

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

Genilson Gomes Corradi

**Um Ambiente Digital para apoiar o ensino das  
operações fundamentais da matemática baseado na  
Teoria dos Campos Conceituais**

VITÓRIA-ES, BRASIL

Março de 2020

**Genilson Gomes Corradi**

**Um Ambiente Digital para apoiar o ensino das  
operações fundamentais da matemática baseado na  
Teoria dos Campos Conceituais**

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Informática da Universidade Federal do  
Espírito Santo, como requisito parcial  
para obtenção do Grau de Mestre em  
Informática.

Orientador: Prof Dr. Crediné Silva de  
Menezes

VITÓRIA-ES, BRASIL

Março de 2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

C823a Corradi, Genilson Gomes, 1960-  
Um Ambiente Digital para apoiar o ensino das operações  
fundamentais da matemática baseado na Teoria dos Campos  
Conceituais / Genilson Gomes Corradi. - 2020.  
153 f. : il.

Orientador: Crediné Silva de Menezes.  
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Matemática (Ensino fundamental). 2. Computação ubíqua.  
3. Ensino auxiliado por computador. 4. Computação -  
Matemática. 5. Aprendizagem baseada em problemas. I.  
Menezes, Crediné Silva de. II. Universidade Federal do Espírito  
Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 004

---



***UM AMBIENTE DIGITAL PARA APOIAR  
O ENSINO DAS OPERAÇÕES  
FUNDAMENTAIS DA MATEMÁTICA  
BASEADO NA TEORIA DOS CAMPOS  
CONCEITUAIS***

*Genilson Gomes Corradi*

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Informática.

Aprovada em 02 de abril de 2020:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Crediné Silva de Menezes'.

Prof. Dr. Crediné Silva de Menezes  
Orientador

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Davidson Cury'.

Prof. Dr. Davidson Cury  
Membro Interno

Prof. Dr. Alberto Nogueira de Castro Júnior  
Membro Externo

“A verdadeira viagem de descoberta não consiste em buscar novas terras, mas em  
vê-las com novos olhos.”

Marcel Proust

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

**Dedico esse trabalho à minha família que me apoiou em todos os momentos.**

# Agradecimentos

---

Apreendi muito durante esta caminhada. Foram muitas contribuições diretas e indiretas para que eu conseguisse chegar até este ponto.

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades que são inatas de uma caminhada como o mestrado.

Também sou profundamente grato à minha família, em especial, à minha esposa Solange, por compreender minha ausência para dedicação a este mestrado. À minha sobrinha Júlia Lóss pelas valiosas revisões nos textos deste documento.

Agradeço aos meus professores Crediné Menezes e Davidson Cury pela oportunidade que me foi dada de aprender e compartilhar momentos de construção de saber coletivo que vocês tão maravilhosamente sabem orquestrar.

Agradeço especialmente ao Crediné, pois além de professor, foi meu orientador me brindando com grandes ensinamentos na concepção e elaboração desta dissertação e artigos. Muito preciosos seus conselhos, grande Mestre!

Sou muito grato a todos os colegas do mestrado pela oportunidade no compartilhamento de idéias, mas em especial, a Bruno Stoll pela grande ajuda me apoiando na programação do protótipo do ambiente digital.

Não posso deixar de agradecer à Rede de Ensino Municipal através de seus técnicos, professores, pedagogos e gestores pelo enorme apoio no trabalho nas escolas, sem o qual, este trabalho não seria possível.

Muito obrigado a todos vocês!

---

# Resumo

---

As pesquisas de avaliação da aprendizagem tem mostrado que os alunos no início da sua vida estudantil, têm muita dificuldade na aprendizagem dos conteúdos da disciplina de matemática, em especial, das operações fundamentais (adição/subtração e multiplicação/divisão). Na Teoria dos Campos Conceituais, criada pelo pesquisador francês Gérard Vergnaud são propostas duas abordagens pedagógicas, o Campo Aditivo relacionado à adição/subtração e o Campo Multiplicativo relacionado à divisão/multiplicação, para facilitar a aprendizagem destas operações. Muitas redes de ensino já usam estas abordagens, mas a sua utilização é uma tarefa difícil para os professores. Para potencializar e fomentar o uso destas abordagens, propomos um ambiente digital para apoiar o ensino e a aprendizagem das operações fundamentais da matemática de forma colaborativa e ubíqua, baseado em levantamento das dificuldades e necessidades dos professores no ensino baseado na Teoria dos Campos Conceituais. Para validar o modelo proposto do ambiente digital, foi definida uma metodologia própria, construído um protótipo e aplicado em escolas de uma rede municipal de ensino. Os resultados obtidos na aplicação do ambiente proposto nas escolas evidenciam que a proposta facilitou o trabalho dos professores no ensino das operações fundamentais e contribuiu para o aumento da proficiência dos alunos em matemática, o que pode melhorar os resultados em futuras pesquisas de avaliação de aprendizagem, em especial, do Ensino Fundamental.

**Palavras-Chaves:** Teoria dos Campos Conceituais, Campo Aditivo, Campo Multiplicativo, Ambiente Digital, Dificuldade de Aprendizagem.

---

# Abstract

---

Learning assessment research has shown that students at the beginning of their student life have great difficulty in learning the contents of the mathematics discipline, especially the fundamental operations (addition / subtraction and multiplication / division). In the Theory of Conceptual Fields, created by the French researcher Gérard Vergnaud, two pedagogical approaches are proposed, the Additive Field related to addition / subtraction and the Multiplicative Field related to division / multiplication, to facilitate the learning of these operations. Many education networks already use these approaches, but their use is a difficult task for teachers. To enhance and encourage the use of these approaches, we propose a digital environment to support the teaching and learning of the fundamental operations of mathematics in a collaborative and ubiquitous way, based on a survey of the difficulties and needs of teachers in teaching based on the Theory of Conceptual Fields. To validate the proposed model of the digital environment, a specific methodology was defined, a prototype was built and applied to schools in a municipal education network. The results obtained in the application of the proposed environment in schools show that the proposal facilitated the work of teachers in the teaching of fundamental operations and contributed to the increase of students' proficiency in mathematics, which may improve the results in future research for learning assessment, in elementary school.

**Keywords:** Conceptual Fields Theory, Additive Field, Multiplicative Field, Digital Environment, Learning Difficulty.

# Lista de Figuras

---

Figura 1 - Algoritmos da adição e subtração .....	27
Figura 2 - Exemplo de uma situação-problema do campo aditivo.....	28
Figura 3 - Símbolos do esquema sagital .....	37
Figura 4 - Tipos de Situações-Problemas do Campo Aditivo .....	40
Figura 5 - Esquema do Campo Multiplicativo .....	41
Figura 6 - Visão geral do ambiente proposto.....	58
Figura 7 - Diagrama de Casos de Usos do ambiente proposto.....	59
Figura 8 - Fluxo simplificado do funcionamento do ambiente digital.....	62
Figura 9 - Estrutura de uma situação-problema.....	62
Figura 10 - Exemplo de Pré-frase para uma situação de Transformação.....	65
Figura 11 - Comunicação no modelo MVC.....	69
Figura 12 - Arquitetura em camadas do ambiente proposto .....	70
Figura 13 - Diagrama de Classes do OPERA .....	71
Figura 14 - Diagrama de componentes do protótipo construído .....	75
Figura 15 - Tela de Login do protótipo .....	75
Figura 16 - Menu do professor .....	76
Figura 17 - Geração de situações-problemas para o Campo Aditivo .....	76
Figura 18 - Relação das situações-problemas geradas pelo ambiente .....	77
Figura 19 - Geração de sessão de exercícios para o Campo Aditivo.....	77
Figura 20 - Lista de sessões de exercícios do Campo Aditivo .....	78
Figura 21 - Resultado da sessão de Exercícios .....	78
Figura 22 - Menu do Apoio Administrativo/Pedagógico .....	79
Figura 23 - Resolução de situações-problemas para o Campo Aditivo .....	80
Figura 24 - Selecionando uma cor no mecanismo de contagem .....	80
Figura 25 - Marcando uma quantidade para a situação 1 .....	81
Figura 26 - Marcando outra quantidade para a situação 1 .....	81
Figura 27 - Marcando uma quantidade para a situação 2 .....	82
Figura 28 - Marcando outra quantidade para a situação 2 .....	83
Figura 29 - Dashboard do PythonAnywhere .....	86

Figura 30 - Tela do PyCharm .....	87
Figura 31 - Recorte das Diretrizes Curriculares (Campo Aditivo) .....	92
Figura 32 - Recorte da avaliação da aprendizagem de adição/subtração ....	94
Figura 33 - Classificação das respostas com relação ao aprendizado .....	95
Figura 34 - Resumo das respostas dos alunos (instrumento papel) .....	96
Figura 35 - Consolidação das respostas dos alunos nos 2 instrumentos .....	97
Figura 36 - Recorte do questionário aplicado aos professores .....	97

# Lista de Quadros

---

Quadro 1 - Exemplo de resolução de situação-problema.....	35
Quadro 2 - Quantidade de trabalhos nas bases brasileiras .....	48
Quadro 3 - Quantidade de trabalhos nas bases internacionais.....	49
Quadro 4 - Lista de trabalhos correlatos .....	49
Quadro 5 - Comparação entre trabalhos correlatos .....	54
Quadro 6 - Requisitos funcionais do ambiente proposto .....	60
Quadro 7 - Requisitos não funcionais do ambiente proposto .....	61
Quadro 8 - Informações cadastrais das Relações Aditivas .....	63
Quadro 9 - Informações cadastrais das Relações Multiplicativas .....	64
Quadro 10 - Definição das situações-problemas .....	93
Quadro 11 - Categorias usadas na correção das situações-problemas .....	95
Quadro 12 - Compilação das repostas do questionário dos professores.....	108

# Lista de Tabelas

---

Tabela 1 - Metas/Resultados de Matemática SAEB 2013 a 2017 .....	17
Tabela 2 - Desempenho nos testes da Turma1 da Escola1 .....	102
Tabela 3 - Desempenho nos testes da Turma1 da Escola2 .....	104
Tabela 4 - Desempenho nos testes da Turma2 da Escola2 .....	106

---

# Sumário

---

<b>Capítulo 1 - Introdução .....</b>	<b>16</b>
1.1. Contexto.....	16
1.2. Problema de Pesquisa .....	18
1.3. Objetivo da pesquisa .....	19
1.4. Questão de pesquisa.....	20
1.5. Hipótese da pesquisa .....	20
1.6. Método de pesquisa .....	20
1.6.1. Metodologia de Pesquisa.....	20
1.6.2. Procedimentos Metodológicos.....	21
1.7. Contribuição da pesquisa.....	23
1.8. Produção científica .....	23
1.9. Organização desta dissertação .....	24
<b>Capítulo 2 - Caracterização do Problema .....</b>	<b>26</b>
2.1. Processo de ensino das operações fundamentais da matemática.....	26
2.2. As dificuldades dos professores na utilização da TCC.....	29
2.3. Considerações sobre o capítulo.....	31
<b>Capítulo 3 – Referencial Teórico.....</b>	<b>32</b>
3.1. Teoria dos Campos Conceituais .....	32
3.2. Campo Aditivo .....	36
3.3. Campo Multiplicativo.....	41
3.4. Tecnologias Digitais no processo de ensino.....	44
3.5. Considerações sobre o capítulo.....	46
<b>Capítulo 4 – Trabalhos Correlatos .....</b>	<b>47</b>
4.1. Critérios de busca .....	47
4.2. Propostas correlatas analisadas .....	50

