disponível para tirar dúvidas e propor atividades inovadoras. Ele também sugere que *“professores, coordenação e os organizadores da área de TI”* estarão envolvidos nesse processo.

Para avaliar os estudantes, o Professor A sugere uma avaliação de cunho qualitativo e *“o professor deva estar atento aos argumentos e sugestões dos alunos durante a realização da atividade”*, do mesmo modo que os estudantes devam *“estar*

ciente que o conhecimento desenvolvido durante o jogo é de suma importância para estabelecer novos conceitos”. Ele deixa claro que o estudante deve explicar a tomada de estratégia usada para realizar a fase/nível no jogo e discutir de maneira teórica e abstrata para obter melhor desempenho e compreensão das funções matemáticas.

- 4. [(Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B] + análises e contribuições do Professor C;

Quadro 23 - [(Cenário “a” do Professor A) + análises e contribuições do Professor B] + análises e contribuições do Professor C

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Estudo das Funções
Público alvo: 1º ano EM	Previsão do tempo de duração: 4h a
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
álgebra	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: compreender	Aluno: Formalizar Formalização
Professor: prática Praticar	Professor: Dinamizar dinâmico
Objetivo de aprendizagem: Como seria um verbo que falasse da noção, eu pensaria em "Identificar" noção	Objetivo de aprendizagem: Validar validação
Objetivo de Avaliação: Pensando em verbos de avaliação: capacitar, formar, avaliar, ...	Objetivo de Avaliação:
Recurso: Papel do recurso: ancorar? Potencializar? ...	Recurso:
Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i>	
O aluno exercita domínio sobre diversos cenários: como a autonomia, centralidade do conhecimento, interação com ferramentas tecnológicas, desenvolvimento do conhecimento algébrico, geo-posicional e de raciocínio lógico. Além da interação com o meio. O contexto de que o jogo se utiliza (“salvar vidas marinhas que estão presas em lixos proveniente da ação humana, melhorando a qualidade de vida dos oceanos e dos próprios seres humanos.”) abre espaço para discussões , pesquisas, reflexões e ainda propostas de soluções no plano das Ciências da Natureza e suas tecnologias (como eliminar o plástico	

<p>e microplástico? tratamento físico? químico? Quais materiais biodegradáveis ou facilmente reaproveitados podem substituir o plástico no uso cotidiano? etc) além das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (Discutir tipos de desenvolvimento não-sustentável e sustentável, disputa de poder na produção e consumo, papel dos indivíduos, da sociedade civil, dos governos na promoção da sustentabilidade, etc)</p>	
<p>Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i></p>	
<p>O aluno compreender o básico de funções, saber resolver situações problemas em que envolvem o assunto de funções. Compreender o que é plano cartesiano e sua relação com o dia-a-dia. As habilidades de competências estão em consonância com a BNCC. Seria possível avançar no verbo compreender? Para além de ... Ex: elaborar soluções, desenvolver soluções..... Discutir o papel social na preservação do meio ambiente, etc. Propor soluções</p>	
<p>Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i></p>	<p>Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i></p>
<p>No jogo e logo em seguida, na atividade mais formalizada Pesquisar sobre o tema do lixo nos oceanos, sobre alternativas já existentes e outras possíveis alternativas para corrigir e evitar a permanência desse problema.</p>	<p>Primeiro: se mostrar disponível para troca de ideias com os alunos. A interação entre as duas partes é tão importante, quanto todo o processo. O aluno se assegura de seus objetivos quando há a promoção de suas atividades em que ele seja contemplado e ouvido. No caso, o jogo promove essa oportunidade.</p>
<p>Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i></p>	
<p>Celulares, tablets e computadores (com emulador) e projetor. O aluno e o professor utilizarão dessas ferramentas para o desenvolvimento melhor da aprendizagem, Durante a aula será mostrado com um projetor alguns modos práticos e rápidos para utilização da atividade.</p>	
<p>Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i></p>	
<p>Professores (orientador do conteúdo), alunos (alvo e centralidade do conteúdo) e coordenação/serviços de TI (para auxílio com algum problema tecnológico, caso ocorra)</p>	
<p>Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i></p>	
<p>De imediato: o comportamento dos alunos, as dúvidas e comentários. Em seguida, uma atividade escrita em que tenha elementos do jogo presente (isso ajudará os alunos a perceber a relação do conteúdo e dos exercícios).</p>	
<p>Narrativa do Cenário: Para o aluno, o conhecimento pode se estender em diversas formas práticas da vivência e dos conhecimentos. A primeira delas é enxergar sua utilização em situações na sociedade. E para isso temos a realização de uma mera questão onde a situação-problema envolve um táxi, ou taxas e operações intercambiáveis no mercado Que conceitos são movimentados nessas situações? Quais seriam os elementos de funções que seria focado? Já que seria uma aula de 4h. A obtenção desse pensamento é formalizada através do uso e da manipulação do algoritmo. Para o aluno expandir esse conceito e, não só identificar situações problemas, como reconhecer novos significados, o estudo mais teórico da álgebra - e nesse caso, de funções - se torna necessário.</p>	

Na realização da atividade, em si do jogo, o aluno pode apresentar dificuldade na identificação de certos elementos que compõe a função (como os coeficientes) e na própria associação do gráfico com as leis de formação e isso sem trazer à tona comentários acerca da noção do que é domínio, contradomínio e imagem da função. Em caráter introdutório, o professor pode permitir ao aluno ter esse desafio e instigá-lo cada vez mais através do desenvolvimento pré-assimilativo do conteúdo e de forma dinâmica construir noções adequadas para o desenvolvimento básico do assunto. Em seguida, um assunto mais prático e abstrato e com a utilização de exercícios e por fim, uma reaplicação do jogo para averiguação do conhecimento.

Para o professor {e falo de forma pessoal e profissional} a visualização do conteúdo tem que vislumbrar todo o panorama que insira o aluno em suas perspectivas reais e mais: que possa levá-lo a compreender abstrações matemáticas. Acredito que não devemos reduzir a matemática ao ponto de vista meramente utilitarista (onde seus conhecimentos só devem servir para aplicações práticas), ainda mais como professores de matemática, claro que de toda forma abordar o conteúdo de forma razoável e que o aluno seja o centro, e não o conteúdo, é essencial. As questões acima apreciadas, podemos partir para a realização da atividade com assimilação do conteúdo de forma prática e verdadeira.

O aluno olha para o jogo com a perspectiva de gamificação das situações, seja pela sensação de desafio – que a própria matemática fornece –, ou como o produto das resoluções daquilo que ele tem vivência (em termos práticos, jogos eletrônicos, situações reais e dinâmicas). Fugir dessas relações práticas é desfavorecer um terreno fértil para o aprendizado individual e coletivo. E a obtenção desse saber e conhecimento se fomenta com o tutor trazendo essa experiência para o aluno.

Fonte: Acervo da pesquisa.

Este cenário de aprendizagem apresenta uma nova extensão das ideias apresentadas pelos Professores A e B. O Professor C sugere no cenário (breve descrição), que o uso do RED Função Resgate não se limite a resolver situações-problema do dia-a-dia com o foco em funções matemáticas, mas de propor discussões, pesquisas e reflexões sobre questões ambientais, envolvendo Ciências da Natureza e Ciências Humanas.

Nos objetivos de aprendizagens, o Professor C segue na mesma linha de pensamento. Ele propõe discussões sobre o papel social na preservação do meio ambiente e a proposição de soluções para problemas ambientais. Esta proposta está relacionada à temática em que o RED foi concebido, salvar vidas marinhas presas em lixo humano, proporcionando discussões interdisciplinares e contextualizadas ao estudo das funções. Neste caso os estudantes assumem o também o papel de pesquisador para propor possíveis soluções para os problemas ambientais.

Esses elementos para o uso do RED Função Resgate de maneira interdisciplinar, principalmente no campo da Ciências da Natureza, estão preconizados pelo Professor C desde a apropriação do RED na Orquestração Instrumental on-line 1, OI-on-line 1. Durante esse processo de análise e cooperação nos cenários de aprendizagens, observamos que ocorreu adaptação dos esquemas

de utilização do cenário “a” que, no ciclo anterior, recebeu contribuições do Professor B e neste cenário, do Professor C. Essas contribuições com sugestões de recursos e propostas para o uso do jogo Função resgate nos mostra uma ampliação dos esquemas pré-fixados no cenário e a mobilização de novos esquemas para um trabalho interdisciplinar em que os estudantes desempenham um papel mais ativo na pesquisa e proposta de soluções para problemas ambientais que vão além do estudo das funções matemáticas.

Podemos inferir que os esquemas pré-fixados na ideia inicial (cenário "a" do Professor A) já apresentava um contexto de aprendizagem envolvendo o jogo RED Função Resgate com objetivos de aprendizagem, papéis dos estudantes e professores, recursos a serem utilizados bem delineados. O Professor B, mobiliza esquemas para aprimorar a ideia inicial sugerida pelo Professor A, e inclui sugestões de competências para que os estudantes desenvolvam a partir da execução do cenário. Já o Professor C, mobiliza esquemas que expandem o desenvolvimento das competências sugeridas anteriormente para promover discussões, pesquisas e reflexões sobre questões ambientais, envolvendo tanto Ciências da Natureza quanto Ciências Humanas, destacando a importância da utilização interdisciplinar do RED Função Resgate.

- 5. [(Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C] + análises e contribuições do Professor A;

Quadro 24 - [(Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C] + análises e contribuições do Professor A

Cenários de aprendizagens	
Título: Explorando funções - aprendizagem lúdica	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Funções
Público alvo: 1º ano do EM	Previsão do tempo de duração: 9h/a
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
O conceito de função é um dos mais importantes no ensino da Matemática pois dele dependem diversos conhecimentos (na matemática e fora dela).	
Percebo enquanto professor, a Ancorado na Base Nacional Comum Curricular - BNCC e em outras orientações curriculares, que há habilidades que permeiam o conceito que precisam ser	

desenvolvidas: escrita, leitura, interpretação e capacidade de elaborar e resolver problemas são as principais.

“A contemporaneidade é fortemente marcada pelo desenvolvimento tecnológico. Tanto a computação quanto às tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes na vida de todos”(BNCC, ano)

“Além disso, grande parte das informações produzidas pela humanidade está armazenada digitalmente. Isso denota o quanto o mundo produtivo e o cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais, situação que tende a se acentuar fortemente no futuro.”

~~Per outro lado,~~ Nesse sentido, o uso de jogos digitais tem potencial engajador por seu caráter lúdico, e por já ser parte do cotidiano da maioria dos estudantes, o que pode ser um recurso para desenvolver nos alunos essas habilidades apontadas na BNCC necessárias.

Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro.

Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir

De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: Reconhecer	Aluno: Elaborar
Professor: Identificar	Professor: Produzir
Objetivo de aprendizagem: Enriquecer	Objetivo de aprendizagem: Aperfeiçoar
Objetivo de Avaliação: Expandir	Objetivo de Avaliação: Capacitar
Recurso: Enriquecer	Recurso: Produzir

Breve descrição: *Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?*

As características dos jogos revelam uma forma de organização que permite exercitar algumas habilidades para seguir as regras e a definição de um objetivo traçado. Pensando nisso, o jogo Função Resgate permitirá entender os conhecimentos prévios acerca dos conceitos que permeiam o conteúdo, que inicia-se no ensino fundamental, a saber: localização no sistema cartesiano, ideia variável, interpretação de tabelas, números decimais, relações de dependência e relações entre grandezas direta e indiretamente proporcionais. Por ter várias características comuns a outros jogos de dispositivos móveis, os *affordances* dos alunos, como usuários destes, podem contribuir nesse processo.

Portanto, as etapas do trabalho seriam:

Solicitar aos estudantes que instalem o aplicativo “Função Resgate” em casa, antes da aula, e que explorem ao máximo os níveis;

- Questionar aos estudantes se entenderam a proposta do jogo e incentivar a identificação de suas principais expertises para avançar de nível, para que o professor formule a causa os insucessos, as habilidades que não foram construídas e que atrapalharam o avanço dos níveis.
- Definir os conceitos de função com uso do livro didático e do próprio jogo projetado no quadro;
- Produzir uma rotação por estações com situações problemas com uso do jogo, para validar os conhecimentos;
- Debater os resultados e impressões dos estudantes, propondo uma institucionalização dos conceitos por trás das telas.

Narrativa do cenário: O resgate das funções

Como interpretar criticamente as situações econômicas, sociais, cotidianas e diversas outras, que envolvam variação de grandeza? Como usar gráficos de funções para identificar taxas de variações com o apoio de tecnologias e metodologias inovadoras?