4.3. Relações entre os trabalhos correlatos e a proposta desta Dissertação.....	52
4.4. Considerações sobre o capítulo.....	55
<b>Capítulo 5 – Ambiente digital proposto .....</b>	<b>56</b>
5.1. Visão Geral do Escopo do Problema Tratado .....	56
5.2. Visão Geral da Solução Proposta.....	57
5.3. Fluxo de funcionamento do ambiente digital proposto .....	62
5.3.1. Preparação do ambiente.....	63
5.3.2. Preparação da base de Situações-Problemas.....	64
5.3.3. Preparação das atividades de aula .....	65
5.3.4. Realização das atividades de aula.....	66
5.3.5. Análise dos resultados da sessão .....	67
5.4. A Arquitetura Proposta.....	68
5.4.1. Camada de Visão .....	70
5.4.2. Camada de Controle.....	71
5.4.3. Camada de Negócio .....	71
5.4.4. Camada de Persistência .....	72
5.5. Considerações sobre o capítulo.....	72
<b>Capítulo 6 – Prova de Conceito .....</b>	<b>74</b>
6.1. Construção de um protótipo .....	74
6.2. Tecnologias de suporte .....	83
6.2.1. Python.....	83
6.2.2. O ambiente PythonAnywhere .....	85
6.2.3. A Ferramenta PyCharm.....	86
6.2.4. Servidor Web Flask.....	87
6.2.5. SQLite.....	88
6.2.6. A Ferramenta Sql Alchemy .....	89
6.2.7. Framework Bootstrap .....	89
6.3. Considerações sobre o capítulo.....	90
<b>Capítulo 7 – Um experimento na escola .....</b>	<b>91</b>
7.1. Contexto do experimento.....	91
7.2. Levantamento do conhecimento prévio dos alunos .....	92

7.3. Aplicação do experimento .....	96
7.4. Elaboração do Resultado Final .....	97
7.5. Avaliação do experimento .....	98
7.5.1. Visão Geral do experimento.....	98
7.5.2. Resultados Obtidos na Pesquisa.....	100
7.5.2.1. Resultados da Escola1 .....	101
7.5.2.2. Resultados da Escola2.....	103
7.5.2.5. Pesquisa com Professores .....	107
7.6. Considerações sobre o capítulo.....	109
<b>Capítulo 8 – Avaliação do Trabalho.....</b>	<b>110</b>
8.1. Avaliação da Pesquisa.....	110
8.2. Limitações do Trabalho.....	113
8.3. Lições Aprendidas.....	114
8.4. Trabalhos Futuros .....	114
<b>Referências .....</b>	<b>118</b>
<b>Apêndice A – Projeto de Pesquisa em escolas .....</b>	<b>122</b>
<b>Apêndice B – Instrumentos utilizados com alunos e professores.....</b>	<b>134</b>
<b>Apêndice C – Resultados dos testes com os alunos .....</b>	<b>149</b>

## Capítulo 1 - Introdução

---

Este capítulo apresenta uma visão geral da pesquisa desenvolvida, o contexto em que ela se insere, suas motivações, hipóteses, questões que nortearam o seu desenvolvimento, assim como os objetivos esperados, os processos adotados, as contribuições e as produções científicas realizadas. Esta introdução guiará todos os demais capítulos.

O capítulo está organizado nas seguintes seções: a Seção 1.1 apresenta o contexto em que esta pesquisa está inserida. A Seção 1.2 apresenta o problema de pesquisa abordado. Em seguida, na Seção 1.3 são apresentados os objetivos a serem alcançados no decorrer desta pesquisa e na Seção 1.4 são elencadas as questões que nortearão o seu desenvolvimento. Na Seção 1.5 são levantadas as hipóteses que serão validadas nesta pesquisa e na Seção 1.6 é abordada a metodologia usada na pesquisa. Na Seção 1.7, são apresentadas contribuições da pesquisa e na Seção 1.8, as produções científicas publicadas durante o processo de pesquisa. Por último, a Seção 1.9 apresenta como está organizada esta dissertação.

### 1.1. Contexto

A matemática está presente em todos os segmentos da vida e em todas as tarefas executadas do nosso dia a dia, seja na compra de um simples pão como na aplicação de um grande investimento financeiro. Assim, ela é instrumento muito importante para a vida das pessoas. Por outro lado, o ensino da matemática sempre se apresentou como um grande desafio, fato que é comprovado pelas pesquisas de avaliação da aprendizagem como o SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica) que mostram baixo nível de aprendizado dos conteúdos de matemática ministrados nas escolas. O SAEB é um sistema de avaliação da Educação Básica realizada biualmente pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) e considerado o mais importante instrumento para a avaliação da aprendizagem em Matemática e Língua Portuguesa. Os resultados de aprendizagem dos estudantes apurados no SAEB, juntamente com as taxas de aprovação, reprovação e abandono apuradas no Censo Escolar, compõem o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) que é um instrumento importante para formulação de políticas para a melhoria da qualidade da educação.

Para que a sociedade possa entender melhor os resultados do SAEB, o movimento “Todos pela Educação” ([www.todospelaeducacao.org.br](http://www.todospelaeducacao.org.br)), organização da sociedade civil, sem fins lucrativos que tem o propósito de melhorar o Brasil, impulsionando a qualidade e a equidade da Educação Básica no País, faz uma interpretação dos dados do SAEB que apresentamos na Tabela 1 para as edições de 2013 a 2017, dados extraídos do site do citado movimento.

Ano	5º Ensino Fund		9º Ensino Fund		3º Ensino Médio	
	Meta	Resultado	Meta	Resultado	Meta	Resultado
2013	42.3	39.5	37.1	16.4	28.3	9.3
2015	49.5	42.9	45.4	18.2	40.6	7.3
2017	56.7	48.9	54	21.5	52.7	9.1

Tabela 1: Metas/Resultados de Matemática SAEB 2013 a 2017.

Fonte: Todos pela Educação

Os números nas colunas de Meta e Resultado significam o nível adequado de aprendizagem projetado e alcançado, respectivamente. Desta forma, analisando os dados da Tabela 1 podemos concluir que:

- Para a 1ª etapa do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano) o resultado é crescente e bem próximo das metas estabelecidas, mas para o ano de 2017, por exemplo, significa que menos da metade dos alunos conseguiram atingir o aprendizado adequado (48,9%);
- Para a 2ª etapa do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano) o resultado é crescente, mas distanciando cada vez mais das metas estabelecidas, que para o ano de 2017, por exemplo, significa que um pouco menos de um quarto dos alunos conseguiram atingir o aprendizado adequado (21,5%);
- Para o Ensino Médio o resultado é crescente, mas muito distante das metas estabelecidas. Tomando o ano de 2017, por exemplo, observa-se que somente 9% dos alunos saem da escola com aprendizado adequado em matemática;
- Nota-se também que no avanço da escolarização cada vez fica mais distante o atingimento das metas e com resultados de alcance da aprendizagem adequada cada vez piores em função da relação predecessora entre conteúdos;

Em matemática o domínio de alguns conteúdos é fundamental para a aprendizagem de muitos outros. Dentre estes conteúdos, encontra-se o conceito das operações fundamentais da matemática (adição/subtração e multiplicação/divisão). Estas operações geralmente são ensinadas usando os métodos tradicionais que enfatizam apenas a memorização das operações e a aplicação do algoritmo de cálculo.

Segundo a presidente executiva do movimento “Todos pela Educação”, Priscila Cruz: “Matemática é uma disciplina cujo aprendizado é muito mais dependente da escola. Se não aprendeu na escola, não aprende na vida. Diferentemente de leitura e interpretação de texto, que é algo que os estudantes acabam praticando fora da escola” (publicado em 18/01/2017 no site da Agência Brasil no endereço <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2017-01/matematica- apenas-73-aprendem-o-adequado-na-escola>).

Uma nova forma de ensinar matemática para as operações de adição/subtração e multiplicação/divisão, baseada na Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1982), foi criada pelo pesquisador francês Gérard Vergnaud. Para o ensino de adição e subtração ele criou uma abordagem pedagógica chamada Campo Aditivo e para o ensino da multiplicação/divisão, outra chamada Campo Multiplicativo. O Campo Aditivo e o Campo Multiplicativo já estão previstos nas Diretrizes Curriculares do Ensino Fundamental de várias redes de ensino no Brasil que usam materiais concretos (figurinhas, bolas de gudes etc.) para auxiliar os alunos no processo de contagem para a resolução das situações-problemas.

## 1.2. Problema de Pesquisa

O uso dos Campos Aditivos e Multiplicativo tem-se mostrado como uma boa abordagem pedagógica para melhorar o aprendizado das operações de adição/subtração e multiplicação/divisão conforme relatado em (ETCHEVERRIA, 2014) e (MAGINA et al, 2014) e ratificado pela presença de orientação aos professores sobre o uso destes campos nos materiais do MEC (Ministério de Educação e Cultura) como, por exemplo, em (BRASIL, 2014).

Por outro lado, a utilização desta abordagem nem sempre é fácil, pois exige dos professores maior tempo para preparação das atividades e acompanhamento dos alunos de forma mais individualizada, pois dada uma mesma situação-problema alunos podem usar estratégias diferentes de solução.

Entretanto, em função do grande número de alunos nas salas de aula e a quantidade de tarefas que o professor precisa realizar para usar estas abordagens (coleccionar situações-problemas, preparar listas de exercícios com as situações problemas, aplicar individualmente as listas aos alunos, discutir as diferentes soluções dadas pelos alunos às situações-problemas etc.), é constatado que ele nem sempre consegue dar atenção individualizada e personalizada aos alunos, o que dificulta um trabalho eficiente com estas abordagens.

Pode-se resumir, dizendo que a dificuldade principal dos professores é não conseguir processar uma quantidade enorme de informações durante e após oriunda da resolução das situações-problemas dos alunos sem um suporte computacional. Este processamento é fundamental para que ele defina as estratégias pedagógicas para melhorar a aprendizagem de cada aluno.

Assim, o problema a ser investigado é identificar como prover um ambiente digital para apoiar o processo de ensino e aprendizagem das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática baseada nos Campos Aditivo e Multiplicativo com atendimento individualizado durante a realização das sessões de exercícios propostos e melhoria da aprendizagem pelos alunos através da possibilidade de colaboração entre eles buscando aumentar a proficiência em matemática e melhorando o resultado nas avaliações de aprendizagem como o SAEB.

### 1.3. Objetivo da pesquisa

O objetivo dessa pesquisa é conceber um ambiente digital que auxilie os professores no uso da Teoria dos Campos Conceituais para o ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática e conseqüentemente proporcione melhoria da aprendizagem por parte dos alunos.

Para alcançar o objetivo principal serão considerados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os requisitos para a concepção de um ambiente digital para auxiliar no ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática com base no Campo Aditivo e Multiplicativo;
- Criar um protótipo para ser testado em sala de aula na rede de ensino em situação real para validar se o ambiente digital concebido atende aos propósitos definidos;

#### 1.4. Questão de pesquisa

Essa pesquisa busca responder a seguinte questão:

- Será que um ambiente digital pode facilitar o processo de ensino e melhorar a aprendizagem das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática baseado na Teoria dos Campos Conceituais?

#### 1.5. Hipótese da pesquisa

A formulação das hipóteses da pesquisa pode ser embasada nas análises do conhecimento científico disponível, podendo ser oriundas de outras pesquisas (SILVA; MENEZES, 2001). As hipóteses elaboradas com base nos resultados de outras investigações geralmente conduzem a conhecimentos mais amplos que aquelas decorrentes da simples observação (GIL, 2009). Com base neste entendimento metodológico, esta pesquisa fundamenta-se na seguinte hipótese:

- O uso de um ambiente digital para o ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática simplifica as atividades do professor e melhora a aprendizagem pelos alunos.

#### 1.6. Método de pesquisa

Nesta seção será apresentada a metodologia de pesquisa e os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento desta dissertação.

##### 1.6.1. Metodologia de Pesquisa

Existem variadas formas de classificação das pesquisas. No entanto, as formas mais clássicas a determinam quanto à natureza, aos objetivos, à abordagem do problema, às fontes de informação e aos métodos de procedimentos (metodologia).

Do ponto de vista da sua natureza, esta é uma pesquisa aplicada, pois reúne um corpo de conhecimento e ferramentas tecnológicas, visando à aplicação prática em ambiente real na solução de um problema e a avaliação das consequências desta intervenção (SILVA; MENEZES, 2001).

Quanto aos objetivos, a presente pesquisa pode ser classificada como exploratória visto que se buscará uma visão mais ampla e aprofundada da área a ser estudada através de revisão bibliográfica e de entrevistas aos professores para entender seu processo e dificuldades no ensino do conteúdo específico de matemática tratado na pesquisa, visando identificar os métodos que poderão ser utilizados na busca de uma solução.

Com relação à abordagem do problema, esta pesquisa se caracteriza como qualitativa, uma vez que não busca quantificar dados, mas sim, impactar qualitativamente no apoio a abordagens pedagógicas dos professores e no apoio aos alunos na aprendizagem dos conceitos que orbitam em torno das 4(quatro) operações fundamentais da matemática.

Do ponto de vista das fontes de informação, esta pesquisa é classificada como uma pesquisa de campo, pois os dados são coletados diretamente no local onde os fatos ocorrem através das entrevistas aos professores e testes aplicados aos alunos.

Sob o ponto de vista metodológico, esta pesquisa é classificada como *Design Science Research*, pois busca resolver um problema prático num contexto específico por meio de um artefato tecnológico e gera um novo conhecimento científico. Isto pode ser mais bem entendido na subseção 1.6.2.

#### 1.6.2. Procedimentos Metodológicos

Para a realização da pesquisa, o autor deste trabalho elaborou uma metodologia específica composta das seguintes etapas:

Etapa 1: Seleção dos participantes

Serão definidos até 6 professores de 2 a 3 escolas onde a pesquisa será aplicada. Preferencialmente, os professores selecionados já deverão conhecer a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) e aplicá-la nas suas estratégias de ensino. Desejável também que tenham facilidade no uso de tecnologia no processo de ensino.

#### Etapa 2: Estudo do contexto

Nas escolas/turmas selecionadas, o pesquisador participará de aulas onde a TCC é usado para o ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática com o objetivo de identificar os possíveis usos de um ambiente digital para facilitar o processo de ensino/aprendizagem.

#### Etapa 3: Elaboração da proposta do ambiente digital

Com base na leitura de materiais científicos (artigos, dissertações, teses etc.) que propõe o uso de um ambiente digital para o ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática relacionadas à aplicação da TCC e baseado na compilação do que foi observado na Etapa 2, o pesquisador elaborará uma proposta de requisitos e características de um ambiente digital que deverá ser validada com os professores. Os professores também poderão propor requisitos/características para contribuir com a lista que será gerada pelo pesquisador.

#### Etapa 4: Seleção do recorte para construção do protótipo/pesquisa

Com base nos requisitos, o pesquisador definirá um escopo (recorte) para a criação de um protótipo viável para a testagem nas escolas/turmas onde a pesquisa será aplicada.

#### Etapa 5: Construção do protótipo

Utilizando do suporte computacional mais adequado para a solução do problema, o pesquisador desenvolverá o protótipo e orientará os professores no uso do mesmo.

#### Etapa 6: Homologação do protótipo

O protótipo será homologado pelos professores e os devidos ajustes serão feitos pelo pesquisador.

#### Etapa 7: Diagnóstico de avaliação da aprendizagem

Os professores aplicarão um teste com os alunos baseado em um questionário elaborado pelo pesquisador para buscar entender o grau de conhecimento sobre os

conceitos associados às 4 (quatro) operações fundamentais da matemática dentro do recorte definido na pesquisa.

#### Etapa 8: Uso do protótipo

Os professores usarão o protótipo com os alunos. Os professores poderão definir se com todos os alunos da turma ou parte dela. O pesquisador estará presente na sala para observar o uso do protótipo para subsidiar a geração do relatório final;

#### Etapa 9: Elaboração do Resultado Final

Elaboração do relatório final com a definição se o experimento gerou facilidade no processo de ensino e que melhorias ele e os requisitos devem ter para que o ganho seja ainda maior. O pesquisador também socializará o conhecimento/conclusões da pesquisa com os demais professores das escolas onde a pesquisa foi realizada.

### 1.7. Contribuição da pesquisa

Esta pesquisa resultou nas seguintes contribuições, tanto para as escolas da Rede Municipal de Ensino onde ela foi aplicada quanto para a comunidade científica:

- (i) *Ambiente Digital (recorte) para auxiliar os professores no ensino das operações de adição e subtração baseado no campo Aditivo para as relações de Composição, Compração e Transformação com uma base de dados com mais de 500 situações problemas.*
- (ii) *Uma arquitetura conceitual para a construção de um ambiente digital mais completo abrangendo os campos aditivo e multiplicativo para apoio aos professores no ensino às 4 (quatro) operações fundamentais da matemática.*

### 1.8. Produção científica

- Corradi, G.G. & C. S. Menezes (2019). Uma Arquitetura Pedagógica para aprendizagem de matemática baseada na Teoria dos Campos Conceituais. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2019. p. 901.
- Corradi, G.G. & C. S. Menezes (2019). OPERA: Ambiente Digital para apoiar o ensino das operações básicas da matemática baseada na Teoria dos

Campos Conceituais. XXVII Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação. 2019.

- Corradi, G.G. & C. S. Menezes (2019). Ensino da adição e subtração baseado no Campo Aditivo: uma proposta na Cultura Digital. Workshop de Informática na Escola (WIE). Artigo Resumido.

## 1.9. Organização desta dissertação

A pesquisa desenvolvida no decorrer desta dissertação é dividida em 8 (oito) capítulos. Os capítulos que seguem esta introdução (Capítulo 1) são:

O Capítulo 2 explana sobre o processo de ensino usando o método tradicional de ensinar as operações fundamentais da matemática e as dificuldades existentes para o uso da Teoria dos Campos Conceituais no ensino do mesmo conteúdo.

No Capítulo 3 será abordada a revisão da literatura sobre a Teoria dos Campos Conceituais e mais especificamente sobre os campos relacionados ao ensino das operações fundamentais da matemática.

No Capítulo 4 serão apresentados os trabalhos correlatos que tinham como objetivo oferecer um suporte computacional para auxiliar no ensino e aprendizagem das operações fundamentais da matemática baseado na Teoria dos Campos Conceituais.

No Capítulo 5 será apresentada uma visão geral do ambiente digital proposto e em seguida as funcionalidades que serão oferecidas aos professores e alunos em atendimento as suas necessidades para apoiar o ensino/aprendizagem das operações fundamentais da matemática baseado na Teoria dos Campos Conceituais.

Já no Capítulo 6 serão apresentadas as tecnologias, frameworks, linguagens de programação utilizadas e outros elementos que darão suporte a implementação do protótipo do ambiente digital proposto.

Em seguida, no Capítulo 7 será apresentada uma Prova de Conceito do ambiente proposto onde serão detalhadas as principais implementações e as interfaces ligadas ao ambiente do professor e do aluno no uso das funcionalidades desenvolvidas.

Finalmente, no Capítulo 8 será realizada uma análise geral dos resultados alcançados em relação aos objetivos e hipóteses estabelecidas no início dessa pesquisa. Ainda neste capítulo serão apresentadas as conclusões e as propostas de trabalhos futuros.

**Apêndice A:** Projeto de Pesquisa submetida à rede de educação municipal para experimento em sala de aula.

**Apêndice B:** Instrumentos (questionários e exercícios de teste) usados na pesquisa com os alunos e professores.

**Apêndice C:** Resultados dos testes com os alunos realizados na pesquisa.

## Capítulo 2 - Caracterização do Problema

---

Neste capítulo será contextualizado o problema de pesquisa abordado e os conceitos considerados fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Na Seção 2.1 será tratado o processo de ensino-aprendizagem das operações fundamentais da matemática e as estratégias pedagógicas ligadas a este processo.

Em seguida, na Seção 2.2 serão apresentadas as principais dificuldades dos professores e alunos no ensino das operações fundamentais da matemática baseado na TCC.

Já na Seção 2.3 serão apresentadas as considerações sobre este capítulo.

### 2.1. Processo de ensino das operações fundamentais da matemática

A matemática é uma disciplina cujos conteúdos possuem um grau de relação muito forte e dependente entre si. O não aprendizado de alguns conteúdos compromete o bom entendimento de outros causando um problema na aprendizagem e no avanço dos alunos na sua vida escolar. Um desses conteúdos que se configuram com um forte pré-requisito para o avanço na aprendizagem em matemática diz respeito às 4 (quatro) operações fundamentais (adição, subtração, multiplicação e divisão).

Tradicionalmente, o ensino das citadas operações era fortemente baseado no processo de contagem (primeiro a criança aprende de 0 a 10. Depois até 20. Em seguida avança para 50 e posteriormente para 100) e nos algoritmos de cálculo (Na adição: o “vai um”, na subtração: o “empresta um”, na multiplicação: “o sobe o número da dezena” etc.). Esta estratégia pedagógica reduzia a aprendizagem apenas a “fazer conta” sem acrescentar os significados e aplicações que as operações fundamentais possuem. A Figura 1 ilustra os algoritmos de adição e subtração que são utilizados na forma tradicional de ensino destas operações.

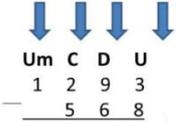
Algoritmo da adição	Algoritmo da subtração																
<p>Para utilizarmos o algoritmo da adição é importante mantermos alinhados os algarismos de mesma ordem, ou seja, unidade alinhada com unidade, dezena com dezena, e assim por diante. Depois começamos as contas da direita para a esquerda, ou seja, começamos sempre pelas unidades. Por exemplo, observe como fazer a adição <math>1293 + 568</math> utilizando o algoritmo.</p>	<p>Para utilizarmos o algoritmo da subtração é importante mantermos alinhados os algarismos de mesma ordem, ou seja, unidade alinhada com unidade, dezena com dezena, e assim por diante. Depois começamos as contas da direita para a esquerda, começando sempre pelas unidades. Por exemplo, observe como fazer a subtração <math>1293 - 568</math> utilizando o algoritmo.</p> <div style="text-align: center;">  <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>U</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>9</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td colspan="4">—</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> </table> </div>	U	C	D	U	1	2	9	3	—					5	6	8
U	C	D	U														
1	2	9	3														
—																	
	5	6	8														

Figura 1: Algoritmos da adição e subtração.

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/298138>

Na década de 80, o pesquisador francês Gérard Vergnaud propôs a Teoria dos Campos Conceituais, que pode ser aplicada a vários domínios do conhecimento. Como ele tinha formação também em matemática, usou sua teoria para inovar a forma de ensinar as 4 (quatro) operações fundamentais da matemática. Para tal, atuou em pesquisa de campo em sala de aula, onde observou como as crianças no início da vida escolar aprendem estas operações (processamento cognitivo), de forma mais natural, baseado na resolução de situações-problemas.

Em consonância com Vergnaud, a resolução de problemas (ou situações-problemas) no ensino/aprendizagem da matemática é considerada também importante por estudiosos no campo da educação e da psicologia (e.g., CHARNAY, 2001; DANTE, 2009; ONUCHI & ALEVATO, 2004; POLYA, 1986).

Para Vergnaud, os problemas matemáticos são considerados como um tipo de situação que torna os conceitos significativos para o aluno, mobilizando um conjunto de operações para sua resolução. O autor afirma, ainda, que as situações-problema possuem diferentes estruturas e propriedades, mesmo quando um único conceito está nela envolvido. Dominar um conceito matemático, portanto, envolve o domínio dessa multiplicidade de facetas, implicando em saber usar o conceito em diferentes situações. É nesse domínio do conceito que está centrada a proposta de Vergnaud. A Figura 2 apresenta exercícios onde se trabalha com situações-problemas.



**SITUAÇÕES- PROBLEMA**

A mãe da Magali resolveu fazer tortas de maçã para vender. Pediu a ela que fosse à feira comprar alguns tipos de maçãs. Sendo 35 maçãs Red (Argentina), 15 maçãs Fuji, 23 maçãs Granny Smith (Verde) e 50 maçãs Gala.

De acordo com as informações acima, resolva: ( em seu caderno )

a) Quantas maçãs, Magali comprou?

b) No caminho, Magali teve fome e comeu meia dúzia das maçãs Gala, uma dúzia das maçãs Red e três maçãs Fuji. Quantas maçãs ela comeu?

c) Com quantas maçãs Magali chegou a casa?

d) Das maçãs que Magali levou, mamãe usou 67 naquele dia. Quantas restaram para as tortas do dia seguinte?

e) Para completar 2 centenas de maçãs, quantas maçãs a mais, Magali deveria ter comprado?

Figura 2: Exemplo de uma situação-problema do campo aditivo.

Fonte: <https://bau-de-atividades.com/problemas-de-adicao-e-subtracao/>

A proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, relativa ao Ensino Fundamental, considera a resolução de problemas tanto o eixo como o ponto de partida para a atividade didática. Tal perspectiva aplicada à sala de aula possibilita aos estudantes a mobilização de conhecimentos anteriores e o desenvolvimento da capacidade de gerenciar informações de modo que consigam “aprender conceitos, procedimentos e apresentar atitudes matemáticas” (BRASIL, 1997, p. 43).