O presente cenário organiza uma metodologia de uso de um jogo pedagógico no ensino de funções, a priori para realizar diagnoses e a posteriori para sistematização do conteúdo, **aliado a uma rotação por estações com situações problemas**. Em cada estação os alunos podem deixar seus registros/conclusões para fomentar um grande debate:

Os problemas apontados nas estações podem ser (exemplos):

- Mostrar fotos de produtos e materiais em épocas diversas diversas (Exemplos prateleiras de supermercados antigos com refrigerantes apenas em garrafas de vidro retornáveis x prateleiras hoje com refrigerantes apenas em embalagens 'PET') . Questionar o que eles observam. Espera-se que a proliferação' do uso de plástico na época atual.
- Tentar chegar a uma estimativa de 'quanto' plástico uma pessoa descarta por dia. Tentar estimar o mesmo para a população de uma cidade de X habitantes (usar a população da cidade onde se encontra a escola).
- Apresentar fotos dos danos causados pelo descarte/rejeito inadequado do plástico (ilhas de plástico/lixo no meio dos oceanos, mortes de animais causadas por ingestão ou ferimento por objetos descartados nos rios,praias e oceanos, microplásticos, sangue com microplástico, etc). Levantar alternativas, soluções para esses problemas.
- Jogar o jogo função resgate.
- **Divididos em três momentos, a aula se organiza em um momento assíncrono (1 hora) e dois momentos síncronos (4 horas cada).**

A perspectiva de ensino é de uma aula horizontalizada junto aos estudantes, para que a aprendizagem seja desenvolvida de maneira ativa.

Objetivos de aprendizagens: *Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?*

- Compreender as relações entre grandezas, a partir das representações gráficas e algébricas.
- Identificar o que caracteriza uma função;
- Diferenciar as restrições de cada tipo de função;
- Analisar as transformações geométricas que uma função sofre ao modificar os seus coeficientes;
- Analisar a imagem e domínio de uma função.

Papel dos estudantes: *Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?*

Papel do Professor: *O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?*

Identificar suas dificuldades e expertises, se envolver colaborativamente com as atividades propostas, autoavaliar as decisões tomadas.

Orientador do processo de aprendizagem, instigador, mediador que não fornece as respostas, mas sim condições para que o aluno alcance as respostas de maneira autônoma.

Recursos: *Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?*

- Jogo "Função Resgate";
- Dispositivos móveis;
- Livro didático;
- Computador;
- Lousa digital;
- Apostila.

Pessoas: *Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.*

A família pode se envolver, uma vez que a primeira parte da aula será desenvolvida na casa dos estudantes.

Avaliação: *Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?*

Contínua, ocorrendo a partir de todos os processos descritos acima, a fim de alcançar os nossos objetivos. Os instrumentos serão:

- Prints das evoluções dos níveis nos jogos;
- Anotações nos cadernos;
- Materiais orais construídos na hora da aula;
- Autoavaliação.

Fonte: Acervo da pesquisa.

O Professor A ao se apropriar deste cenário de aprendizagem, realiza dois comentários relevantes na narrativa do cenário: o primeiro comentário destaca uma preocupação com o ensino de matemática por vias práticas e contextualizadas. ele ressalta a importância, também, do ensino que preserve a natureza abstrata da matemática, que é fundamental para desenvolver o pensamento crítico e analítico dos estudantes.

Sou um crítico da subutilização da matemática apenas para vias práticas. Apesar de achar lúdico e interessante e valorar a participação da interdisciplinaridade, acredito ver um mal em reduzir tudo a aplicações práticas - por melhor que elas sejam. Há campos e terrenos que são abstratos por sua natureza, modificá-los, é, por sua vez, tirar parte da essência do que torna a matemática o que ela é: uma veia pensante dos conhecimentos.

(Comentário do Professor A) (acervo da pesquisa).

Este comentário nos permite inferir que o Professor A mobiliza invariantes operatórios que estruturam esquemas relacionados não só ao ensino da matemática abstrata, mas também com questões interdisciplinares que envolvam contextualização e prática. Esses esquemas tornaram-se mais evidentes no ciclo anterior em que cita a BNCC ao enfatizar que a mesma não contempla as individualidades regionais dos estudantes e neste ciclo, os esquemas evoluem ao ponto do Professor A expressar uma preocupação em articular esses invariantes operatórios para o ensino de matemática. O segundo comentário realizado pelo Professor A reforça seu ponto de vista que diz respeito ao ensino prático da matemática na sala de aula. Ele aponta a necessidade de equilibrar a discussão teórica e abstrata com a prática: *“Vejo que não adianta criarmos tantas situações e acabar por não ser prático para a realização da atividade com os estudantes. A*

discussão é possível, mas precisamos estar cientes de que a atividade toda não deve passar de um tempo irreal de sala de aula”. Essas observações ressaltam a importância de garantir que as atividades propostas no cenário de aprendizagem sejam eficazes no contexto escolar.

- 6. [(Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A] + análises e contribuições do Professor B;

Quadro 25 - [(Cenário “c” do Professor C) + análises e contribuições do Professor A] + análises e contribuições do Professor B

Cenários de aprendizagens	
Título:	
Disciplina: matemática	Conteúdo: INTRODUÇÃO A FUNÇÕES
Público alvo: 1º ANO EM ENSINO MÉDIO	Previsão do tempo de duração: ENTRE 3 A 4 AULAS
Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i>	
Da BNCC: “a BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias” “no Ensino Médio o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos.” (Nesse caso, a questão dos impactos da destinação errada de resíduos/rejeitos nos oceanos e a necessidade de ações para garantir a preservação ambiental) “os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas.” (Nesse sentido, raciocinar sobre, representar e comunicar soluções para o tema em discussão)	
Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro. Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir	
reveria os verbos De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: desenvolver imente	Aluno: formalizar ção
Professor: aplicar bilidade	Professor: confiar aça
Objetivo de aprendizagem: como transformar esse aprendizado em conhecimento? compreender talvez aprendizado	Objetivo de aprendizagem: assegurar segurança
Objetivo de Avaliação: averiguar	Objetivo de Avaliação: pontuar
Recurso: qual o papel do recurso? apoiar? protagonizar?	Recurso:

Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i>	
Matemática e suas tecnologias (estudo de funções , comportamento e gráfico) e Ciências da Natureza e suas tecnologias (danos causados pelos rejeitos, sobretudo o plástico que chega nos rios e oceanos atrelado ao comentário do colega: quais áreas além dos descritos no currículo de matemática poderíamos trabalhar? - ameaça a vida nesses habitats; a dificuldade de remediar a situação - ex. para onde destinar esse material, o que fazer com material não biodegradável, o microplástico, os danos a saúde humana - cadeia alimentar - ser humano que se alimenta de animais que viviam em ambientes poluídos,etc) . Mas a temática pode ser discutida ainda no plano das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (o modelo de exploração econômica não-sustentável atual versus a necessidade de adotar modelos sustentáveis, etc) e Linguagens (formas de comunicar as reflexões, soluções, expressões artísticas sobre o tema ou ainda 'construções' artística com material reaproveitado que seria descartado nos oceanos ou retirados dos oceanos) .	
Objetivos de aprendizagens: <i>Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?</i>	
Identificar imagem e domínio de uma função; Localizar pontos no plano; Relacionar as relações entre grandezas; Entender as propriedades de cada família de função;	
Papel dos estudantes: <i>Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?</i>	Papel do Professor: <i>O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?</i>
Como espectadores, jogadores e avaliadores (do ponto de vista prático deles) e com obtenção do conhecimento interdisciplinar	Estar disponível para dúvidas e mostrar interação durante todo o processo da atividade. Competências como: liderança, segurança e prática com atividades inovadoras.
Recursos: <i>Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?</i>	
Computador Projetor celulares (individual) aplicativo (jogo)	
Pessoas: <i>Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.</i>	
Professores, coordenação e os organizadores da área de TI	
Avaliação: <i>Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?</i>	
Enxergo que o aluno e o professor possam estar elaborando a avaliação de forma mais qualitativa do que quantitativa. O professor deve estar atento aos argumentos e sugestões dos alunos durante a realização da atividade e o aluno deve estar ciente que o conhecimento desenvolvido durante o jogo é de suma importância para estabelecer novos conceitos. Ciente das duas visões acima, podemos destacar alguns parâmetros para correção da atividade: em cada estágio/nível uma dupla de alunos explicar como pode ter sido resolvida a situação. Além disso, discutir sobre a <u>demanda de forma mais teórica</u> (não entendi) trará uma maior compreensão do conteúdo.	

O Professor B, ao analisar o cenário de aprendizagem “c”, realiza ajustes nos verbos que indicam a ação cognitiva que pretende desenvolver a partir do cenário. Ele também deixa um questionamento na ‘Breve descrição do cenário’ relacionado ao questionamento do Professor A (*além da abordagem mais contextualizada, de que forma mais prática para o campo abstrato da matemática o jogo pode ser contribuído, ou a construção temática?*), no primeiro ciclo: “*atrelado ao comentário do colega: quais áreas além dos descritos no currículo de matemática poderíamos trabalhar?*”

Podemos inferir que o Professor B mobiliza esquemas para alinhar os verbos que indicam a ação a ser desenvolvida a partir das atividades propostas. Na descrição dos objetivos de aprendizagens assumidos para o cenário de aprendizagem, Ele mobiliza invariantes operatórios que envolvem domínio e imagem de uma função, localização de pontos no plano cartesiano, relações entre grandezas e propriedades de funções, bem como descreve habilidades que os estudantes devem desenvolver: identificar, localizar, relacionar e entender. Estes esquemas estão relacionados às áreas de conhecimentos em que o conteúdo de funções matemáticas é passível de contextualização além das que são apresentadas no currículo.

6.2.3.4.1 Resultados das análises da OI-on-line 5(I)

As análises apresentaram um de desenvolvimento da Orquestração Instrumental on-line 5 (I), no qual os professores, de maneira cooperativa e síncrona contribuem para o cenário de outro participante, criando uma rede de interações. No primeiro ciclo, cada professor mobiliza esquemas com características particulares e que apresentam evoluções na sua estrutura quando se compara com os apresentados na OI-on-line 4. Considerando a Abordagem Documental proposta por Gueudet e Trouche (2015), foi possível analisar a performance dos professores nos dois ciclos da OI-on-line 5(I) que se desenvolveu de forma síncrona e cooperativa, fundamentado na dinâmica dialética entre recursos e documentos. Estas análises também nos revelaram que os participantes realizam contribuições nos cenários a partir de conceitos e esquemas preconizados nas orquestras anteriores e que independente da proposta do cenário, são modificados e adaptados.

O Professor A analisou o cenário “c” e adicionou contribuições relacionadas a uma abordagem que insira os estudantes em atividades matemáticas teóricas e abstratas e não só contextualizadas para contemplar estudantes de diferentes regiões geográficas. Na sequência, ele analisou o cenário “b” que já havia recebido

contribuições do Professor C. Na ocasião, o Professor A, também apresentou preocupação com uma proposta apenas por vias práticas e mobiliza invariantes operatórios que estruturam esquemas relacionados ao ensino da matemática abstrata, mas também interdisciplinar e que envolvam a contextualização e a prática para garantir a efetividade das propostas no cenário de aprendizagem.

O Professor B inicialmente analisou o cenário “a”. Ele realiza ajustes no cenário para tornar os objetivos mais claros, principalmente do que espera que o cenário de aprendizagem proposto pelo Professor A, alcance. Ele também analisou, no segundo ciclo, o cenário “c”, que já havia recebido algumas considerações do Professor A, e novamente mobiliza esquemas para alinhar o tempo verbal que indica o que se espera do cenário de aprendizagens e além disso, esquemas relacionados a contextualização além das apresentadas nos currículos. Ele também acrescenta os objetivos de aprendizagem assumidos para o cenário.

O Professor C analisou no primeiro ciclo o cenário de aprendizagem “b” idealizado pelo Professor B e realizou contribuições significativas alinhando a proposta do cenário com as orientações curriculares e o uso da metodologia rotação por estações para um trabalho interdisciplinar com foco nas questões ambientais. Esses destaques nos levaram a inferir evolução da sua gênese documental em relação aos esquemas mobilizados na idealização do seu cenário de aprendizagem. No segundo ciclo, ele analisou o cenário de aprendizagem idealizado pelo Professor A e que já havia recebido contribuições do Professor B e também propôs discussões interdisciplinares e contextualizadas ao estudo das funções, trazendo aos estudantes o papel de pesquisador nas áreas das ciências humanas e da natureza.