Esta dissertação foca o ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática baseado nas abordagens pedagógicas, campo aditivo (adição/subtração) e campo multiplicativo (multiplicação/divisão), propostas por Vergnaud a partir da sua Teoria dos Campos Conceituais.

A Teoria dos Campos Conceituais já tem ampla aplicação no ensino das operações fundamentais conforme observado em trabalhos como (ESTEVES, 2013),

(ETCHEVERRIA, 2014), (MAGINA et al, 2014), (BORGA, 2015) e nos cadernos sobre Operações na resolução de problemas do PNAIC - Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa. Em Brasil (2014) constam orientações para o uso das abordagens pedagógicas originadas da TCC na disciplina de matemática.

## 2.2. As dificuldades dos professores na utilização da TCC

Para que o autor se apropriasse de conhecimento sobre o domínio desta dissertação, ele fez uma pesquisa bibliográfica nas publicações em conferências (por exemplo, a CIAEM – Conferência Interamericana de Educação Matemática) e em revistas (por exemplo, BOLEMA - Boletim de Educação Matemática) na área de ensino da matemática, para entender sobre a Teoria dos Campos Conceituais, os campos aditivos e multiplicativos, dificuldades de aplicação destes campos em sala de aula, estratégias etc. Este conhecimento foi imprescindível para que ele pudesse dialogar com os professores que fizeram parte da pesquisa.

A pesquisa realizada para buscar as respostas às questões norteadoras foi feita em escolas de uma rede de ensino fundamental pública com base em apresentação e aprovação de projeto de pesquisa elaborado pelo pesquisador, apresentado no Apêndice A.

A Secretaria Municipal de Educação do município onde a pesquisa foi realizada auxiliou o pesquisador na seleção das escolas e dos professores (o pesquisador definiu alguns critérios para esta seleção) que fizeram parte do projeto, articulando com os diretores das escolas selecionadas para que o trabalho transcorresse da melhor forma possível, tendo como princípio que as atividades da pesquisa não poderiam impactar na rotina e no planejamento das escolas.

Foram selecionadas duas escolas de realidades sócio-econômicas diferentes para entender como a proposta desta dissertação poderia contribuir na melhoria do processo ensino/aprendizagem nesta diversidade.

Os professores selecionados para participar da pesquisa atuam no ensino fundamental nas séries onde as 4 (quatro) operações são ensinadas com o uso dos Campos Aditivo e Multiplicativo, conforme previsto nas Diretrizes Curriculares do

Ensino Fundamental da Rede de Ensino que autorizou a pesquisa relacionada a este trabalho.

Com as escolas e os professores selecionados, o pesquisador apresentou o projeto de pesquisa para o corpo gestor da escola e para os professores. Com os professores foram realizadas algumas reuniões para capturar o conhecimento deles sobre os campos aditivos e multiplicativos e a forma como aplicavam estas abordagens nas salas de aula. Além das reuniões, o pesquisador assistiu a aulas dos professores para entender melhor sua forma de abordagem das operações fundamentais usando os campos aditivo e multiplicativo.

Como conclusão destes encontros e audiências em aulas, observamos que a aplicação destas abordagens pedagógicas (Campo Aditivo e Campo Multiplicativo) nem sempre é fácil, pois exige dos professores maior tempo para preparação das atividades e acompanhamento dos alunos de forma mais individualizada, pois elas preconizam a liberdade de escolha da forma de resolução dos problemas (não são usados modelos prontos para a resolução). Entender como cada aluno resolveu determinada situação-problema e propiciar a criação de uma rede de colaboração entre os alunos que apresentaram solução diferente é importante para o entendimento dos conceitos contidos nas operações fundamentais da matemática. Como os professores não conseguem ter tempo suficiente para dar suporte individual a todos os alunos são geradas lacunas na aprendizagem.

Em (CARDOSO et al, 2018), (ETCHEVERRIA, 2014), (BRASIL, 2014) e (SANTANA et al, 2015) identificamos visões que ajudaram a consistir e fortalecer as informações identificadas nos levantamentos juntos aos professores, em relação às suas dificuldades e estratégias pedagógicas.

Dentre as dificuldades que os professores informaram ter no processo de ensino das 4 (quatro) operações usando os Campos Aditivo e Multiplicativo, citamos:

- A quantidade das situações-problemas usada nas atividades de aula é pequena, pois os professores utilizam basicamente as do livro texto. Na necessidade de reaplicar uma sessão de exercícios para alunos que não entenderam os conceitos, acaba-se repetindo as mesmas situações-problemas o que gera desinteresse do aluno;

- Trabalhar com papel e lápis ou mesmo com um kit concreto de objetos para auxiliar no processo de contagem, considerando que são cerca de 20 alunos por turma, dificulta o professor acompanhar como cada aluno desenvolve sua solução. Acompanhar cada aluno e promover a socialização do conhecimento é pressuposto destas abordagens propostas por Vergnaud;
- A correção da resolução das situações-problemas em toda a sua extensão (resposta, desenvolvimento e processo de contagem) ficar muito onerosa para os professores que acabam priorizando a correção somente da resposta;
- O processo de fornecer dicas para os alunos para orientar na resolução fica dificultada, pois pressupõe que o professor vistorie manualmente solução de cada aluno, o que em função da quantidade de alunos nem sempre é possível;
- Os alunos desta geração conectada não conseguem manterem-se concentrados na resolução de problemas usando papel e lápis, coisa que a tecnologia digital muito contribui pela possibilidade de gerar um ambiente atrativo e lúdico.

### 2.3. Considerações sobre o capítulo

Observamos que dadas as dificuldades relacionadas, os professores tendem a ficar no método tradicional de ensino onde o esforço por parte deles não é tão grande. Para que eles dêem conta do processo completo usando estas abordagens talvez fosse necessário um assistente ou um segundo professor em sala de aula, mas que também não resolve todas as dificuldades/necessidades relacionadas acima.

Outro ponto que merece destaque é que a socialização entre os alunos das descobertas e formas de resolução que cada aluno teve é fundamental no crescimento da aprendizagem da turma como um todo já que ela forma um microsistema cognitivo. A necessidade desta socialização é muito presente nas propostas feitas pelo Vergnaud em relação aos campos aditivo e multiplicativo.

Isto ratifica a proposta desta dissertação que propõe um ambiente digital para simplificar os trabalhos dos professores no ensino das operações fundamentais com base nos campos aditivo e multiplicativo, e facilitando a socialização da aprendizagem entre os alunos.

## Capítulo 3 – Referencial Teórico

---

O objetivo deste capítulo é apresentar os conceitos considerados alicerces para o desenvolvimento desse trabalho.

Na Seção 3.1 será apresentada a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de autoria do pesquisador francês Gérard Vergnaud.

Na Seção 3.2 será apresentado o Campo ou Estrutura Aditiva, que é uma aplicação da TCC em matemática, campo conceitual relacionado ao ensino das operações de adição/subtração.

Já na Seção 3.3 será apresentado o Campo ou Estrutura Multiplicativa que é um campo conceitual relacionado ao ensino das operações de multiplicação/divisão.

Na Seção 3.4 será explanado sobre a contribuição do uso das Tecnologias Digitais e de Comunicação (TDICs) nos processos de ensino/aprendizagem.

Por último, na Seção 3.5 serão apresentadas as considerações finais deste capítulo.

### 3.1. Teoria dos Campos Conceituais

Na década de 80, o pesquisador francês Gérard Vergnaud, reconhecido especialista na Didática da Matemática, criou uma teoria epistemológica cognitivista chamada “Teoria dos Campos Conceituais” (TCC).

Esta teoria foi fruto de longa pesquisa diretamente nas escolas com crianças no início da escolaridade, visando compreender como elas aprendem matemática, mais especificamente as 4 (quatro) operações fundamentais. Ele observou que as crianças raciocinam com meios sensivelmente diferentes dos adultos e dos matemáticos. Elas raciocinam com grandezas, quantidades e suas relações. Logo, não se pode focar apenas no processo de contagem e de algoritmo de cálculo, pois é importante entender as relações e significados que estão inseridas na operação de adição, por exemplo. Assim, é necessário representar a matemática com foco na criança mesmo que “fira” o conhecimento dos matemáticos.

Vergnaud se apropria da Teoria Piagetiana, mas adota como referência o conteúdo do conhecimento e a análise conceitual do domínio desse conhecimento para propor a sua teoria.

A teoria está baseada na dupla teórica Esquema - Situação. Neste contexto, a situação (ou situação-problema) está relacionada a problemas lógicos que a sua resolução compreende trabalhar com as 4 operações fundamentais da matemática.

De acordo com Piaget, conhecimento é adaptação. Logo é necessário criar motivos para desequilibrar as crianças para que possam aprender coisas novas. Mas não podemos desequilibrar demais porque não irão aprender. Os esquemas propostos por Vergnaud permitem o desequilíbrio com um conforto que motiva a aprendizagem. Um esquema pode ser definido como uma organização invariante da atividade para certa classe (conjunto) de situações. Ressaltamos que o que é invariante é a organização e não as atividades.

Vergnaud afirma que é praticamente impossível estudar os conceitos separadamente e, por isso mesmo, é preciso fazer recortes. Um exemplo na matemática é que não se deve ensinar adição separado de subtração, e nem multiplicação dissociada da divisão, pois estas operações possuem um forte relacionamento, formando campos conceituais. Assim, os Campos Conceituais são unidades de estudo mais promissoras, capazes de dar sentido aos problemas e às observações feitas em relação à conceitualização. Para Vergnaud, um campo conceitual significa:

“[...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, interligados durante o processo de aquisição.” (VERGNAUD, 1982, p. 40).

De acordo com (SANTANA, ALVES e NUNES, 2015):

“Os processos cognitivos e as respostas dadas pelo sujeito são funções das situações com as quais é confrontado. Essas ideias significam que, em cada Campo Conceitual, existe uma grande variedade de situações e os conhecimentos dos estudantes são moldados pelas situações que, progressivamente, vão dominando. Dessa forma, são as situações que dão sentido aos conceitos, tornando-se o ponto de entrada para um dado Campo Conceitual.”

A Teoria dos Campos Conceituais pode ser aplicada a vários domínios de conhecimento, como por exemplo, no ensino de Física (CARVALHO, 2008) e de Biologia (MOREIRA, 2004), mas Vergnaud atuou mais fortemente na identificação de campos conceituais relacionados à matemática. Na matemática os campos

conceituais definidos pelo Vergnaud são o Campo Aditivo, que trata das operações de adição e subtração, e o Campo Multiplicativo, que trata da divisão e multiplicação.

Na matemática, a teoria aborda como as crianças compreendem os conceitos fundamentais e como os professores devem trabalhar com estes conceitos. Como ensinar conceitos e relações matemáticas por meio da resolução de problemas, pois segundo Vergnaud, a situação problema é capital para as pessoas se envolvam em alguma solução.

Os professores de matemática devido à forma como foram formados estranham a aplicação destas abordagens devido à representação gráfica que mostra o raciocínio da criança e como progressivamente ela vai organizando diferentes formas de relações matemáticas até conseguir avançar no desenvolvimento de formas mais complexas deste raciocínio. Mas Vergnaud afirma que “somente um conhecimento claro das noções a ensinar pode permitir ao professor compreender as dificuldades encontradas pela criança e as etapas pelas quais ela passa” (VERGNAUD, 2009, p.15).

A descoberta de novos conceitos, pelas crianças, é fruto do contato com situações diversificadas. Um dado conceito (C) em um campo é visto por meio de 3 elementos  $C = (S, I, R)$ , que dão suporte à sua construção. Onde:

S: conjunto das situações que dão sentido ao conceito (a referência);

I: conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) que podem ser reconhecidos e usados pelo sujeito para analisar e dominar essas situações (o significado);

R: conjunto das formas pertencentes e não pertencentes à linguagem que permitem representar simbolicamente o conceito, as suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (o significante) (VERGNAUD, 1996).

Para melhor entendimento vamos exemplificar com uma situação-problema, mostrando ainda que alunos diferentes podem usar esquemas diferentes para achar a solução.

Exemplo: Numa gaveta tem balas tem 13 balas de chocolate e morango. 4 balas são de morango. Quantas balas de chocolate têm na gaveta? (S)

Quadro 1: exemplo de resolução de situação-problema

	Representação simbólica (R)	Invariante operacional (I)
Aluno 1	 <p>9 balas de chocolate</p>	O aluno 1 compreendeu que se tirarmos uma parte de um todo, sobra à outra parte.
Aluno 2	 <p>balas de morango 9 balas de chocolate</p>	O aluno 2 compreendeu que a soma das partes é igual ao todo.

Fonte: Autoria Própria

Os alunos usaram desenhos (palitinhos e bolinhas) para fazer a representação simbólica, mas poderiam usar algarismos apenas ( $13 - 4 = 9$  e  $4 + 9 = 13$ ) que também é uma forma de representação simbólica. Tão importante quanto definir a estratégia de solução é interpretar a situação-problema, a representação e a resposta.

É possível perceber que as invariantes operatórias têm relação com as representações utilizadas pelos alunos e com os conceitos presentes na situação (no caso do Quadro 1 é uma situação do tipo composição do campo aditivo). Vale ressaltar também que para a resolução de uma mesma situação-problema um aluno usou a operação de adição e outro a de subtração.

Em cada situação-problema está presente uma gama de conceitos e é importante que o professor proponha ao aluno diversas situações a serem resolvidas, pois, com isso, é possível que ele reconheça e manipule os invariantes operatórios e faça uso das representações simbólicas. Dessa forma, o contato com uma variedade de situações permite que o aluno dê sentido aos conhecimentos matemáticos que surgem de situações com distintos significados (ARRAIS, 2006).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam a resolução de problemas como um dos caminhos que pode promover o ensino da Matemática. Pois é entendido que os conceitos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem

desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las e que “o aluno não constrói um conceito em resposta a um problema, mas constrói um campo de conceitos que tomam sentido num campo de problemas. Um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações.” (BRASIL, 1997, p. 33).

Adicionalmente, em (CARDOSO et al, 2018) e (BRASIL, 2014) é demonstrado que o ensino das operações fundamentais da matemática baseada na utilização dos Campos Aditivo e Multiplicativo, que são baseados em resolução de situações-problemas, vem contribuindo para a melhoria da aprendizagem. Em (BRASIL, 2014) o Ministério da Educação e Cultura (MEC) propõe orientação aos professores no uso destes campos. Isso demonstra a aceitação da eficácia desta teoria no ensino da matemática.

### 3.2. Campo Aditivo

Segundo Vergnaud, um mesmo conceito assume significados diferentes, a adição, por exemplo, pode assumir o significado de composição (juntar), comparação e transformação. Pode-se ainda ter situações mistas que envolvem os significados acima citados.

Assim, para o Campo Aditivo (ou Estrutura Aditiva), Vergnaud identificou 6 categorias (3 “simples” e 3 combinadas), também chamadas de relações de base, a partir das quais é possível classificar todos os problemas de adição e subtração. As relações aditivas são relações ternárias, isto é, são relações que ligam três elementos entre si. Por exemplo: dois mais quatro é igual a seis.

Importante registrar que o valor desconhecido do problema ( $x$ ) pode estar em qualquer posição da equação e que para uma mesma situação um aluno pode resolvê-la usando a operação de adição e outro, usando a operação de subtração.

Para representar os esquemas de resolução das situações em cada uma dessas categorias, Vergnaud (2009) criou um código para ser utilizado no que ele denominou de “esquema sagital” que possui os símbolos mostrados na Figura 3.

<u>Símbolo</u>	<u>O que representa?</u>
 o retângulo	→ um número natural
 o círculo	→ um número relativo
 a chave vertical	→ a composição de elementos de mesma natureza
 a chave horizontal	→ a composição de elementos de mesma natureza
 a flecha horizontal	→ uma transformação ou uma relação, quer dizer, a composição de elementos de natureza diferente (VERGNAUD, 2009, p.201)
 a flecha vertical	→ uma transformação ou uma relação, quer dizer, a composição de elementos de natureza diferente (VERGNAUD, 2009, p.201)

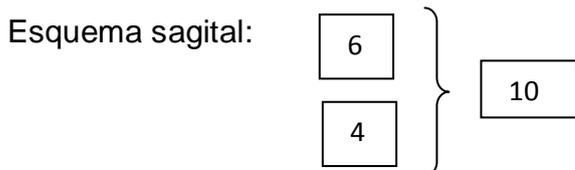
Figura 3: Símbolos do esquema sagital.

Fonte: ETCHEVERRIA (2014)

As categorias do Campo Aditivo identificadas por Vergnaud são:

- 1. Composição:** juntar partes para se obter o todo (valor desconhecido no final da equação) ou subtrair uma parte do todo para se obter a outra parte (valor desconhecido antes do sinal de igual da equação).

Exemplo com o todo desconhecido: Na gaveta tem seis balas de chocolate, e quatro de morango. Quantas balas têm na gaveta?



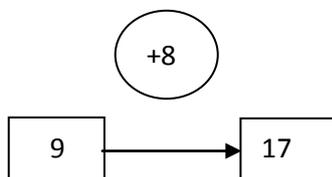
Exemplo com parte desconhecida: Num jarro tem 18 flores de cor branca e vermelha. 7 flores são brancas. Quantas flores vermelhas têm no jarro?

- 2. Transformação:** situações que são caracterizadas por um estado inicial que sofre uma transformação (com perda ou ganho) e resultam no estado final. Esta relação pode assumir 6 tipos diferentes:

- Estado inicial desconhecido com transformação positiva.

Exemplo: Ganhei 8 figurinhas de meu amigo e fiquei com 17. Quantas figurinhas eu tinha?

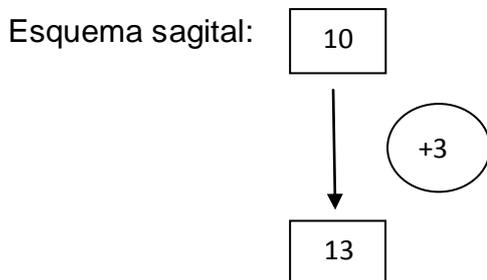
Esquema sagital:



- Estado inicial desconhecido com transformação negativa.  
Exemplo: Ana gastou R\$ 3,00 comprando doces e ficou com R\$ 6,00. Quanto dinheiro Ana tinha antes da compra?
- Transformação desconhecida com estado inicial maior que o estado final.  
Exemplo: Pedro tinha 9 bolinhas de gude, jogou e ficou com 5. Quantas bolinhas Pedro perdeu?
- Transformação desconhecida com estado inicial menor que o estado final.  
Exemplo: Lucas tinha 5 figurinhas, ganhou algumas de André e ficou com 12. Quantas figurinhas Lucas ganhou?
- Estado final desconhecido com transformação positiva.  
Exemplo: João tinha 6 bolinhas e num jogo ganhou 5. Com quantas João ficou?
- Estado final desconhecido com transformação negativa.  
Exemplo: Maria tinha R\$ 12,00 e comprou uma boneca por R\$ 4,00. Com quantos reais Maria ficou?

3. **Comparação:** são situações nas quais é estabelecida uma relação entre duas quantidades, uma denominada de referente e a outra de referido. Esta relação pode assumir também 6 tipos diferentes:

- Referido desconhecido com relação positiva.  
Exemplo: Carla tem 10 anos e Joana tem 3 anos a mais que ela. Quantos anos tem Joana?



- Referido desconhecido com relação negativa.  
Exemplo: Pedro tem 12 figurinhas e José tem 5 a menos que ele. Quantas figurinhas tem José?
- Relação desconhecida com referido menor que o referente (-r).

Exemplo: João tem 4 pares de sapatos. André tem 7 pares de sapatos. Quantos sapatos André tem mais do que o João?

- Relação desconhecida com referido maior que o referente (+r).

Exemplo: Chico tem 6 bolinhas de gude e Claudio tem 14. Quantas bolinhas a mais Claudio tem que Chico?

- Referente desconhecido com relação positiva.

Exemplo: Carlos tem cinco anos. Taís tem sete anos a mais que ele. Quantos anos tem Taís?

- Referente desconhecido com relação negativa.

Exemplo: Ana tem algumas blusas e Laura tem 6 blusas a menos que Ana. Sabendo que Laura tem 13 blusas, quantas blusas tem Ana?

Cada uma dessas 3 (três) categorias contemplam diferentes conceitos que podem estar presentes em situações com distintos graus de complexidade. Vergnaud (1982), ao se referir à complexidade dos problemas aditivos, afirma que esta tem relação tanto com as diferentes categorias, quanto com as diferentes classes de problemas que podem ser formulados para cada categoria.

Magina, Campos et al. (2008) apresentam uma classificação das mesmas em subcategorias (protótipo e extensões), com vistas a possibilitar aos professores um melhor entendimento sobre a formação e o desenvolvimento de conceitos do Campo Aditivo por parte dos alunos.

Assim, para destacar os diferentes raciocínios presentes nas situações, Magina, Campos et al. (2008) fazem uma classificação sobre os tipos de situações-problemas de Composição, Transformação e Comparação, considerando o grau de complexidade, conforme mostrado na Figura 4.

Na Figura 4 os problemas de menor complexidade são os problemas protótipos. Neles, encontramos situações que envolvem conceitos de duas categorias diferentes: composição e transformação. Os esquemas utilizados por uma criança na resolução das situações prototípicas se desenvolvem em seu cotidiano ainda antes dela começar sua trajetória escolar, em situações como: contar quantas pessoas tem numa casa, quantos talheres e pratos são necessários

para o almoço, quantos brinquedos tem etc. É a partir desses esquemas de ação ela começa a compreender as operações de adição e de subtração.

Ao descer na Figura 4, os problemas vão aumentando de complexidade, sendo que as situações da 4ª extensão possuem o maior nível de complexidade.

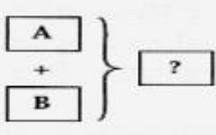
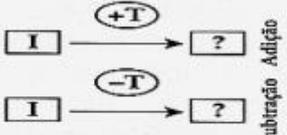
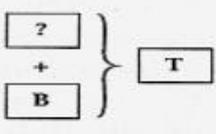
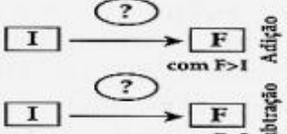
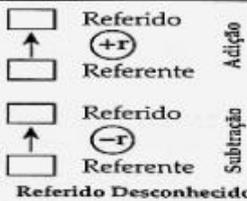
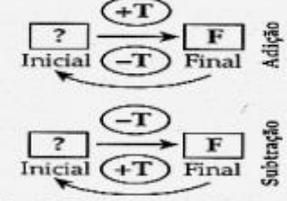
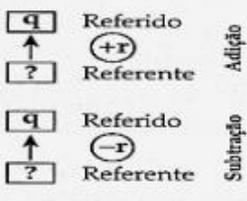
	Tipo de situação-problema		
	Composição	Transformação	Comparação
Protótipo	 <p>Todo desconhecido</p>	 <p>Estado Final Desconhecido</p>	
1ª extensão	 <p>Parte desconhecido (Problema com inversão)</p>	 <p>Transformação desconhecida</p>	
2ª extensão			 <p>Referido Desconhecido</p>
3ª extensão			 <p>Relação Desconhecida</p>
4ª extensão (inversão)		 <p>Estado Inicial Desconhecido (problema com inversão)</p>	 <p>Referente Desconhecido (problema com inversão)</p>

Figura 4: Tipos de Situações-Problemas do Campo Aditivo.

Fonte: MAGINA, CAMPOS et al. (2008, p.51)

Relações que envolvem combinação das categorias anteriores:

4. **Composição de duas transformações:** problemas referentes às situações em que são dadas duas transformações e, por meio de uma composição dessas duas, se determina a terceira transformação.

Exemplo: José tem livros de histórias infantis. Ele ganhou cinco livros de seu pai e quatro livros de sua tia. José resolveu dar três dos seus livros mais velhos para seu amigo Jonas. Descontando os livros que José deu, em quanto aumentou a quantidade de livros de José?

**5. Transformação de uma relação:** são situações nas quais é dada uma relação estática e se busca uma nova, que é gerada a partir da transformação da relação estática dada.

Exemplo: Saulo devia R\$ 8,00 a Glebson, pagou R\$ 5,00. Quanto ele deve agora?

**6. Composição de relações estáticas:** duas ou mais relações estáticas se compõem para dar lugar à outra relação estática.

Exemplo: Ana deve quatro figurinhas a Bete, três a Cris e seis a Mara. Quantas figurinhas Ana deve ao todo?