Em relação aos cenários de aprendizagem idealizados na OI-on-line 4, os professores, na OI-on-line 5 (I), não modificaram as ideias iniciais do outro, mas adicionaram contribuições com base nas ideias iniciais do seu cenário (a ação do professor sobre os cenários, sua intenção didática e os esquemas de utilização, são orientados pelos invariantes operatórios mesmo se apropriando de outro cenário que propõe, também, o uso do RED Função resgate), conceitos e esquemas já estruturados:

- O cenário “a” foi idealizado pelo Professor A com foco na compreensão dos conceitos básicos das funções matemáticas e na aplicação prática, especialmente em situações e desafios proporcionadas pelo RED que envolve a gamificação. O Professor B realiza ajustes no cenário para tornar os objetivos

assumidos mais claros e o Professor C propõe discussões acerca das questões ambientais envolvendo outras áreas de conhecimento;

- O cenário “b” foi idealizado pelo Professor B com foco no letramento matemático, interdisciplinaridade e o jogo como motivador para engajar os estudantes na aprendizagem. O Professor C traz contribuições relacionadas às recomendações curriculares da BNCC e sugere a implementação de uma rotação por estações como parte do processo interdisciplinar que envolve as questões ambientais. Já o Professor A, traz reflexões acerca “*da subutilização da matemática apenas para vias prática*” e propõe que seja implementada, também, uma abordagem para o ensino da matemática abstrata para contemplar as individualidades regionais dos estudantes;
- O Cenário “c” foi idealizado pelo Professor C com foco na interdisciplinaridade relacionando os conceitos matemáticos de funções com a temática na qual o jogo foi ambientado, salvando espécies marinhas presas em algum tipo de resíduo em um oceano poluído. O Professor A, sugere no cenário que seja realizada uma abordagem prática para o campo abstrato da matemática. Já o Professor B realiza ajustes no cenário para deixá-lo com os objetivos assumidos para este cenário de aprendizagem mais claros.

Do ponto de vista do conceito de trabalho por cooperação apresentado por Araújo Filho (2019), a análise dos cenários de aprendizagem e das contribuições dos professores nos revelou que a dinâmica de construção e aprimoramento coletivo adotada nesta orquestração, foi fundamental para inferir os invariantes operatórios que estruturam os esquemas estão preconizados desde a apropriação do RED Função Resgate. Porém sofre evolução à medida que se apropriam de outro cenário e modificam esses esquemas para adequar as propostas iniciais de cada cenário e também alinhar as contribuições dadas por outro professor. Essas adaptações podem ser interpretadas como esquemas mobilizados por trabalho em cooperação ou considerados esquemas coletivos pelo mesmo fato que integra concepções individuais dos participantes gerando uma concepção final, que passa a ser considerada como coletiva.

A evolução da gênese documental nesta Orquestração Instrumental on-line fica evidente nas análises de cada ciclo que apresentam um refinamento e ampliação das ideias iniciais, indicando uma construção cooperativa do conhecimento. Além disso, ajusta a linguagem e os verbos para tornar os objetivos assumidos pelo cenário mais

claros, também propõem competências mais abrangentes e relevantes. Com isso, ambos os professores não apenas ajustam as ideias iniciais, mas também mobilizam novos esquemas para promover uma abordagem interdisciplinar mais ampla.

A abordagem cooperativa na Orquestração Instrumental on-line 5 (I) não apenas melhora os cenários de aprendizagem individuais, mas também promove uma compreensão mais profunda e diversa para o uso do RED na sala de aula. E essa troca contínua de ideias e a construção coletiva fortalecem o desenvolvimento profissional.

6.2.3.5 As configurações didáticas e modos de execução da OI-on-line 5 (II)

Esta Orquestração Instrumental on-line aconteceu de maneira síncrona e coletiva. Ela foi elaborada para ser desenvolvida sob a perspectiva da relação “dialética entre recursos e documentos” (Gueudet; Trouche, 2009), assim como na OI-on-line 5 (I). Diferente da dinâmica que ocorreu na OI-on-line 5 (I), na OI-on-line 5 (II) os participantes escolhem dentre os cenários já desenvolvidos ou as propostas de atividades relatadas, um(a) como ponto de partida para o desenvolvimento de um novo cenário de aprendizagem de maneira coletiva. Foi disponibilizado aproximadamente 60 minutos para a conceber este cenário e ao final, cada participante relata a experiência vivenciada desde a apropriação do RED Função resgate ao desenvolvimento do cenário de aprendizagem coletivo.

Os professores decidiram entre si, depois que cada um expôs suas percepções relacionadas a dinâmica vivenciada na OI-on-line 5-(I) baseando-se nas propostas apresentadas, escolheram o cenário de aprendizagem *[(Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C] + análises e contribuições do Professor A*, para tomar como a base inicial da concepção do cenário de aprendizagem coletivo. Todos os professores participantes foram orientados a gravarem suas telas durante todo o processo.

6.2.3.6 A Performance Didática da OI-on-line 5 (II)

Inicialmente, na OI-on-line 5 (II), foi feita uma retrospectiva do que foi realizado a partir do percurso metodológico levando os participantes a refletirem sobre as atividades realizadas, a saber: a) a apropriação do RED Função Resgate; b) pensar em atividades e possibilidades para o uso na sala de aula; c) processo formativo sobre cenários de aprendizagem e desenvolvimento das ideias iniciais do cenário; d) aprimoramento das ideias iniciais; e) momento cooperativo para contribuir com o

cenário de aprendizagem um do outro e f) chegamos ao momento de desenvolver e conceber um cenário de aprendizagem de maneira coletiva. Em seguida, os participantes interagiram entre si e chegaram a um consenso e escolheram como ponto de partida para o desenvolvimento do cenário coletivo, o cenário de aprendizagem: *[(Cenário “b” do Professor B) + análises e contribuições do Professor C] + análises e contribuições do Professor A.*

Após a escolha, o Professor C iniciou adicionando suas contribuições ao mesmo tempo que o Professor B o questionava sobre o motivo pelo qual ele ampliou a ideia inicial do cenário de aprendizagem incorporando a temática “preservação ambiental”. Um ponto interessante observado durante essa interação foi que o Professor B, ao questionar o Professor C, reflete e acrescenta questões relacionadas à sustentabilidade apresentadas no jogo Função Resgate. O Professor A também foi questionado pelo Professor B sobre um comentário a respeito da “subutilização da matemática”. Vejamos o diálogo:

Professor B: *Eu acho que além de explorar o conceito de função, o jogo traz essa reflexão de sustentabilidade também, né? Então, fazer essa conexão além do conteúdo, assim como traz a BNCC, né? E fazer essa conexão com a vida em sociedade e como isso influencia as relações humanas e a nossa responsabilidade enquanto ser humano precisa acontecer, né? Tomar, tomar se responsável por cada participação. Então acho que essa reflexão é possível com o jogo também, vai além do conteúdo.*

Professor C: *E assim... quando você coloca no cenário, que tipo assim, o professor podia usar o jogo só focando na questão da função ali, né? Nem prestar atenção no que tá sendo discutido ali. Tipo, quando você coloca no cenário essa temática, teoricamente você vai se lembrar de discutir isso, né?*

Professor B: *Professor A, eu até queria conversar contigo sobre esse comentário que você colocou aqui embaixo. Isso sobre o comentário de uso dos problemas, das situações, problemas. Queria entender assim a sua opinião a esse respeito. Esse primeiro aqui. Sou crítico da subutilização. ...*

Professor A: *Então, acho que focamos muito no lúdico. Acho importante o lúdico e trazermos as propostas prática da matemática e que é necessário para o estudante compreender o mundo em que vive. Porém não podemos fugir da abstração, aliás, devemos ensinar de igual para igual. Porque a matemática é um conhecimento como a filosofia, é um saber. A aplicação também pode ser transformada em algo físico. Tornar um ambiente lúdico e acessível é uma coisa e ignorar a parte abstrata da matemática, subutilizando ela e transformar como meio de obtenção para as práticas é um desserviço não só para nós professores, mas para a sociedade em si. É importante trazer para o estudante o desenvolvimento abstrato do que ele está trabalhando em questão. Entender o que é um domínio, uma imagem... por que isso*

você não pega na vida real, não tem uma atividade prática para utilizar esses conhecimentos.

Professor B: *Agora eu entendi o que você tava falando, né?*

Professor A: *Meu questionamento aí, principalmente sobre a sub utilização da matemática apenas por vias práticas, eu acho isso um erro.*

Professor B: *Eu concordo contigo, eu concordo contigo nesse ponto sim. Aí eu acho que você só não enxergou no cenário que eu também pensei nisso. Quando eu trago aqui primeiro a elaboração de problemas para trazer essa questão prática é apenas para quebrar a forma tradicional do professor de matemática ensinar, que é como definir, exemplificar, exercitar. Aqui eu quebrei isso. Eu trouxe primeiro o jogo para o aluno explorar da maneira que ele quiser. Depois eu trago os problemas. E depois dessa parte final, debater os resultados em impressões de estudantes, propondo uma institucionalização dos conceitos. Aqui o professor vai definir domínio, vai definir imagem, vai trazer as propriedades, Entendeu?*

(Transcrição do diálogo dos Professores B e C) (acervo da pesquisa).

O diálogo entre os Professores A, B e C evidencia o desafio de entender a complexidade da gênese documental, a interação entre os processos de instrumentação e instrumentalização, a natureza contínua do processo na evolução dos esquemas tanto individuais quanto coletivos. A proposta da metodologia reflexiva (Gueudet; Trouche, 2009) torna eficiente a partir das evidências coletadas. Como exemplo, podemos retomar ao diálogo em que o Professor B realiza uma auto reflexão a partir do seu questionamento.

As respostas obtidas a partir dos questionamentos do Professor B, para entender as contribuições dos Professores A e C, torna evidente a dialética entre a interação dos professores (questionamentos, reflexões) e a reificação (transformação de ideias em práticas) e também a ideia que o documento não é algo estático e está em constante evolução, resultado de contribuições individuais e coletivas ao longo da dinâmica desenvolvida a partir do percurso metodológico adotado. A incorporação da temática sobre as questões ambientais, o esclarecimento sobre a subutilização da matemática apenas por via prática e a menção da BNCC, indica uma preocupação em alinhar as práticas pedagógicas ao currículo nacional e que também evidencia a dialética participação/reificação.

A seguir apresentamos o cenário de aprendizagem desenvolvido de maneira coletiva e em seguida algumas ponderações.

Quadro 26 - Cenário de aprendizagem coletivo

Cenários de aprendizagens

Título: Explorando funções - aprendizagem lúdica	
Disciplina: Matemática	Conteúdo: Funções
Público alvo: 1º ano do EM	Previsão do tempo de duração: 9h/a
<p>Tendência(s) Relevante(s): <i>Anote a tendência ou tendências a que o cenário se destina a responder e se necessitam de se adaptar ao futuro ou abraçar o futuro indicado pela tendência. Por norma, 1 ou 2 tendências são suficientes.</i></p>	
<p>A BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias e, no Ensino Médio, “o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos” (Brasil, 2018).</p> <p>Além disso, “os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas. ”. Isso significa que eles devem raciocinar, representar e comunicar soluções para o tema em discussão.</p> <p>No presente cenário, está a questão dos impactos da destinação errada de resíduos/rejeitos nos oceanos e a necessidade de ações para garantir a preservação ambiental, que são temas urgentes e que precisam ser discutidos amplamente por todos (Brasil, 2018).</p> <p>Esse tema é justamente o contexto em que se insere o jogo Função Resgate, que explora o conceito de função, um dos mais importantes no ensino da Matemática (e fora dela).</p> <p>Ainda a BNCC aponta que “tanto a computação quanto às tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes na vida de todos”. Dessa forma, se justifica o uso de jogos digitais nessa sociedade contemporânea, “fortemente marcada pelo desenvolvimento tecnológico” (Brasil, 2018).</p> <p>A BNCC aponta também que “grande parte das informações produzidas pela humanidade está armazenada digitalmente. Isso denota o quanto o mundo produtivo e o cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais, situação que tende a se acentuar fortemente no futuro” (Brasil, 2018).</p> <p>Por isso, mais uma vez, o uso de jogos digitais tem potencial engajador por seu caráter lúdico, e por já ser parte do cotidiano da maioria dos estudantes, o que pode ser um recurso para desenvolver nos alunos essas habilidades apontadas na BNCC.</p>	
<p>Descreva a competência ou habilidade a ser alcançada pensando sempre em uma aplicação no futuro.</p> <p>Ex.: De: aluno: aperfeiçoar; Para: aluno: Expandir</p>	
De: nível atual	Para: nível desejado
Aluno: Reconhecer	Aluno: Elaborar
Professor: Identificar	Professor: Produzir
Objetivo de aprendizagem: Enriquecer	Objetivo de aprendizagem: Aperfeiçoar
Objetivo de Avaliação: Expandir	Objetivo de Avaliação: Capacitar
Recurso: Enriquecer	Recurso: Produzir
<p>Breve descrição: <i>Em que disciplina e respectiva temática se inscreve este cenário? De que modo este contribui para o desenvolvimento das competências ou habilidades preconizadas?</i></p>	
<p>Este cenário utiliza o RED ‘Função Resgate’ que se propõe “ao ensino e à aprendizagem de funções matemáticas e no uso de representação gráfica, algébrica e da sua relação com os coeficientes”. (MEC, ano tal, Manual do Jogo...)</p>	

Aliado a isso, conforme Manual do jogo (MEC,ano) “o jogo acontece em oceanos, trazendo reflexões dos problemas causados pelo descarte irregular do lixo, que põe em risco as vidas marinhas. É nesse contexto que o jogador escolhe o peixe para salvar as espécies em perigo, presas em algum tipo de lixo.”