### 3.3. Campo Multiplicativo

O Campo Multiplicativo (ou Estrutura Multiplicativa), que possui uma dimensão de conceito muito mais ampla do que os conceitos do Campo Aditivo, abrange diversos conceitos, dentre eles podemos citar: dobro, metade, triplo, a fração, funções lineares e não lineares, razão, taxa, proporção, espaço vetorial, isomorfismo, combinação, produto cartesiano, área e volume.

Esse campo está dividido em duas relações: ternária e quaternária. Estas relações são mostradas no esquema elaborado por Magina, Santos e Merlini (Magina, 2014) apresentados na Figura 5 que descreveremos a seguir.

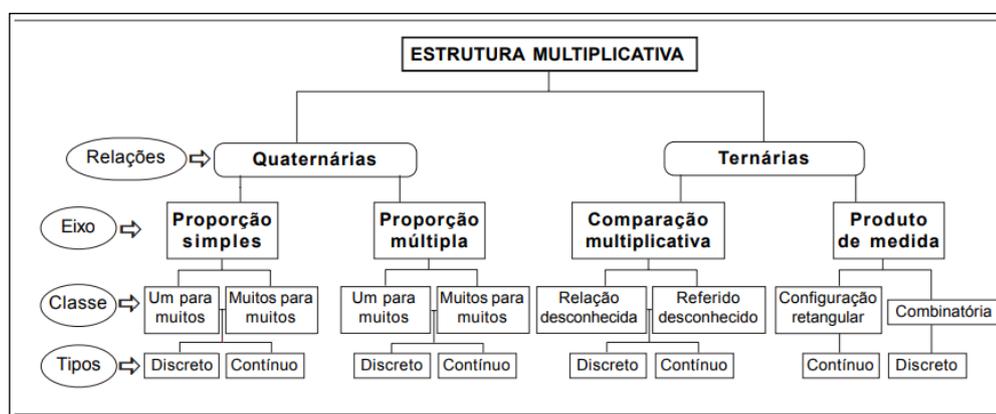


Figura 5: Esquema do Campo Multiplicativo

Fonte: Magina, Santos e Merlini, 2014.

Nas relações quaternárias sempre existirá uma proporcionalidade entre duas quantidades de natureza distinta que ilustramos com o exemplo: Três bicicletas têm seis rodas. Quantas rodas têm oito bicicletas? A resolução é trabalhada na perspectiva da regra de três na relação multiplicativa que existe entre as duas quantidades, duas a duas, conforme segue:

Bicicleta		Roda
3	$(x 2)$ 	6
8	$(x 2)$ 	?

As relações ternárias são tratadas como uma relação entre dois elementos, de naturezas iguais ou distintas, que se compõem para formar um terceiro elemento. Por exemplo, multiplicando-se centímetros por centímetros (unidade de medida linear), resultando centímetros quadrados (unidade de medida de superfície) ou, ainda, meninos dançarinos x meninas dançarinas, produzindo pares de dançarinos. Em outras palavras, os dois elementos (quantidade de meninos e meninas) estão ligados por uma relação multiplicativa que resultará o número total de pares possíveis, isto é, o produto entre o conjunto de meninos (por exemplo: formado por três meninos) e o conjunto de meninas (por exemplo: formado por quatro meninas) resulta no conjunto de possíveis pares.

Detalhamos abaixo cada um dos eixos apresentados na Figura 5.

Eixo 1 – Proporção simples: trata-se de uma relação quaternária. Como o próprio nome diz, envolve uma relação entre quatro quantidades, sendo duas de uma natureza e as outras duas de outra natureza, ou, então, uma simples proporção direta entre duas quantidades. Esse eixo pode ser subdividido em duas classes de situações

- Classe 1: Correspondência um para muitos – acontece quando a relação entre as quantidades está explícita (um para dois, como pode ser observado no exemplo: Uma bicicleta tem duas rodas). Quantas rodas têm cinco bicicletas?
- Classe 2: Correspondência muitos para muitos – Nesta classe, a relação entre as quantidades está implícita, sendo que, para essa classe, temos duas situações a considerar. Na primeira situação, é possível chegar à relação um para muitos (exemplo: Três carros têm 12 rodas, quantas rodas têm 5 carros?). Já a segunda

é aquela na qual não faz sentido se obter a relação um para muitos (exemplo: A cada cinco bombons comprados, a loja Boa Compra dá três caramelos de brinde. Se Ana comprar 15 bombons, quantos caramelos ela ganhará?).

Note que os exemplos para as duas classes apresentadas anteriormente envolveram apenas o tipo de quantidade discreta. Cabe salientar que, conforme explicitado no esquema da Figura 5, há, ainda, uma diversidade de problemas que poderiam ser formulados envolvendo as quantidades contínuas.

Eixo 2 – Proporções múltiplas: trata-se de uma classe de situações que envolvem uma relação quaternária entre mais de duas quantidades relacionadas duas a duas, tais como: pessoas, litros de água e dias. Como no eixo anterior, esse eixo pode ser subdividido em duas classes:

- Classe 1: Correspondência um para muitos - Uma pessoa deveria beber em média 5 litros de água em dois dias. Qual é o consumo mensal (30 dias) de 5 pessoas?
- Classe 2: Correspondência muitos para muitos - Um grupo de 50 pessoas vai passar 28 dias de férias no campo. Eles precisam comprar uma quantidade de açúcar suficiente. Eles sabem que a média de consumo por semana para 10 pessoas é de 4kg. Quantos quilos de açúcar elas precisam comprar?

Eixo 3 – Comparação multiplicativa: as situações que fazem parte desse eixo envolvem a comparação multiplicativa entre duas quantidades de mesma natureza. Já no início da escolarização, situações envolvendo a relação de dobro e de metade são exploradas e se configuram como protótipo dessa classe de situação, como por exemplo: João tem a metade da quantia de Maria. Se João tem R\$ 10,00, qual é a quantia de Maria? Este eixo é dividido nas classes abaixo que explicaremos através de exemplos:

- Classe 1: Relação desconhecida - Comprei uma boneca por R\$21,00 e uma bola por R\$ 3,00. Quantas vezes a boneca foi mais cara que a bola?
- Classe 2: Referente desconhecido - A idade de Paulo é 5 vezes maior que a idade do seu filho. Paulo tem 30 anos. Qual é a idade do seu filho?
- Classe 3: Referido desconhecido - A idade de Paulo é 5 vezes maior que a idade do seu filho. Seu filho tem 6 anos. Qual é a idade de Paulo?

Eixo 4 – Produto de medidas: esse eixo é constituído por duas classes: (a) situações envolvendo a idéia de configuração retangular, (b) situações envolvendo a idéia de combinatória.

- Classe 1: Configuração retangular – são situações em que as quantidades representam certas medidas dispostas na horizontal e na vertical, dispostas de forma retangular. Exemplo: Qual a área de um terreno de formato retangular, sabendo que tem 15 metros de frente e 35 metros de comprimento?
- Classe 2: Combinatória – a idéia presente nessa classe remete à noção do produto cartesiano entre dois conjuntos disjuntos ( $A \cap I = \emptyset$ ). Exemplo: Numa festa há quatro meninas e três meninos. Cada menino quer dançar com cada uma das meninas, e cada menina também quer dançar com cada um dos meninos. Quantos pares diferentes de menino-menina são possíveis de serem formados?

### 3.4. Tecnologias Digitais no processo de ensino

A educação vem se apropriando das tecnologias digitais principalmente para facilitar a aprendizagem pelos alunos e permitir aos professores ampliar o seu atendimento sem aumento do seu tempo de atuação.

Com isso, houve uma mudança no próprio instrumento de uso pelo professor em sala de aula, passando de um quadro branco, com um pincel, para computadores, softwares, dispositivos móveis etc.

Dessa forma, a aplicação dos recursos de tecnologia digital vem possibilitando uma melhor otimização nos processos educacionais, (ROJAS et al, 2008).

A evolução da tecnologia permitiu diversas possibilidades de ensino, em especial para o ensino da matemática, onde uma grande variedade de programas computacionais e bases de informações estão dando um significado especial na construção do conhecimento. Por essa razão, o uso da tecnologia na escola permite ao profissional da educação adquirir novas maneiras e formas de ensinar o conteúdo programático ao aluno e ainda se aperfeiçoa profissionalmente por meio das inovações de linguagens e pelas práticas de ensino (RIBEIRO et al, 2017).

Muitos artigos científicos já foram produzidos no sentido de investigar os benefícios, características e forma de uso que deveriam ter os softwares educacionais para o ensino da matemática. Em (DE OLIVEIRA, et al, 2001) é realçado a adequação ao uso:

“Nesse sentido, a análise da adequação do software deveria, ao nosso entender, ser realizada junto a alunos para os quais o software é destinado e deve-se levar em consideração aspectos da atividade em envolvem o uso do mesmo.”

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Matemática atestam que:

“As tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem no cotidiano das pessoas [...]. Estudiosos do tema mostram que a escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. Nesse cenário, inserem-se mais um desafio para a escola, ou seja, o de como incorporar ao seu trabalho, tradicionalmente apoiado na oralidade e na escrita, novas formas de comunicar e conhecer. Por outro lado, também é fato que as calculadoras, computadores e outros elementos tecnológicos já são uma realidade para significativa parte da população.” (BRASIL, 1998, p. 46)

O Governo Brasileiro destacou que a tecnologia da informação não deverá ser ignorada nos processos de ensino e de aprendizagem, como expõe as Orientações Curriculares para o Ensino Médio e em especial, nas aulas de matemática, pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2006, p. 87).

“Não se pode negar o impacto provocado pela tecnologia de informação e comunicação na configuração da sociedade atual. Por um lado, tem-se a inserção dessa tecnologia no dia-a-dia da sociedade, a exigir indivíduos com capacitação para bem usá-la; por outro lado, tem-se nessa mesma tecnologia um recurso que pode subsidiar o processo de aprendizagem da Matemática. É importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática.”

O uso de recursos computacionais na aprendizagem pode tornar o estudante mais autônomo, fazendo com que aprenda com seus próprios erros, permitir a interação entre seus pares para que os conhecimentos de um e do outro se agreguem e os amplie na medida em que reconstrói e internaliza conhecimentos, conforme afirma Bianchi (2003, p. 2):

O computador deve ser visto como um recurso didático que traz uma gama enorme de possibilidades ao processo ensino-aprendizagem de Matemática. Não se deve perder de vista que seu caráter lógico-matemático pode ser um bom aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, por permitir distintos ritmos de aprendizagem, por constituir-se fonte de conhecimento e aprendizagem, uma ferramenta para o desenvolvimento de habilidades, por possibilitar que os educandos possam aprender a partir de seus erros, junto com outras crianças, trocando e comparando.

Dado o exposto, o uso de recursos tecnológicos facilita o atendimento personalizado e individual aos alunos o que é fundamental para a utilização das abordagens pedagógicas objeto deste trabalho.

### 3.5. Considerações sobre o capítulo

É muito bom perceber o aumento da adoção do uso da TCC nas redes de ensino, considerando que esta teoria promove maior aprendizagem sobre os conceitos que rondam as 4 (quatro) operações fundamentais da matemática. Porém, as iniciativas no sentido de capacitar e diagnosticar as dificuldades do emprego desta teoria pelos professores não tem sido suficiente. As redes de ensino precisam investir mais em capacitação dos professores nesta teoria.

Com relação ao uso de tecnologia digital no ensino, é observada a falta de mudança de posicionamento dos professores no uso da mesma, pois ela muda o processo de ensino.

## Capítulo 4 – Trabalhos Correlatos

---

O objetivo deste capítulo é apresentar o que foi encontrado de trabalhos correlatos nas principais bases de dados do meio acadêmico através da língua portuguesa, inglesa e francesa.

Na Seção 4.1 serão apresentadas as strings de busca, os critérios de exclusão e o resultado desta busca já refinada.

Na Seção 4.2 serão analisadas as propostas contidas nos trabalhos correlatos.

Na Seção 4.3 serão apresentadas as relações entre os trabalhos correlatos e a proposta desta dissertação.

Por fim, na Seção 4.4 fazemos algumas considerações finais sobre este capítulo.