As características dos jogos revelam uma forma de organização que permite exercitar algumas habilidades alinhadas com a BNCC: “competências geral 2 e específicas 1 e 4 bem como as habilidades EM13MAT101 e EM13MAT404” (MEC, ano tal, Manual do Jogo...).

O jogo trabalha, a partir das escolhas feitas pelos alunos durante o jogo, “o desenvolvimento da habilidade que associa a representação algébrica com a representação gráfica da função [...] o jogador tem a possibilidade de usar o plano cartesiano, que no ‘Função Resgate’ se encontra em forma de radar, para o ver as coordenadas (x;y) em que as espécies se encontram.”

A utilização do jogo Função Resgate permitirá entender os conhecimentos prévios acerca dos conceitos que permeiam o conteúdo, que inicia-se no ensino fundamental, a saber: localização no sistema cartesiano, ideia variável, interpretação de tabelas, variáveis contínuas, relações de dependência e relações entre grandezas.

Por ter várias características comuns a outros jogos de dispositivos móveis, os *affordances* dos alunos, como usuários destes, podem contribuir nesse processo.

Portanto, as etapas do trabalho seriam:

Solicitar aos estudantes que instalem o aplicativo “Função Resgate” em casa, antes da aula, e que explorem ao máximo os níveis;

- a. Questionar aos estudantes se entenderam a proposta do jogo e incentivar a identificação de suas principais expertises para avançar de nível, para que o professor formule a causa dos insucessos, as habilidades que não foram construídas e que atrapalharam o avanço dos níveis.
- b. Produzir uma rotação por estações com situações problemas com uso do jogo, para validar os conhecimentos;
- c. Definir os conceitos de função com uso do livro didático e do próprio jogo;
- d. Debater os resultados e impressões dos estudantes, propondo uma institucionalização dos conceitos por trás das telas.

Narrativa do cenário: O resgate das funções

Como interpretar criticamente as situações econômicas, sociais, cotidianas e diversas outras, que envolvam variação de grandeza? Como usar gráficos de funções para identificar taxas de variações com o apoio de tecnologias e metodologias inovadoras?

O presente cenário organiza-se dividido em três momentos, a aula assíncrona (1 hora) e dois momentos síncronos (4 horas cada). A metodologia adotada seria com o uso de um jogo pedagógico no ensino de funções, a priori para realizar diagnoses e a posteriori para sistematização do conteúdo, **aliado a uma rotação por estações com situações problemas**. Em cada estação os alunos podem deixar seus registros/conclusões para fomentar um grande debate:

Os problemas apontados nas estações podem ser (exemplos):

PRIMEIRA PARTE SÍNCRONA:

- Mostrar fotos de produtos e materiais em épocas diversas (Exemplos prateleiras de supermercados antigos com refrigerantes apenas em garrafas de vidro retornáveis x prateleiras hoje com refrigerantes apenas em embalagens ‘PET’) . Questionar o que eles observam. Espera-se que a ‘proliferação’ do uso de plástico na época atual.

- Tentar chegar a uma estimativa de 'quanto' plástico uma pessoa descarta por dia. Tentar estimar o mesmo para a população de uma cidade de X habitantes (usar a população da cidade onde se encontra a escola).
- Apresentar fotos dos danos causados pelo descarte/rejeito inadequado do plástico (ilhas de plástico/lixo no meio dos oceanos, mortes de animais causadas por ingestão ou ferimento por objetos descartados nos rios, praias e oceanos, microplásticos, sangue com microplástico, etc). Levantar alternativas, soluções para esses problemas.

PARTE ASSÍNCRONA:

- **Abordagem prática do jogo função resgate (jogar).**
- Alunos farão análises de sua experimentação com o jogo.
- Levarão ao professor a atividade e suas considerações.

SEGUNDA PARTE SÍNCRONA:

- Momento de discussão de perguntas/situações problemas baseadas nas dinâmicas do assunto com o jogo. Propostas para aplicação da atividade: levar capturas de tela dos níveis do jogo, questionar soluções para situações específicas do assunto (como o tipo de função, domínio, imagem, comportamento, variações de coeficientes, etc).
- Institucionalização dos conceitos usando o livro didático.
- **AValiação** da experiência.

A perspectiva de ensino é de uma aula horizontalizada junto aos estudantes, para que a aprendizagem seja desenvolvida de maneira ativa.

Objetivos de aprendizagens: *Quais os objetivos de aprendizagem assumidos para este cenário? Como se relacionam com as competências ou habilidades que os estudantes devem desenvolver?*

- Compreender as relações entre grandezas, a partir das representações gráficas e algébricas.
- Identificar o que caracteriza uma função;
- Diferenciar as restrições de cada tipo de função;
- Analisar as transformações geométricas que uma função sofre ao modificar os seus coeficientes;
- Analisar a imagem e domínio de uma função.

Papel dos estudantes: *Em que tipo de atividades estarão envolvidos os alunos?*

Papel do Professor: *O que deve fazer o professor para orientar a aprendizagem e assegurar que os alunos alcancem os seus objetivos? Que tipo de competências estas atividades promoverão em mim enquanto Professor?*

Identificar suas dificuldades e expertises, se envolver colaborativamente com as atividades propostas, autoavaliar as decisões tomadas.

Orientador do processo de aprendizagem, instigador, mediador que não fornece as respostas, mas sim condições para que o aluno alcance as respostas de maneira autônoma.

Recursos: *Que recursos, inclusive tecnológicos, será pertinente usar? De que modo serão usados?*

- Jogo "Função Resgate";
- Dispositivos móveis;
- Livro didático;
- Computador;
- Lousa digital;
- Apostila.

Pessoas: *Quem mais estará envolvido no cenário (outros docentes, membros da comunidade, empregadores, especialistas externos, etc.) e que papel desempenha cada um deles? Considere papéis não tradicionais.*

A família possivelmente pode se envolver, uma vez que a parte assíncrona da aula será desenvolvida na casa dos estudantes.

Avaliação: *Como as atividades desenvolvidas serão avaliadas (tipo de avaliação, instrumentos, ...)? Sobre o que se foca (objetivos, competências, ...)?*

Contínua, ocorrendo a partir de todos os processos descritos acima, a fim de alcançar os nossos objetivos. Os instrumentos serão:

- Prints das evoluções dos níveis nos jogos;
- Anotações nos cadernos;
- Materiais orais construídos na hora da aula;
- Autoavaliação.

Fonte: Acervo da pesquisa.

Como podemos observar, este cenário de aprendizagem teve suas ideias iniciais desenvolvidas pelo Professor B destacando três pontos essenciais que trata da interdisciplinaridade, do letramento matemático e a importância dos jogos como motivador para o engajamento dos estudantes. Ao longo da execução da OI-on-line 5 (I), o Professor C se apropriou do cenário e trouxe contribuições relacionadas às orientações curriculares, propôs ampliar a temática para tratar das questões ambientais e detalhou as etapas de uma rotação por estações que não foram apresentadas na proposta inicial do Professor B. Já o professor A, deixa contribuições relevantes por meio de comentários sobre o ensino de matemática por vias práticas.

A dialética entre os professores enriqueceu esse processo, levando a uma abordagem mais reflexiva e integrada no desenvolvimento do cenário de aprendizagem. A dinâmica do percurso metodológico promoveu o engajamento dos professores em um processo de construção e evolução constante dos documentos. Do ponto de vista da ADD e da perspectiva de cenários de aprendizagens apresentada por Matos (2014), o cenário está bem elaborado e alinhado às perspectivas dessas abordagens teóricas.

No cenário de aprendizagem desenvolvido de maneira coletiva, os professores, especificamente o Professor B, inicia refletindo sobre as contribuições que foi dada ao seu cenário pelos Professores B e C. A partir de então, incrementaram novos elementos enfatizando mais explicitamente a integração do uso de tecnologias, especialmente jogos, processos de investigação, construção de modelos matemáticos e preservação ambiental como recomendações da BNCC. Também destacam a importância da construção de uma visão integrada da Matemática aplicada à realidade

em diferentes contextos, para descrever as tendências a que o cenário se destina a responder.

Na breve descrição, os professores inserem recortes do Guia didático-pedagógico do RED Função Resgate que trata de um dos objetivos pelo qual o RED foi concebido e a temática em que o jogo foi ambientado. A narrativa do cenário de aprendizagem também foi aprimorada, nela os professores sistematizaram as atividades síncronas e assíncronas aliando a uma rotação por estações. O jogo função Resgate foi colocado como recurso fundamental no sistema documental do professor tanto individual quanto coletivo, sendo usado para sistematizar e enriquecer o ensino de funções. A ideia central é utilizar o jogo como um recurso para desenvolver competências e habilidades matemáticas dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio, relacionadas ao conteúdo de Funções, de maneira contextualizada com a temática ambiental. A utilização do jogo como recurso promove a gênese documental, pois os professores interagem, criam e reorganizam recursos ao longo do processo. Ao propor no cenário o processo de avaliação das atividades desenvolvidas, em que serão avaliados prints das evoluções nos níveis do jogo, anotações nos cadernos e materiais orais construídos durante a aula, por exemplo, são maneiras de documentação dos estudantes que contribuem para a evolução do sistema documental do professor. Nesse caso podemos inferir que os professores também desenvolvem esquemas de uso planejado quando propõem atividades que geram novos recursos e novos esquemas.

Durante o desenvolvimento do cenário foi analisado, através dos registros, as contribuições e ideias apresentadas pelos professores que reforçam a evolução da gênese documental durante o processo. Algumas impressões:

- O professor A reforça a importância da implementação da metodologia ativa de rotação por estações e defendidas, também pelos Professores B e C. Também destaca a importância de separar as atividades por etapas para promover uma maior compreensão no estudo das funções matemáticas a partir de atividades práticas e abstratas a partir da manipulação dos coeficientes das funções no jogo.
- O Professor B defende uma abordagem mais formalizada na institucionalização, sugerindo que a discussão sobre o jogo e a resolução de situações possam ser combinadas com uma abordagem abstrata do

conhecimento para, em seguida, trazer para as estudantes atividades mais formalizadas.

- O Professor C supõe que os estudantes já tenham aprendido ou estudado funções do 1º e 2º grau no último ano dos anos finais do Ensino Fundamental e defende que a formalização desses conhecimentos já tenha sido efetivada. Ele propõe que o jogo seja utilizado para ampliar discussões práticas e resolver situações a partir do uso dele, e também discutir sobre questões ambientais promovendo uma abordagem mais interdisciplinar.

Também observamos que os professores imprimem neste cenário coletivo suas primeiras impressões que tiveram ao se apropriar do RED Função Resgate, só que de maneira mais elaborada.