### 4.1. Critérios de busca

Foi realizado levantamento dos trabalhos correlatos através de uma pesquisa bibliográfica nas publicações realizadas no período de 2001 a 2019 (período mais amplo das buscas, sendo que nem toda biblioteca tinha todo este período de existência) nas bases de dados de bibliotecas virtuais mais difundidas no meio acadêmico. Foram consideradas as bases brasileiras WCBIE - Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/search>), RBIE - Revista Brasileira de Informação na Educação (<https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/search>), SBIE - Simpósio Brasileiro de Informação na Educação (<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/search>) e WIE - Workshop de Informática na Escola (<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/search>). As buscas nestas bases foram realizadas através das palavras chaves contidas nos títulos ou nos resumos, de acordo com a seguinte *string* de consulta:

```
("rec* educacion* digit*" OR software OR sistema OR ambiente OR
ferramenta) AND (matemática OR "campo aditivo" OR "campo multiplicativo"
OR "teoria dos campos conceituais")
```

Para a citada *string* de busca acima nas bases brasileiras citadas, foram encontrados 117 (cento e dezessete) trabalhos (esta quantidade não é igual ao total da coluna “Quant de trabalhos” do quadro abaixo, porque alguns trabalhos se repetem nas duas categorias), conforme mostrado no Quadro 2:

Quadro 2: Quantidade de trabalhos nas bases brasileiras.

Fonte	Categoria	Quant de trabalhos
<b>SBIE</b>	Pelo título	8
	Pelo Resumo	46
<b>RBIE</b>	Pelo título	2
	Pelo Resumo	4
<b>WCBIE</b>	Pelo título	6
	Pelo Resumo	24
<b>WIE</b>	Pelo título	6
	Pelo Resumo	36

Fonte: Autoria Própria.

Buscamos também nas bases de dados de bibliotecas virtuais internacionais mais difundidas no meio acadêmico como IEEE Explorer (<http://ieeexplore.ieee.org>), ACM Digital Library (<http://dl.acm.org>) e ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com>), utilizando a string de busca na língua inglesa e até na língua francesa (o criador da Teoria dos Campos Conceituais é francês).

String em Inglês (diferente da em português em função do funcionamento dos mecanismos de busca):

(“Digital Educational Resources” OR software OR system OR environment OR tool) AND (“additive fields” OR “multiplicative fields” OR “conceptual fields theory”)

String em Francês (diferente da em português em função do funcionamento dos mecanismos de busca):

(“Ressources éducatives numériques” OR logiciel OR système OR environnement OR outil) AND (“champ additif” OR “champ multiplicatif” OR “théorie des champs conceptuels”)

Para as *strings* de busca acima nas bases internacionais relacionadas, foram encontrados 5 (cinco) trabalhos (esta quantidade não é igual ao total da coluna “Quant de trabalhos” do quadro abaixo, porque alguns trabalhos se repetem nas duas categorias), conforme mostrado no Quadro 3:

Quadro 3: Quantidade de trabalhos nas bases internacionais.

Fonte	Categoria	Quant de trabalhos
<b>IEEE</b>	Pelo título (inglês e francês)	1
	Pelo Resumo (inglês e francês)	1
<b>ACM</b>	Pelo título (inglês e francês)	1
	Pelo Resumo (inglês e francês)	1
<b>ScienceDirect</b>	Pelo título (inglês e francês)	0
	Pelo Resumo (inglês e francês)	3

Fonte: Autoria Própria.

Assim, com base na consulta realizada em 29/12/2019 foram encontrados 122 (cento e vinte e dois) trabalhos que atenderam às strings de busca acima, aos quais foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: (i) artigos cujo foco principal não era o ensino de matemática; (ii) quando não se tratava de ambientes utilizados em aulas presenciais ou semipresenciais; (iii) quando não oferecia algum tipo de suporte ao professor; (iv) quando não possuía um ambiente de autoria do aluno; (v) quando se tratava de ensino da matemática, mas não relacionada aos campos aditivo e/ou multiplicativo.

Após aplicação dos critérios de exclusão foram considerados diretamente correlatos os trabalhos que listamos no Quadro 4 e que serão, portanto, detalhados neste capítulo.

Quadro 4: Lista de trabalhos correlatos.

Fonte	Período	Trabalhos encontrados
<b>SBIE</b>	2001 a 2019	1. Design de Software Educacional Baseado na Teoria dos Campos Conceituais – SBIE 2008 - Maurício Motta Braga, Ana Emilia de Melo Queiroz, Alex Sandro Gomes.
		2. Uma Abordagem Semi-Automática para a Avaliação Comparativa de Software Educacional de Matemática – SBIE 2004 - Ma. de Fatima C. de Souza, José Aires C. Filho, Mauro C. Pequeno.
		3. Utilização de Recursos Digitais e sua Integração na Atividade do Professor de Matemática para a Aprendizagem dos

		Conceitos de Proporcionalidade – SBIE 2009 - Leandra Anversa Fioreze, Dante Barone, Marcus Basso, Sílvia Isaia.
<b>WCBIE</b>	2012 a 2019	4. Recursos Educacionais Digitais e o campo aditivo: a concepção de um jogo na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais - WCBIE 2018 - César Soares, Danilo de Souza, Juscileide Braga de Castro.
<b>WIE</b>	2003 a 2019	Nenhum trabalho encontrado para a string de busca que suportasse os critérios de exclusão.
<b>RBIE</b>	2009 a 2019	Nenhum trabalho encontrado para a string de busca que suportasse os critérios de exclusão.
<b>IIEE</b>	2001 a 2019	Nenhum trabalho encontrado para a string de busca que suportasse os critérios de exclusão.
<b>ACM Digital Library</b>	2001 a 2019	Nenhum trabalho encontrado para a string de busca que suportasse os critérios de exclusão.
<b>Science Direct</b>	2001 a 2019	Nenhum trabalho encontrado para a string de busca que suportasse os critérios de exclusão.

Fonte: Autoria Própria.

## 4.2. Propostas correlatas analisadas

Nesta seção serão apresentadas as principais características identificadas nos trabalhos diretamente correlatos mostrados no Quadro 4 e um breve contraste com a proposta desta dissertação.

### Trabalho 1: Design de Software Educacional Baseado na Teoria dos Campos Conceituais

Este trabalho busca definir um design mais adequado para softwares de ensino de matemática. O experimento foi feito com professores de matemática do Ensino Fundamental da rede privada e pública que atuaram como alunos resolvendo situações-problemas num protótipo em papel para entender se a interface proposta era adequada ao processo de ensino, visando à criação de uma ferramenta digital para auxiliar os professores. Esta ferramenta foi construída no final do experimento para atender ao campo aditivo e foi chamada de Gérard. A ferramenta é usada na capacitação de professores de Ensino Fundamental sobre o Campo Aditivo.

Diferentemente, a proposta desta dissertação é de um ambiente digital para simplificar o trabalho dos professores de Matemática do Ensino Fundamental na

aplicação de sessões de exercícios com situações-problemas para atender aos campos aditivo e multiplicativo. Busca facilitá-los em várias atividades do ensino e auxiliá-los no mapeamento das dificuldades de aprendizagem dos alunos, permitindo ações pedagógicas mais eficazes. Os requisitos foram elaborados com base em entrevistas com professores e busca na literatura acadêmica de uso da Teoria dos Campos Conceituais em matemática. A experimentação com um protótipo da ferramenta foi feita com alunos de escolas públicas.

### Trabalho 2: Uma Abordagem Semi-Automática para a Avaliação Comparativa de Software Educacional de Matemática

Considerando a crescente produção de ferramentas computacionais que prometem facilitar o processo de ensino, este trabalho propõe um modelo para facilitar os professores na seleção de softwares educacionais de matemática, avaliando os aspectos técnicos e pedagógicos. Utiliza a Teoria dos Campos Conceituais de forma mais ampla (além dos campos conceituais da matemática) na avaliação dos aspectos pedagógicos dos softwares educacionais.

Apesar deste trabalho não estar totalmente aderente aos critérios de exclusão, ele auxiliou no sentido de lançar um olhar sobre o modelo conceitual do ambiente digital proposto nesta dissertação com base na metodologia proposta de avaliação de softwares para ensino da matemática.

### Trabalho 3: Utilização de Recursos Digitais e sua Integração na Atividade do Professor de Matemática para a Aprendizagem dos Conceitos de Proporcionalidade

Este trabalho apresenta resultados parciais de uma pesquisa relacionada com a utilização de recursos digitais e sua integração na atividade do professor de matemática para a aprendizagem dos conceitos de proporcionalidade, que é uma das relações do campo multiplicativo. O relato foi feito com base em experimentação com alunos de Ensino Fundamental usando o software Geoplano Virtual e outros recursos computacionais de apoio (blog, planilha eletrônica etc.).

Nossa proposta difere principalmente no sentido de que contempla um ambiente digital para atender ao campo multiplicativo e aditivo. Além disso, é proposto um único ambiente digital onde todas as interações (alunos x alunos e alunos x professores) acontecem durante o processo de ensino/aprendizagem. No ambiente proposto, todas as interações são registradas e a resolução das situações-problemas pelos alunos pode ser acompanhada em tempo real.

#### Trabalho 4: Recursos Educacionais Digitais e o campo aditivo: a concepção de um jogo na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais

Este trabalho propõe um jogo envolvendo 6 (seis) desafios fixos que são situações-problemas de adição e subtração para auxiliar alunos do Ensino Fundamental na compreensão dos conceitos relacionados ao campo aditivo. Ao jogador (aluno) é apresentada a situação-problema e 3 alternativas de respostas. Ao acertar a resposta é apresentado o desafio seguinte.

Diferentemente, o ambiente digital proposto nesta dissertação permite individualizar a sessão de exercícios proposto (quantidade, tipo e público alvo). Além disso, oferece a análise das respostas dos alunos, auxiliando o professor no tratamento individualizado às dificuldades de cada aluno.

#### 4.3. Relações entre os trabalhos correlatos e a proposta desta Dissertação

A proposta deste trabalho se diferencia por propor um ambiente digital dinâmico que busca facilitar as atividades dos professores no processo de ensino das 4 (quatro) operações fundamentais e promover o encantamento dos alunos pelo uso de um ambiente digital que os auxilia no processo de resolução de situações-problemas e consequentemente melhorar a aprendizagem dos conceitos envolvidos nas citadas operações.

Nos trabalhos correlatos as ferramentas são estáticas, ou seja, as situações-problemas ofertadas aos alunos são fixas ou não existem na ferramenta e são propostas pelo professor. Também não permitem intervenção e monitoramento em tempo real pelo professor por serem ferramentas *stand alone*.

O ambiente digital proposto nesta dissertação possui inteligências/características que permitem individualizar as sessões de exercícios aos alunos, propor agrupamento de alunos para socialização da resolução, avaliar as resoluções agrupando-as por tipo de dificuldade, permitir que o aluno inicie a resolução de uma situação-problema e retome do mesmo ponto em outro momento e até mesmo em outro dispositivo (*omnichannel*), não gerar enunciados repetidos na geração automática de situações-problemas, não gerar numa mesma sessão de exercícios situações-problemas com o mesmo modelo de resolução, dentre outras.

O Quadro 5 mostra um resumo comparando os trabalhos correlatos com a proposta deste trabalho.

Quadro 5: Comparação entre trabalhos correlatos.

Características avaliadas	Trabalho 1	Trabalho 2	Trabalho 3	Trabalho 4	Nossa Proposta
Gera situações-problemas automaticamente ?	Não. As situações- problemas são fixas	Não	Não	Não. As situações- problemas são fixas	Gera através de comando do professor para usos de todos
Gera sessão de exercícios individualizada por aluno?	Não	Não	Não	Não	Sim
Analisa/corrigir a solução dada pelos alunos?	Não	Não	Não	Sim. O avanço para a próxima situação-problema depende de solução da anterior	Sim
Propõe agrupamento de alunos para socialização das respostas?	Não	Não	Não	Não	Sim
Gera a mesma sessão de exercícios para toda a turma?	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Mantém uma base de situações-problemas disponível para os professores?	Sim, porém com poucas situações-problemas fixo	Não	Não	Sim	Sim
Abrange o campo aditivo e o multiplicativo ?	Não. Somente o campo aditivo	Não	Não. Somente o campo multiplicativo	Não. Somente o campo aditivo	Sim
Auxilia os alunos na resolução das situações-problemas?	Não	Não	Não	Sim	Sim
Possui recurso de acessibilidade para atender alunos com portadores de deficiência visual?	Não	Não	Não	Não	Sim. Através de arquivos de áudio das situações-problemas permitindo a inclusão para discussão da resolução em grupo.
Gera informações para auxiliar o professor entender que tipo de dificuldade o aluno está tendo na resolução das situações-problemas ?	Não	Não	Não	Não	Sim. Através da gravação de todos os movimentos (teclado e mouse) feitos pelos alunos na resolução
Possui recurso gráfico para auxiliar os alunos no processo de contagem?	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Permite que o professor acompanhe remotamente, em tempo real, a resolução das situações-problemas pelos alunos ?	Não	Não	Não	Não	Sim

Fonte: Autoria Própria.