Com base na abordagem documental do didático (ADD) proposta por Gueudet e Trouche, que destaca a interação dos professores com recursos, bem como o papel dos invariantes operatórios na constituição de documentos (recursos + esquemas), podemos inferir esquemas mentais mobilizados pelos professores nos diálogos apresentados a partir do uso dos recursos que estão explícitos no cenário de aprendizagem. Eles mobilizam esquemas mentais relacionados:

- a ordem cronológica das atividades propostas para os estudantes. Este esquema foi mobilizado explicitamente no cenário do Professor B e no cenário coletivo ambos os professores, de forma conjunta, mobilizam invariantes operatórios que estruturam esse esquema;
- a um trabalho contextualizado e interdisciplinar que explicitamente mobilizado pelo Professor C no desenvolvimento do “cenário c”, e que no cenário coletivo foi reconhecido pelos demais professores e reestruturado/modificado;
- a uma abordagem abstrata do ensino de função que de forma explícita apareceu no cenário a, do Professor A, e implicitamente no cenário b, do Professor B. A interação entre os professores indica também um esquema mental de colaboração e reflexão coletiva no desenvolvimento do cenário coletivo.

Ao final da discussão propomos que cada participante relatasse um pouco da experiência vivenciada durante a produção dos dados, a dinâmica proposta pelo percurso metodológico adotado. Apresentaremos nas considerações finais da pesquisa.

6.2.3.6.1 Resultados das análises da OI-on-line 5 (II)

A luz da Abordagem Documental do Didático, buscamos entender os processos de constituição de um conjunto de recursos em documento(s) (Gueudet; Trouche, 2009, 2016). A dialética entre os professores reflete a natureza contínua e dinâmica da gênese documental a exemplo da escolha do cenário e a incorporação da temática da preservação ambiental, representa essa dinâmica contínua que vai além de uma transformação única de recursos em documentos, mas como um ciclo que se repete ao longo do tempo.

Esse ciclo combina os processos de instrumentação e instrumentalização evidenciados ao longo do desenvolvimento das orquestras instrumentais anteriores em atividades individuais e cooperativas e refletivas na OI-on-line 5 (II) na atividade coletiva. Observamos que essas evidências combinam diferentes recursos, como o jogo Função Resgate, com questões ambientais relevantes, mostrando uma abordagem mais ampla e contextualizada. A ampliação das ideias do cenário resultante de um processo cooperativo e escolhido pelos participantes, reflete a combinação dos processos de instrumentação (os recursos instrumentar a ação didática) e instrumentalização (o professor se apropria e modifica os recursos). Isso destaca a natureza dinâmica da gênese documental tanto individual quanto coletiva. Vale ressaltar que essa dinâmica foi observada em todas as Orquestrações Instrumentais on-line vivenciadas nesta pesquisa.

A reflexão dos professores sobre a temática dos problemas ambientais causados pelo lixo, especificamente a apresentada pelo jogo Função Resgate evidencia a visão de documento como entidades vivas. Os documentos não são estáticos, pois evoluem e podem gerar novos recursos que alimentam o ciclo da gênese documental. Esta reflexão em um contexto mais amplo não só sobre as questões ambientais, mas da subutilização da matemática apresentada pelo Professor A, demonstra a dialética entre a participação ativa dos professores na discussão e na construção de ideias, e a reificação dessas ideias no cenário de aprendizagem em desenvolvimento. Também se evidencia na interação entre os professores.

Na sequência apresentamos os relatos dos professores sobre a experiência vivenciada na execução do percurso metodológico adotado:

Professor A:

Então, a proposta que vai interligar com coisas que eu trabalho com os meninos, e que eu sei que isso é frutífero. Eu não sabia que era tão trabalhoso assim. Achei que fosse

só jogar, tá ligado? Mas assim, achei massa, inclusive porque eu não só joguei, tá ligado? Eu analisei a proposta. Então, qualquer outro jogo, vou ser sincero, eu só ia jogar e dizer: "Vou aplicar isso com os meninos que não têm tempo" e fazer uma análise detalhada do que eu tô abordando. Eu não faria isso nunca. Aqui a gente abraçou de tá organizando isso. Então a gente vai ter um olhar diferente para o jogo, a gente vai buscar os acertos, os erros, mas a gente vai buscar também como vai incorporar isso com o aluno dentro de uma discussão.

Então, ver a gente já chegou na ideia de uma metodologia de rotação, tá entendendo? A gente aplicou as metodologias ativas, o que para mim seria apenas: "Ei, vamos, crianças, botar o joguinho aí" e todo mundo ficou feliz e acabou a aula. Mas não foi isso. Foi uma proposta de realmente formalizar. Não foi só aquele lúdico, mas é trazer o assunto com seriedade para os meninos também. Então, isso já muda o cenário para mim, entendeu? No geral foi legal, foi bacana, entendeu? Gostaria de dedicar mais a essa proposta, inclusive de poder avaliar de tal forma os outros jogos, porque quando eu pegar um nono ano ou mesmo aluno particular, eu quero botar o joguinho para ele fazer. Quero porque eu me senti motivado jogando, entendeu? O jogo tem problemas de bug.

Minha tristeza é que isso não possa ser utilizado em computador, entendeu? A não ser que baixe um emulador de Android, não sei, mas isso é um problema para mim, porque eu não gosto de jogar com celular. Então aí é assim e não é jogo que a gente, a gente pode até aproveitar algum momento, mas esse jogo em si eu acho muito bacana. É uma pena que a proposta nos dias de hoje tá tão degenerada que utilizar um celular em sala de aula é abrir uma porta pro professor receber crítica dos pais.

Pelo menos eu quando tento utilizar algum jogo ao professor, faltando um mínimo para jogar. Aí vai pra coordenação e fica para a coordenação explicar que o professor fez uma atividade diferenciada. É um problema, mas é um problema que está acontecendo hoje, em específico pós pandemia. E é um problema de hoje. Hoje, mesmo assim, de duas, três semanas que tá tentando aplicar. Então, nem considere isso de fato, porque ainda estamos aprendendo a conviver com os alunos nesse momento. Ah, parabéns pela iniciativa. Beleza, Meus parabéns mesmo. Sucesso aí! Isso tudo que você tá fazendo aí é muito bacana, porque você tá modificando a forma como a gente ensina e como os meninos vão olhar para esse assunto, que por vezes é muito temido. Funções é um terror para a maioria da criançada. Pois imagina, eu fiquei feliz quando vi uma função a um estilo senóide ali, porque senoide só cai de forma abstrata que quase nenhum aluno, ou até os melhores têm dificuldade, grande dificuldade. Já no segundo e no terceiro ano. O aluno pode aprender isso brincando. É muito bacana. Gamificar muda tudo. Então, parabéns.

Professor B:

Mas quando eu vi a proposta do jogo, né? Percebi que se encaixa muito com a minha linha de pesquisa também, né? Por isso que eu também puxei metodologia ativa. E é essa proposta de gamificação também, né? Porque é da minha pesquisa. Mas assim, a proposta também é trocar essas experiências. Primeiro a gente faz sozinho. Depois a gente dá as nossas considerações, as nossas experiências, para o outro. E depois essa última parte de construir juntos. Eu acho que isso é um processo que sempre

compartilha esse processo de compartilhar as nossas experiências. É muito, muito construtivo, né? Todo esse processo. Eu acho que eu aprendi muito com as contribuições de vocês também. Essa pesquisa vai ser um show. Com certeza vai dar muito trabalho de análise, descrição e identificação de todos os elementos. Mas vai ser show, porque eu acho que tem um grande futuro. Esse potencial todo do jogo, como recurso, como pensar sobre o recurso e de como pensar além do recurso. Eu acho que a gente saiu muito do jogo. A gente iniciou discutindo só o jogo e a gente foi muito além disso. Então eu acho que essas discussões foram muito ricas e proveitosas.

Professor C:

Para usar, tipo um professor. Só acho que quando tipo é em conjunto feito a gente fez, agora fica bem mais fácil, porque tipo, um complementa o outro ou vem com uma nova ideia. Acho que sai bem mais rápido que uma pessoa só fazer. E por isso até que eu acho que eu falei isso, né? Quando eu vi o manual exposto, ele podia estar mais elaborado assim, sei lá, você podia ter mais, mais ideias assim, porque acho que ele deixou bem livre mesmo para os professores pensarem. Aí, sei lá, era bom que tivesse um lugar assim, com esse repositório de cenário que é para você ir colocando lá e você ia vendo. Isso aqui é massa e vou trabalhar em cima dele, porque acho que foi isso que aconteceu, né? Quando você colocou a gente para olhar o outro, a gente eita, poxa, foi massa quando ele falou da rotação. Aí vou trabalhar em cima disso, eu vou pegar a ideia, né? De explorar, de lembrar, de explorar o tema nessas rotações aí você já elabora mais. Aí depois eu disse que trouxe a questão dos conceitos para não ficar só o jogo pelo jogo, né? Porque tem isso também, aí vai jogar, Mas a matemática tá onde? Aí tipo, vamos trabalhar os conceitos. Enfim, acho que isso ficou muito melhor quando um trabalho, quando cria uma comunidade, quando trabalhou em conjunto, sabe? O cenário ficou bem mais. Enfim, ficou bem melhor, né?

(Transcrição do relato dos Professores A, B e C) (acervo da pesquisa).

As evidências apresentadas durante a execução das orquestras instrumentais e no relato de cada um dos professores participantes, responderam a hipótese desta pesquisa. Em nenhum momento foi discutido com o professor a nossa hipótese, a saber: Compreender a gênese documental (instrumentação e instrumentalização), vista por meio de um mapeamento dos elementos da atividade do professor em seu próprio trabalho documental, pode estimular sua reflexão sobre seu próprio desenvolvimento profissional, e pode permitir que ele escolha e estruture melhor seus próprios recursos.

Os relatos evidenciam uma abordagem reflexiva em relação ao seu trabalho documental demonstrando ter adquirido consciência das competências necessárias para escolher, estruturar e implementar o uso de recursos em suas aulas. O Professor A, afirmou que *“vai ter um olhar diferente para o jogo, a gente vai buscar os acertos, os erros, mas a gente vai buscar também como vai incorporar isso com o estudante*

dentro de uma discussão. O Professor B afirmou que a troca de experiências é um processo construtivo e que aprendeu muito com as contribuições e lhe fez analisar o “potencial todo do jogo, como recurso, como pensar sobre o recurso e de como pensar além do recurso”. Já o Professor C, trabalhar em conjunto é mais fácil pois, “um complementa o outro ou vem com uma nova ideia. Acho que sai bem mais rápido que uma pessoa só fazer” [...] “Quando você colocou a gente para olhar o outro, a gente eita, poxa, foi massa quando ele falou da rotação. Aí vou trabalhar em cima disso, eu vou pegar a ideia, né? De explorar, de lembrar, de explorar o tema nessas rotações aí você já elabora mais. Aí depois eu disse que trouxe a questão dos conceitos para não ficar só o jogo pelo jogo, né?” Os professores foram levados a refletirem sobre suas ações a cada Orquestração Instrumental on-line vivenciada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta tese, discutimos sobre como a compreensão da gênese documental (instrumentação e instrumentalização), vista por meio de um mapeamento dos elementos da atividade do professor em seu próprio trabalho documental, estimulou esse docente em sua reflexão sobre seu próprio desenvolvimento profissional, e permitiu que ele estruturasse seus próprios recursos. Foi proposto um percurso metodológico sob a ótica da Metodologia reflexiva própria da Abordagem Documental do Didático (ADD) - (Gueudet; Trouche, 2009) composta por cinco orquestrações instrumentais (OI) inspirado no modelo OI-on-line (Gitirana; Lucena, 2021).

Esse estudo teve como ponto de partida o seguinte problema de pesquisa: Como os professores apropriam-se de um jogo digital para o ensino de funções matemáticas a partir do desenvolvimento de cenários de aprendizagem, em um processo de documentação por meio de um modelo experimental de um percurso metodológico? Este problema surge durante discussões teóricas e a participação em dois projetos de pesquisa: o projeto de “Revisão Sistemática” sobre o ensino e aprendizagem de funções, realizado pelo Grupo de Estudos em Recursos para a Educação do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (GERE-CAA/UFPE) e o projeto “Desenvolvimento de novos modelos conceituais de recursos educacionais digitais” no qual foi concebido o RED Função Resgate.

Organizamos esta pesquisa seções dedicadas à apresentação das motivações da pesquisa, discussões teóricas, ao percurso metodológico experimental adotado e às análises dos dados produzidos, visando trazer evidências para a discussão que nós propusemos neste estudo.

Na Introdução apresentamos o problema de pesquisa, a hipótese e os objetivos da pesquisa. No capítulo motivação e origem da tese, apresentamos as motivações que deram origem às ideias iniciais que deram origem ao problema de pesquisa como a participação em grupos de estudos, de pesquisas e de desenvolvimento de recursos educacionais digitais que deram origem a concepção do RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico e os resultados das avaliações feitas com professores e estudantes da Educação Básica que avaliaram a efetividade do RED. Também apresentamos as características e princípios que estruturam um cenário de aprendizagem.

Para o aporte teórico foram dedicados dois capítulos. No primeiro apresentamos o modelo de Orquestração Instrumental on-line (Trouche, 2004, 2005) apresentando pesquisas realizadas pelo GERE e que contribuíram para a ampliação desse modelo teórico para o contexto *on-line* (Gitirana; Lucena, 2021) que pode ser executada de maneiras síncronas ou assíncronas (on-line e off-line). O modelo de Orquestração Instrumental on-line contribuiu para elaborar a arquitetura das Orquestrações Instrumentais on-line que aconteceram em momentos distintos, mas estavam relacionadas entre si.

No segundo capítulo do aporte teórico, apresentamos a Abordagem Documental do Didático - ADD (Gueudet; Trouche, 2009), em particular o papel da investigação reflexiva que contribuiu para além da construção do percurso metodológico, mas também para entender a evolução da gênese documental dos professores desde a apropriação do RED Função Resgate ao desenvolvimento de cenário de aprendizagens individuais, de modo cooperativo e coletivo destacando-a como a principal essência da atividade docente em processos contínuos que combinam os processos de instrumentação e instrumentalização que envolve a relação dialética entre recurso e documento. Elaboramos um contrato metodológico com os participantes a fim de firmar uma parceria flexível na produção dos dados, incentivar o trabalho documental e garantir o comprometimento com a proposta da pesquisa.

Diante dos elementos apresentados na ADD e no conceito de Orquestração Documental - OD (Sánchez, 2010), propomos uma ampliação dos elementos conceituais da OD em duas perspectivas: para projetar os recursos que facilitaram o processo de documentação a partir das orquestrações executadas de maneira síncronas e assíncronas, e ofereceram uma forma particular de observar e orientar o aperfeiçoamento ou o redesenho da arquitetura de produção de dados na execução das Orquestrações Instrumentais on-line (Configurações Metodológicas, Modos de execução e Performance Metodológica) e, para otimizar o volume de dados, produzidos pelos participantes e pelo pesquisador, fazendo consolidação e extração dos dados úteis aos objetivos da pesquisa (Configuração Documental, Modos de análises e Performance Documental). Retomaremos a discussão desse conceito adiante.

No capítulo destinado à metodologia da pesquisa, apresentamos as bases teóricas que fundamentaram a construção do percurso metodológico adotado para a

produção dos dados. Realçamos a importância da articulação entre as Orquestrações Instrumentais on-line que compuseram o percurso para evitar que o processo formativo ficasse centrado apenas no pesquisador, deixando em evidência a relação dialética entre recurso e documento ou seja, que a Orquestração Instrumental on-line anterior servisse de recurso para a composição ou evolução para a gênese documental. O esquema do percurso metodológico em um cenário de formação do professor apresentado, ilustrou a dinâmica seguida na Orquestração Documental (DO) que permitiu o acompanhamento da evolução da gênese documental e das evidências que sustentam o embasamento teórico com conceitos apresentados em uma DO.

Apresentamos cada uma das cinco Orquestrações Instrumentais on-line que foram executadas, ilustrando cada momento que seria vivenciado. Na Orquestração Instrumental on-line 1, OI-on-line 1 (síncrona), os professores passaram por um momento de análise e aprimoramento do contrato metodológico e em seguida, se apropriaram do RED Função Resgate e citaram possibilidades de uso do RED na sala de aula. Na Orquestração Instrumental on-line 2, OI-on-line 2 (assíncrona) foi solicitado que eles analisassem e refletissem sobre propostas para o uso do RED, refinando as possibilidades de uso elencadas na OI-on-line 1. Na Orquestração Instrumental on-line 3, OI-on-line 3 (síncrona) reservamos um momento para que cada professor, individualmente, relatasse a vivência na execução da OI-on-line 2 e em seguida, propomos um momento formativo para ambos pudessem se apropriar do modelo de cenário de aprendizagem adotado, suas características e princípios que o estrutura. Na ocasião foi solicitado o desenvolvimento das primeiras ideias de um cenário de aprendizagem. Na Orquestração Instrumental on-line 4, OI-on-line 4 (assíncrona) foi solicitado que os professores aprimorassem as ideias iniciais do seu cenário de aprendizagem da OI-on-line 3. A Orquestração Instrumental on-line 5 aconteceu em dois momentos que chamamos de OI-on-line 5 (I) e (II). Na OI-on-line 5 (I) também reservamos um momento individual para os professores relatarem como foi a execução da OI-on-line 4. Esse momento, assim como na OI-on-line 3, foi importante pois reafirmou os pontos acordados no contrato metodológico e nos possibilitou ter esse acompanhamento da evolução da gênese documental nos momentos assíncronos. Em seguida, cada professor analisou e deu contribuição no cenário do outro em dois ciclos, que geraram seis novos cenários de aprendizagens. Esse momento aconteceu de maneira cooperativa e serviu para que os professores

conhecessem outras propostas para o uso do RED ampliando sua gênese documental. Por fim, na OI-on-line 5 (II), os professores desenvolveram um cenário de aprendizagem de maneira coletiva. Este momento foi importante para que ambos pudessem alinhar suas percepções e concepções acerca do uso do RED. Ambos perceberam que a dinâmica adotada no percurso metodológico permitiu ampliar a sua gênese documental para além do uso do RED.

No capítulo de análise e discussão dos resultados, apresentamos as evidências que sustentam o embasamento teórico para os conceitos apresentados da Orquestração Documental adotada para executar o percurso metodológico na produção e análise dos dados obtidos na execução das Orquestrações Instrumentais on-line. Iremos apresentar as considerações acerca das discussões da evolução da gênese documental nas próximas sessões.

7.1 O DESIGN DA ORQUESTRAÇÃO DOCUMENTAL PARA CARACTERIZAR A EVOLUÇÃO DA GÊNESE DOCUMENTAL

Diante do desafio apresentado para projetar os recursos que facilitem a documentação do professor a partir de orquestrações instrumentais on-line, foi apresentado o conceito de Orquestração Documental, fundamental para a produção, sistematização e análises dos dados. Neste sentido, propomos uma extensão do conceito apresentado por Sánchez (2010) em duas perspectivas:

- (i) na perspectiva metodológica, que pode ser definida como uma arquitetura flexível dos recursos e seus esquemas de uso disponíveis em um ambiente formado pelo virtual(is) e físico (em diferentes espaços geográficos) de com a intenção de facilitar e incentivar o trabalho documental dos professores (participantes da pesquisa) de maneira remota, síncrona e/ou assíncrona. A estrutura de uma OD deve incluir três elementos, ou seja, Configurações Metodológicas (diz respeito à disposição específica, ao mesmo tempo flexível, dos recursos com os quais os participantes da pesquisa interagem durante o processo documental reflexivo e se conscientizam sobre os possíveis efeitos que produzem o uso da tecnologia nas tarefas e técnicas matemáticas), Modos de execução (a forma que o pesquisador decide a configuração metodológica para o benefício das suas intenções e aos possíveis ajustes das técnicas, dos recursos e esquemas mobilizados para a execução de tal configuração. Estes

ajustes devem ser guiados pelas intenções do pesquisador, e também pelo propósito da Orquestração Documental) e Performance Metodológica (elemento que dá visibilidade às decisões tomadas em situações imprevistas para não comprometer o todo já estruturado. As descrições dessas decisões são importantes por evidenciar limitações e potencialidades dos recursos disponibilizados e dar luz aos ajustes do pesquisador e a partir delas, permitir a caracterização de critérios que deverão ser levados em conta na execução da OD. Isso pode modificar, por exemplo, a configuração metodológica e o modo de execução, seja para aperfeiçoá-los ou redesenhá-los);

(ii) na perspectiva de análise a apresentação dos dados, que pode ser definida como um arranjo sistemático dos elementos necessários (recursos, critérios de análises, possibilidade de categorização, apresentação dos dados, etc.) com a intenção de otimizar o volume de dados para os processos de análises, fazendo consolidação de informações e extração de dados úteis. Ou seja, deve-se levar em consideração os elementos: Configuração Documental (maneira que o pesquisador decide tratar e organizar os dados provenientes do percurso metodológico, e com base no acordo feito entre pesquisador e participante através do contrato metodológico, para as análises. Os dados podem ser: mapas conceituais, mentais, diagramas, tabelas, planilhas, gráficos, transcrição, entrevistas, áudios, vídeos e etc.), Modos de análises (maneira como o pesquisador decide a configuração metodológica em consonância com os objetivos da pesquisa, isso inclui os critérios de: exclusão, inclusão e análise de dados, categorização, discussão e representação dos dados) e Performance Documental (decisões tomadas nas análises dos dados/documentos que força o pesquisador realizar ajustes nos recursos para o tratamento e análise dos dados, na metodologia e/ou nos objetivos adotados. Esses ajustes podem ser decorrentes do excesso de dados, da limitação ou ampliação do campo de pesquisa, de dados relevantes não previstos, etc.).

O entendimento desses conceitos nos possibilitou na projeção flexível da arquitetura e dos recursos e esquemas na própria OD, conforme havia sido orientado no contrato metodológico. A Orquestração Documental vivenciada nesta pesquisa mostra a projeção dos recursos disponibilizados (utilizados ou não), mobilizados e seus esquemas de uso previamente pensados e modificados pelos envolvidos. Estas

ações facilitaram não só o processo de documentação individual, cooperativo e coletivo dos professores a partir das OI, mas, também na organização, otimização e análise dos dados que atendessem aos objetivos da pesquisa e que permitiram para ambas (OI e OD) o seu aperfeiçoamento ou o seu redesenho.

Neste sentido, consideramos que a Orquestração Documental envolve a organização, uso e manipulação de recursos, que permite ao pesquisador orientar e guiar os participantes da pesquisa na sua gênese documental por meio da utilização de recursos diversos e da estruturação de esquemas de utilização desses recursos. A intenção é propor uma forma eficaz de integrar recursos tecnológicos, didático-pedagógicos e práticas de ensino. Essas orientações também guiam a evolução da OD através do feedback que é obtido durante sua aplicação, representado pelos processos de instrumentação e instrumentalização que se manifestam em diferentes estágios da orquestração. Para isso, é necessário definir configurações metodológicas flexíveis que permitam a interação dos participantes com os recursos disponíveis, bem como definir modos de execução que sejam guiados pelas intenções do pesquisador e pelo propósito da OD. A performance metodológica, por sua vez, permite dar visibilidade às decisões tomadas pelo pesquisador em situações imprevistas, permitindo a caracterização de critérios que devem ser levados em conta na execução da Orquestração Documental e possibilitando ajustes na configuração metodológica e no modo de execução, quando necessário.

A Orquestração Documental também foi adotada como uma abordagem metodológica para análise dos dados produzidos. Para isso, estabelecemos uma configuração documental para tratamento e organização dos dados produzidos, além de definir os modos de análise que serão adotados. Durante a execução da Orquestração Documental, foram realizados ajustes nos recursos e na metodologia utilizada, que de acordo com a performance documental, que é a capacidade de lidar com situações imprevistas que podem surgir durante o processo de análise dos dados/documentos.

O conceito de Orquestração Documental está ligado a uma arquitetura que torna possível a realização de pesquisas com sujeitos situados em diferentes regiões geográficas conectados por tecnologias digitais. Em relação ao Ensino on-line ou presencial, ela pode se apresentar flexível e adaptável.

7.2 EVOLUÇÃO DA GÊNESE DOCUMENTAL

As análises das Orquestrações Instrumentais on-line proporcionaram uma compreensão profunda da gênese documental dos professores ao longo do processo de apropriação do RED Função Resgate, do guia didático-pedagógico e do modelo de cenário de aprendizagem disponibilizado para o desenvolvimento e aprimoramento do mesmo, com a integração do RED. Em relação a evolução dos esquemas mentais durante a apropriação ou seja, na percepção do conhecimento matemático abordado no jogo e na mobilização de estratégias para realizar as jogadas, destacamos algumas considerações: (i) identificação de padrões e análise de diferentes opções; (ii) importância do coeficiente angular e termo independente; (iii) utilização do plano cartesiano como recurso dinâmico; (iv) adaptação do recurso para diferentes dispositivos e, (v) possibilidades para o Uso do RED na sala de aula.

Dentre as possibilidades iniciais, apresentadas na OI-on-line 1 e 2, para o uso do RED, os professores apresentaram propostas que estimulam a experimentação, familiarização com os conceitos de funções matemáticas, discussões e realização de conjecturas a partir da manipulação dos coeficientes. Também foram levantados pontos que limitam o uso de maneira ampla por todos os estudantes devido a escassez do acesso aos dispositivos móveis, propondo realização de grupos de estudos e da utilização de outros recursos, como projetores. O Guia didático contribuiu para o processo de instrumentação e instrumentalização, na busca por entender os objetivos do jogo e ampliação do campo conceitual.

Durante a realização das orquestras instrumentais (OI-on-line 1 a OI-on-line 5(II)), a evolução da gênese documental foi tornando evidente a medida em que os professores vão reconhecendo a importância de promover a aprendizagem de maneira lúdica dando ênfase ao letramento matemático, interdisciplinaridade, engajamento dos estudantes e propostas de atividades teóricas e abstratas para além das práticas. O auge da evolução da gênese documental aconteceu no desenvolvimento do cenário de aprendizagem de maneira coletiva onde foi notado uma compreensão entre as diferentes propostas e pontos de vistas dos professores para adaptações e contribuições baseadas nas ideias iniciais fortalecendo o desenvolvimento profissional por meio da troca contínua de ideias.

Consideramos que a combinação do RED Função Resgate com as questões ambientais, possibilitou a ampliação e contextualização das ideias nos cenários,

mostrando uma abordagem mais ampla e relevante como parte integrante da dinâmica da gênese documental, combinando os processos de instrumentação e instrumentalização em ciclo repetitivo de transformação de recursos em documentos. Essa dinâmica evidenciou que os documentos são entidades vivas, em constante evolução e capazes de gerar novos recursos.

Essa dinâmica proporcionou a interação no processo de gênese documental e participação ativa dos professores na discussão e construção de ideias. E a reificação dessas ideias no cenário de aprendizagem, evidenciou a dialética entre participação e reificação, assim como apresentada na Abordagem Documental do didático. A evolução da Gênese Documental dos Professores A, B e C, ao longo das Orquestrações Instrumentais on-line, reflete o processo dinâmico de apropriação, modificação e construção individual, cooperativo e coletiva de recursos e documentos.

Em relação a evolução da gênese documental individual revelou um movimento de aprimoramento contínuo, adaptando esquemas mentais à medida que os professores interagem com os recursos e cooperam na construção coletiva de cenários de aprendizagem. Consideramos a evolução da gênese do:

- Professor A: (OI-on-line 1) mobiliza esquemas relacionados à percepção do conhecimento matemático e estratégias para explorar as representações geométricas das funções. Destaca a importância do coeficiente angular e do termo independente; (OI-on-line 2) apresenta melhorias na compreensão do RED Função Resgate e Guia didático-pedagógico. Também reflete sobre adaptações necessárias para tornar o jogo mais acessível e eficaz para os estudantes, como a realização de grupos de estudos; (OI-on-line 3) participa da proposta de cenários de aprendizagem, esboçando as ideias iniciais que articulam elementos de familiarização com formalização dos conceitos de funções matemáticas; (OI-on-line 4) desenvolve um cenário de aprendizagem com ênfase na compreensão teórica e abstrata dos conceitos matemáticos, considerando as individualidades regionais dos estudantes e, (OI-on-line 5(I)) contribui ativamente para a análise e ajuste dos cenários propostos pelos outros professores. Destaca a importância de uma abordagem que contemple tanto aspectos práticos quanto teóricos, assim como na OI-on-line 4.
- Professor B: (OI-on-line 1) mobiliza esquemas relacionados à resolução de problemas, identificando padrões em funções. Analisa o movimento do "herói" no jogo e destaca a relação entre a representação algébrica e geométrica; (OI-

on-line 2) reflete sobre melhorias na mecânica do jogo e apresenta evolução de esquemas, especialmente após experiências vivenciadas com o RED; (OI-on-line 3) participa da proposta de cenários, enfocando o letramento matemático, interdisciplinaridade e o uso do jogo como potencial motivador para a aprendizagem de funções; (OI-on-line 4) desenvolve um cenário alinhado com tendências educacionais, destacando a importância dos recursos tecnológicos e uso de metodologia de rotação por estações na sala de aula e, (OI-on-line 5(I)) contribui para a análise dos cenários dos colegas, ajustando linguagem e objetivos para tornar as propostas mais claras. Também mobiliza esquemas relacionados à contextualização e interdisciplinaridade.

- Professor C: (OI-on-line 1) mobiliza esquemas relacionados ao conhecimento conceitual e processual de funções matemáticas. Questiona a representação visual no jogo e destaca a importância do radar; (OI-on-line 2) enfrenta dificuldades iniciais na interação com o Guia didático-pedagógico. Mobiliza esquemas para entender os objetivos do jogo e ampliar o campo didático-pedagógico; (OI-on-line 3) continua a se instrumentalizar a partir de outros modelos de cenários de aprendizagem, focando na interdisciplinaridade; (OI-on-line 4) desenvolve um cenário com ênfase na interdisciplinaridade e na contextualização, integrando a matemática com outras áreas do conhecimento, especialmente na área de Ciências da Natureza, e (OI-on-line 5(I)) contribui para a análise dos cenários dos colegas, enfatizando a importância da abordagem interdisciplinar, especialmente relacionada a questões ambientais.

A dinâmica de cooperação na OI-on-line 5(I) destaca a natureza viva e em constante transformação dos documentos e recursos, evidenciando uma gênese documental rica e reflexiva. Na OI-on-line 5(II), consideramos que também houve evolução na gênese documental coletiva, a partir da relação dialética e dinâmica entre recursos e documentos evidenciados na OI-on-line 5(I), no que diz respeito às contribuições dadas ao cenário de aprendizagem idealizado pelo Professor B é usado como ponto de partida para o desenvolvimento do cenário de aprendizagem coletivo. Na OI-on-line 5(II) houve um aprimoramento desse cenário de aprendizagem e o Professor B pode discutir com os Professores B e C sobre as contribuições dadas. O entendimento dessas contribuições foi fundamental para o desenvolvimento de esquemas coletivos na construção do novo cenário. Os relatos dos Professores A, B e C evidenciam uma progressão notável na evolução da Gênese Documental,

alinhando-se com a proposta de mapeamento dos elementos da atividade do professor sobre seu próprio trabalho documental. Vamos relacionar os relatos com a evolução da Gênese Documental de cada professor.

Consideramos que os relatos dos Professores A, B e C evidenciam uma progressão notável na evolução da Gênese Documental, alinhando-se com a proposta de mapeamento dos elementos da atividade do professor sobre seu próprio trabalho documental. O Professor A, destaca uma mudança significativa em sua abordagem, passando de uma visão inicial de apenas jogar para uma análise mais profunda da proposta. A evolução do professor é evidente ao mencionar a formalização da metodologia de rotação, indo além do lúdico para incorporar um estudo abstrato das funções matemáticas. Ele também expressa o desejo de dedicar mais tempo à proposta, destacando a motivação que sentiu ao jogar apesar de ter identificado alguns *bugs* na mecânica, em aspectos visuais do jogo e na dificuldade de utilizar o RED em computadores, evidenciando um entendimento mais amplo dos desafios práticos no contexto educacional. O Professor B, relaciona a proposta do jogo com sua linha de pesquisa e destaca a importância das metodologias ativas, demonstrando uma conexão com os esquemas mentais mobilizados durante as OIs.

Reconhece o valor do compartilhamento de experiências como um processo construtivo. Ele também destaca a ampliação das discussões, indo além do jogo, indicando uma compreensão mais profunda das potencialidades que o RED oferece. Já o Professor C, destaca a facilidade proporcionada pelo trabalho conjunto, mencionando as contribuições de ideias e sugere um repositório de cenários para facilitar o compartilhamento de ideias entre os professores, indicando um entendimento sobre os recursos necessários para aprimorar a gênese documental. Ele também demonstra que as experiências vivenciadas durante as OIs o levaram a uma reflexão mais profunda sobre o processo de utilização de recursos na sala de aula.

7.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Um aspecto importante a ser considerado nesta pesquisa foi a escolha e a arquitetura dos recursos para produção de dados tanto de modo síncrono quanto assíncrono, e que abarcasse o desenho do percurso metodológico. A limitação do tempo para a execução das orquestrações instrumentais on-line, e as falhas técnicas na produção dos dados, como a captura de tela nos momentos assíncronos, limita a

produção de dados que poderiam ser relevantes para um entendimento profundo dos recursos e esquemas mobilizados pelos participantes. É relevante a coleta desses dados para análise profunda de forma a aumentar o rigor e precisão das inferências realizadas, além da possibilidade de surgirem novos elementos que venham a reforçar a validação do modelo, mas também contribuir com a expansão da abordagem documental do didático e o refinamento conceitual da Orquestração Documental.

7.4 PERSPECTIVAS DE FUTURAS PESQUISAS

Em relação às demandas não realizadas, consideramos importante realizar estudos realizados na perspectiva da Orquestração Documental que facilite o processo de documentação do professor.

Também é relevante investigar a possibilidade de expansão da Abordagem Documental do Didático com o uso de Orquestração Instrumental on-line para testar as potencialidades de jogos ou outros recursos digitais que são concebidos para fins educacionais. Estudos dessa magnitude podem contribuir para o desenvolvimento de recursos educacionais pois, entendendo como professores se apropriam desses recursos e a partir dele idealizam cenários de aprendizagens, pode facilitar e aprimorar o desenvolvimento de novos recursos, assim como os resultados apresentados nesta pesquisa.

A produção de dados com outros grupos de professores de modo que fiquem livres para desenvolver seus cenários de aprendizagem sem se limitar a um modelo, pode trazer elementos que possam ser possíveis, também inferir com precisão esquemas e a evolução documental de professores ao interagir com recursos digitais.

Outra sugestão, para pesquisas futuras, seria olhar para os esquemas coletivos ou cooperativos produzidos, analisando a influência do trabalho coletivo/cooperativo na evolução da gênese documental dos professores criando os cenários de aprendizagem.

Enfim, são muitas variáveis que este estudo pode abrir campo para novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ADLER, J. Conceptualising resources as a theme for teacher education. **Journal of Mathematics Teacher Education**, n. 3, p. 205 – 224, 2000.

ARAÚJO FILHO, R. M. **Formação inicial do professor de matemática: um olhar para integração de recursos digitais em situações de colaboração à luz da TPACK**. 2019. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2019.

BELFER, K.; NESBIT, J.; LEACOCK, T. Learning object review instrument (LORI). **Version 1N4**, 2002.

BELLEMAIN, F.; TROUCHE, L. Comprendre le travail des professeurs avec les ressources de leur enseignement, un questionnement didactique et informatique. 1^o **Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática**, Bonito – MS, p. 105 - 144, 2016.

BRASIL. **Decreto n.º 9.099, de 18 de julho de 2017**. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático, 2017. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9099.htm>. Acesso em: 17 dezembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em 3 mai. 2021.

CARROLL, J. Five reasons for scenario-based design. **Interacting with computers**, v. 13, n. 1, 2000, p. 43-60.

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**. v. 75 (2), p. 213-234, 2010.

ENGSTRÖM, Y. Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**, Vol. 14, n.1, 2001, p. 133-156.

FU, Fong-Ling; SU, Rong-Chang; YU, Sheng-Chin. EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. **Computers & Education**, v. 52, n. 1, p. 101-112, 2009.

GARDNER, Roxane. Introduction to debriefing. In: **Seminars in perinatology**. WB Saunders, p. 166-174, 2013.

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

GÓES, L. E. S.; TEIXEIRA, J. Cidade de primeiro grau: um jogo digital de RPG para o ensino de função afim. **Debates em Educação**, v. 10, n. 22, p. 316-334, 2018.

GOMES, A. S. ; CASTRO FILHO, J, A. GITIRANA, Verônica; SPINILLO, A. ; ALVES, M. ; MELO, M. ; XIMENES, J. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 2002, Florianópolis. Convergências Tecnológicas Redesenhando as Fronteiras da Ciência e da Educação: **Anais**. Florianópolis: SBC, 2002. v. 5.

GUEUDET, G. Studying Teachers' Documentation Work: Emergence of a Theoretical Approach. In L. Trouche, G. Gueudet and B. Pepin (dir.), The 'resource' approach to Mathematics Education. **Springer series Advances in Mathematics Education**, p. 17-42, 2019.

GUEUDET, G.; TROUCHE, L. DO TRABALHO DOCUMENTAL DOS PROFESSORES: gênese, coletivos, comunidades. O caso da Matemática. **Em Teia| Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana-ISSN: 2177-9309**, v. 6, n. 3, 2016.

_____; _____. Towards new documentation systems for mathematics teachers? **Educational Studies in Mathematics**, n. 71, v. 3, p. 199 – 218, 2009.

_____; _____. Do trabalho documental dos professores: gênese, coletivos, comunidades: o caso da Matemática. **EM TEIA-Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 6, n. 3, p. 1-43, 2015.

_____; _____. Étudier les interactions professeurs - ressources: questions de méthode. **Éducation et didactique**, v. 15, n. 15-2, p. 141-158, 2021.

LEONT'EV, A. O desenvolvimento do psiquismo. Lisboa: **Livros Horizonte**, 1978.

LIMA, Aristóteles. **Homem do Campo**, 2011. Disponível em: <<https://www.recantodasletras.com.br/cordel/3070723>>. Acesso em 19 jan. 2024.

LUCENA, R.M.S.C. **Mediações Didáticas da Tutoria Online da Geometria Analítica**: uma análise à luz da orquestração instrumental e das representações semióticas. 2015. 172 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Programa de Pósgraduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2015.

LUCENA, Rosilângela. **Metaorquestração Instrumental: um modelo para repensar a formação de professores de matemática.** 2018. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2018.

MATOS, J. F. . Princípios orientadores para o desenho de cenários de aprendizagem. Lisboa, Portugal: **Instituto de Educação**, 2014.

MISFELDT, M. Scenario based education as a framework for understanding students engagement and learning in a project management simulation game. **The Electronic Journal of e-Learning**, v. 13, n. 3, p. 181-191, 2015.

MOHAMED-OMAR, H.; YUSOFF, R.; JAAFAR, A. Quantitive analysis in a heuristic evaluation for usability of Educational Computer Game (UsaECG), Information Retrieval & Knowledge Management (CAMP), **International Conference**, p.187 - 192, 2012.

MORAIS, C. M. **O modelo da metaorquestração instrumental no ensino técnico integrado ao médio: um olhar interdisciplinar para o ensino da matemática.** 2021. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2021.

PEDRO, A; PIEDADE, J; MATOS, J. F. **Práticas na Formação Inicial de Professores de Informática com Cenário de Aprendizagem**, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329217903_PRATICAS_NA_FORMACAO_INICIAL_DE_PROFESSORES_DE_INFORMATICA_COM_CENARIOS_DE_APRENDIZAGEM>. Acesso em 19 mar. 2022.

PEREIRA, José Wilson; GITIRANA, Verônica. Configurações Didáticas na Educação a Distância: Um olhar sobre os recursos mobilizados por um Professor Executor. **Anais do 1º Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática**, 2016.

PEREIRA, Jose Wilson. **Configurações didáticas de ambientes virtuais de aprendizagem na educação à distância.** 2017. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2017.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação. **Matriz de Referência de matemática.** Recife, 2020. Disponível em: <<https://avaliacaoemmonitoramentopernambuco.caeddigital.net/#!/programa>>. Acesso em 19 jan. 2022.

PIEADADE, J.M.N.; PEDRO, A. I. G.; SILVA, A. A.; & MATOS, J. F. Projeto TEL@FTELAB: desenho de cenários de aprendizagem na formação inicial de professores de informática. **Revista Intersaberes**, v. 14, n. 31, p. 37-57, 2019.

QUEIROS, L. M.; GOMES, A. S.; PEREIRA, J. W.; CASTRO FILHO, J. A. de; SANTOS, E. M. dos; SILVA NETO, D. F. da. Enigmas de Yucatàn: Recurso Educacional Digital para o Ensino de Geometria Espacial. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 30, p. 108–134, 2022. DOI: 10.5753/rbie.2022.2140. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/rbie/article/view/2140> . Acesso em: 29 jan. 2024.

QUEIROS, L. M.; GOMES, A. S.; PEREIRA, J. W.; SILVA, C. J. P.; LIMA, R. M. F.; NOGUEIRA, T. J. D. D.; ALVES, T. T.; FERNANDES, A. M.; HOLANDA, F. V. V.; LUNA, B. G.; MARIZ, H. A.; SILVA NETO, D. F.; MELO, G. A. C.; QUEIROGA, M. O. de F.; MOREIRA, A. V. M.; GABRIEL, J. V. da Silva; QUEIROZ, M. P.; GUEDES, L. M. S.; SOUZA, A. P. C.; TEIXEIRA, L. M.; TORRES, M. B. de Moura.; ZAMBOM, E. G.; CARVALHO, L. P.; OLIVEIRA, M. L. B.; ARRUDA, J. P. M.; CARCAVILLA, M. E. G.; SOUZA, I. N. S. B.; NASCIMENTO, A. G., 2020. (a) **Função Resgate**. *In: Função Resgate*. Google Play: Governo do Brasil, 18 jun. 2021a. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.mec.vlabFuncaoResgate&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 17 jan. 2022.

_____; _____. (b) **Função Resgate**. *In: Função Resgate*. App Store: Governo do Brasil, 18 jun. 2021b. Disponível em: <https://apps.apple.com/br/app/id1571350369>. Acesso em: 17 jan. 2022.

_____; _____. (c) **Função Resgate: Guia Didático-pedagógico**. *In: Função Resgate*. Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 8 abr. 2021c. Disponível em: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/usuario-publico/16408/>. Acesso em: 17 jan. 2022.

RABARDEL, P. Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. *In: BAILLEUL, M. (Ed.). Actes de la Xème Ecole d'Été en Didactiques des Mathématiques*. Houlgate: IUFM de Caen, 1999. p. 202-213.

RAMOS, A.; FARIA, P. M.; FARIA, A. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014.

SABRA, H. **Contribution à l'étude du travail documentaire des enseignants de mathématiques**: les incidents révélateurs des rapports entre documentations individuelle et communautaire [thèse]. Université Claude Bernard Lyon 1, 2011.

SÁNCHEZ, Mario. On the concept of documentational orchestration. **Didactics as Design Science**, p. 11-22, 2010.

SANTOS, R. T. **Processo de Desenvolvimento de Software Educativo: um Estudo da Prototipação de um Software para o Ensino de Função**. 2016. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2016.

SILVA GÓES, L. E.; TEIXEIRA, J. Cidade de Primeiro Grau: um jogo digital de RPG para o ensino de função afim. **Debates em Educação**, v. 10, n. 22, p. 316–334, 2018.

SILVA, A. C. B; GOMES, A. S. Conheça e utilize software educativo: avaliação e planejamento para a educação básica. **Pipa Comunicação**, Recife, v. 2, p.147-184, 2015.

SILVA, C. T. J. DA; GITIRANA, V.; BELLEMAIN, F.; TIBÚRCIO, R. S. Function Studium: concepção, desenvolvimento e validação de um software para abordar funções em uma perspectiva covariacional. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 12, n. 28, p. 245-271, out. 2019.

SILVA, Lucas Gabriel Vieira da. **Orquestração instrumental com o GEOGEBRA: uma abordagem de função afim**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, 2021.

SILVA, Tarcis Teles Xavier da. **Aprendizagem no ensino remoto: a gênese instrumental de licenciandos com o GeoGebra em dispositivos móveis**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, 2021.

TROUCHE, L.; GUEUDET, G.; PEPIN, B.; ROCHA, K.; ASSIS, C.; IGLIORI, S. **A abordagem documental do didático**. The Documentational Approach to Didactics Multilingual project, 2020. Disponível em: <https://www.academia.edu/44649416/A_abordagem_documental_do_did%C3%A1tico> Acesso em: 04 de jun. de 2021.

TROUCHE, L; GUEUDET, G.; PEPIN, B. Documentational approach to didactics. *In*: LERMAN, S. (dir.), **Encyclopedia of Mathematics Education**. 2 ed., p. 307-313, 2020.

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In BRUN, J. (Ed.) *Didática das Matemáticas*. Lisboa: **Instituto Piaget**, 1996

VYGOTSKY, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. MA: **Harvard University Press**, Cambridge, 1978.

ANEXO I – CONTRATO METODOLÓGICO

O contrato metodológico leva consideração a complexidade da relação entre o pesquisador(a) e os sujeitos participantes da pesquisa (professores(as)) na coleta de dados. Ele deve ser seguido de maneira flexível para a realização das atividades individuais e coletivas através de regras, dos papéis e responsabilidades de cada um. O objeto comum dos contratantes (SABRA, 2011) é “a ação didática individual ou coletiva, bem como os recursos produzidos”. Neste sentido, incluímos também os recursos mobilizados e seus esquemas.

Em caso de ruptura, abre espaço para negociações e redefinição do contrato. “Definimos o contrato metodológico como um conjunto de expectativas mútuas entre o pesquisador e o ator, essencialmente implícitas, relativas a uma ação didática no campo experimental” (SABRA, 2011).

Papel do(a) participante:

- Alinhar junto ao pesquisador o contrato metodológico sempre que achar necessário;
- Se disponibilizar para realizar as atividades síncronas e assíncronas estabelecidas, para atender os objetivos da pesquisa;
- Conhecer os recursos disponibilizados pelo pesquisador e sobre ele elaborar propostas de atividades para o uso em sala de aula;
- Compartilhar e capturar tela com computador no formato audiovisual para disponibilizar ao pesquisador;
- Espelhar a tela do seu dispositivo móvel (smartphone, tablet, ...) em seu computador quando necessário;
- Realizar registros das ações e atividades didáticas (rascunhos, planejamento, pesquisa, diário de bordo...) relacionadas aos recursos disponibilizados pelo pesquisador;

Papel do pesquisador:

- Explicar o presente contrato metodológico aos participantes;
- Criar mecanismos metodológicos flexíveis para incentivar o trabalho documental dos participantes, que seja prazeroso e garantir o comprometimento com a proposta da pesquisa;

- Disponibilizar os recursos: RED Função Resgate e seu Guia didático-pedagógico;
- Proporcionar encontros formativos para que possam desenvolver cenários de aprendizagens;
- Traçar regras, os papéis e responsabilidades de cada um durante o processo de coleta de dados nos momentos síncrono e assíncrono;
- Coletar, dos participantes, dados desde a apropriação dos recursos ao desenvolvimento das atividades individuais e coletivas;
- Conhecer as atividades (ação didática) individuais e coletivas dos participantes;
- Identificar os momentos de rupturas do contrato metodológico durante a coleta de dados, descrevê-los e realizar ajustes com os(as) participantes;
- Gerenciar os encontros síncronos para garantir a imparcialidade dos participantes na atividade, nos momentos que for necessário;
- Instrumentalizar os(as) participantes para usar os recursos de coleta de dados (ex: Captura de tela, espelhamento da tela do smartphone);
- Realizar intervenção, sempre que for necessário, para entender a ação didática do professor;
- Realizar registros audiovisuais (captura de tela em vídeo) nos encontros síncronos.

Neste sentido, assim como na definição dada por Sabra (2011), às expectativas estão essencialmente implícitas no papel definido tanto para os professores quanto para os pesquisadores de modo que permitem aos professores expressar suas expectativas podem incluir:

- Alinhamento das expectativas entre pesquisador e professores para discutir e alinhar as expectativas em relação ao contrato metodológico;
- Oportunidade para os professores expressarem suas necessidades, preocupações e sugestões em relação ao processo de pesquisa;
- Encorajamento para que os professores proponham atividades específicas que desejam realizar em sala de aula com os recursos disponibilizados, expressando assim suas expectativas em relação à aplicação prática;

- Estabelecimento de canais de comunicação abertos para feedback contínuo, permitindo que os professores expressem suas opiniões sobre a flexibilidade e eficácia do contrato metodológico ao longo do processo;
- Incentivo aos professores para registrar suas próprias ações e atividades didáticas relacionadas aos recursos, proporcionando uma maneira tangível de expressar suas expectativas e experiências;
- Estímulo para que os professores participem ativamente nos encontros formativos, oferecendo insights e expressando suas necessidades de desenvolvimento profissional;
- Estabelecimento de processos de negociação abertos no caso de rupturas no contrato metodológico, permitindo que os professores expressem suas preocupações e contribuam para a redefinição do contrato;
- Coleta de feedback sobre os recursos disponibilizados, incentivando os professores a expressarem suas opiniões sobre a utilidade e aplicabilidade desses recursos em seu contexto educacional.