#### 4.4. Considerações sobre o capítulo

Identificamos nas buscas às bases de dados de bibliotecas virtuais mais difundidas no meio acadêmico que existem muitas produções de uso de recursos computacionais como suporte ao ensino e aprendizagem dos conteúdos de matemática. Porém, apesar da Teoria dos Campos Conceituais, já ter sido criada há quase 4 (quatro) décadas, existem muito poucas iniciativas de uso de recursos computacionais para auxiliar os professores no ensino das 4 (quatro) operações fundamentais através desta teoria.

Observamos também nas pesquisas a publicação de muitos trabalhos na área da matemática enaltecendo os benefícios do uso da Teoria dos Campos Conceituais para a aprendizagem dos alunos.

Baseado nisso, entendemos que existe muito espaço para produção de trabalhos com propostas de ferramentas digitais para auxiliar os professores no processo de ensino das 4 (quatro) operações fundamentais baseado nas abordagens pedagógicas inseridas na Teoria dos Campos Conceituais.

## **Capítulo 5 – Ambiente digital proposto**

---

O objetivo deste capítulo é descrever os principais aspectos que envolvem a concepção de um ambiente digital definido a partir de levantamentos realizados junto a professores de uma rede municipal de ensino e na literatura sobre o tema.

Inicialmente, na Seção 5.1 será apresentada a visão geral do escopo do problema.

Em seguida, na Seção 5.2 será apresentada uma visão geral da solução proposta, onde serão descritos os atores do sistema e as principais funcionalidades.

Logo após, na Seção 5.3 será abordado o fluxo de funcionamento do ambiente digital.

Posteriormente, na Seção 5.4 será apresentada a modelagem estrutural da arquitetura proposta, sendo abordada a organização dos recursos do ambiente digital sob a perspectiva da engenharia de software.

Por último, na Seção 5.5 serão apresentadas as considerações finais deste capítulo.

### **5.1. Visão Geral do Escopo do Problema Tratado**

O ensino das operações fundamentais com base nas abordagens pedagógicas do campo aditivo e multiplicativo promove um grande benefício para a aprendizagem dos alunos, porém requer dos professores maior tempo na preparação das atividades de aula e no processo de ensino conforme relatado no capítulo 2.

As dificuldades dos professores no ensino das operações fundamentais de matemática alunos tratadas nesta proposta de trabalho são aquelas levantadas junto aos professores que fizeram parte da pesquisa e consolidadas na literatura sobre o tema.

Eliminar ou minimizar estas dificuldades, simplificando o trabalho dos professores no ensino das operações fundamentais baseado na TCC, facilitando a aprendizagem deste conteúdo pelos alunos é o escopo deste trabalho.

## 5.2. Visão Geral da Solução Proposta

A proposta deste trabalho é a criação de um ambiente digital para auxiliar os professores no processo de ensino das operações fundamentais com recursos como: (i) gerar situações-problemas populando uma base para usos de todos os professores; (ii) gerar uma sessão de exercícios com situações-problemas do campo aditivo ou multiplicativo; (iii) consultar as resolução feita pelos alunos com a correção automática feita pelo ambiente; (iv) cadastrar as dicas e as respostas prováveis para cada situação-problema; e principalmente, (v) monitorar e intervir durante a resolução das situações-problemas pelos alunos.

Com base no monitoramento das resoluções pelos alunos, os professores poderão montar agrupamento de alunos para compartilhamento das diferentes formas de resolução de uma dada situação-problema.

Para os alunos está prevista a funcionalidade de resolução das situações-problemas a eles propostas com recursos gráficos para auxiliar no processo de contagem. Para o agrupamento definido pelo professor ou pelo ambiente, participam do momento de socialização os alunos com as diferentes soluções como forma da ampliação da aprendizagem de todos.

O ambiente também possui agentes inteligentes que auxiliam os professores no seguinte: (i) propor uma nova sessão de exercícios após análise de resolução de uma sessão pelo aluno baseado nas deficiências de aprendizagem que ele está tendo; (ii) sugerir agrupamento de alunos para socialização com base nas diferentes formas de solução dada pelos alunos. Para os alunos, o ambiente possui um agente inteligente que oferta dica de solução caso ele esteja caminhando por uma solução que não levará à resposta correta. A Figura 6 mostra uma visão geral do ambiente digital proposto.

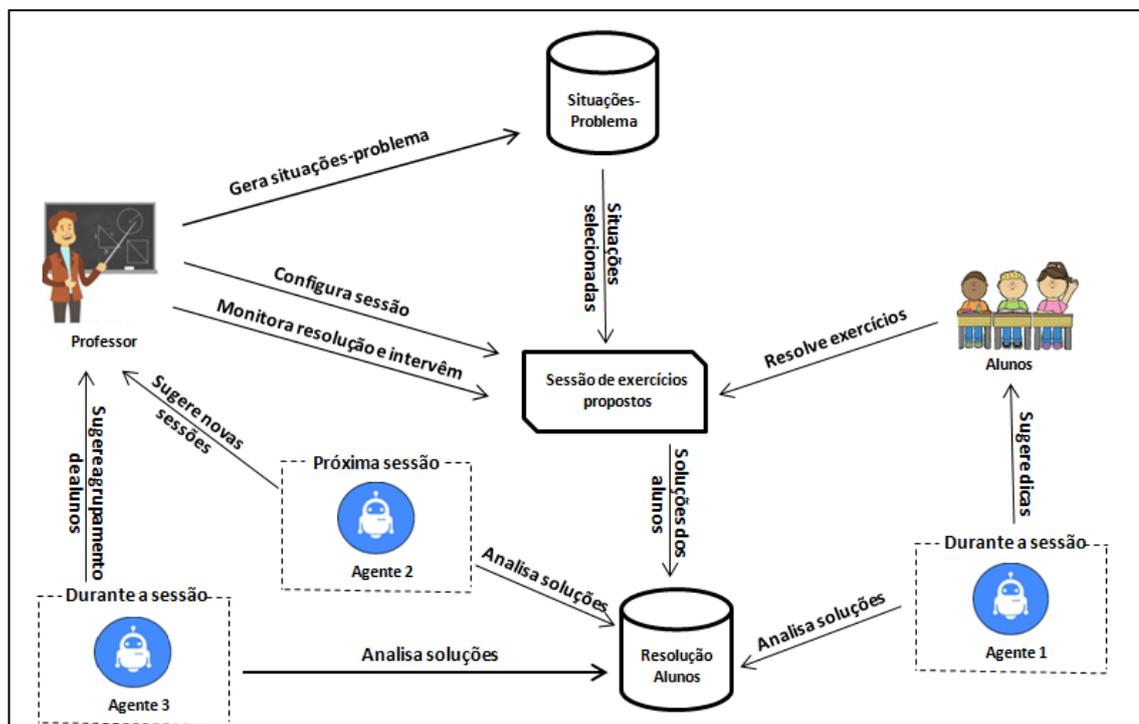


Figura 6: Visão geral do ambiente proposto.

Fonte: Autoria Própria

Como ilustra a Figura 6, quando o aluno se autentica no ambiente são apresentadas para ele todas as sessões com os exercícios que ele precisa resolver. Estas sessões foram geradas pelo professor na fase de preparação das atividades da aula, que monitorará a resolução feita pelos alunos em tempo real.

Para definição do ambiente digital voltado para o ensino de matemática baseado na TCC nos valem os de (GOMES, 2002) que na avaliação dos softwares educacionais existentes concluiu que os softwares existentes estão muito limitados conforme citação.

“Considerando a teoria dos campos conceituais, nota-se que a maioria dos softwares destinados à educação matemática parece evocar apenas uma estreita porção de um campo conceitual específico, sendo relevante facilitar a emergência de um grande número de situações que darão significado aos conceitos matemáticos. Nesse sentido, nenhum software garante a emergência de todas as situações necessárias relacionadas com um dado conceito específico, em especial os softwares ditos fechados, com possibilidades de uso limitadas. Dentro desta linha de argumentação, a qualidade de um software depende da possibilidade de os indivíduos construírem um vasto conjunto de situações, envolvendo um número relativamente importante de invariantes operacionais ou propriedades de conceitos.”

O ambiente digital proposto neste trabalho buscou ser mais amplo cobrindo todas as relações definidas por Vergnaud nos campos aditivo e multiplicativo e com

a quantidade de situações-problemas tão grande quanto os professores desejarem (a geração é feita pelo ambiente, porém disparada por eles).

Em (GOMES, 2003) é proposta uma metodologia para elicitación de requisitos para softwares educacionais que utilizamos com alguma adaptação para a elaboração dos requisitos funcionais e não funcionais do ambiente proposto.

Para definição dos requisitos, elaboramos os casos de uso apresentados na Figura 7 para os atores: professor, aluno e apoio administrativo/pedagógico. Os casos de uso estão descritos na Seção 5.5.

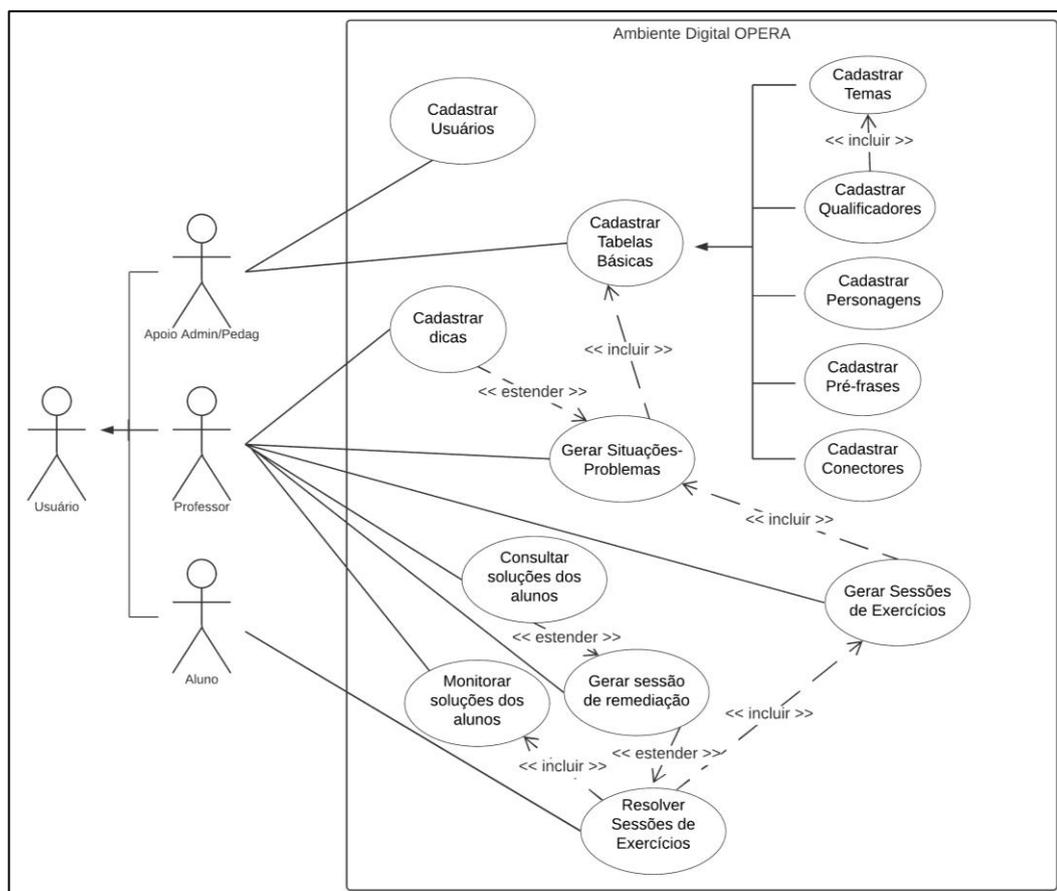


Figura 7: Diagrama de Casos de Usos do ambiente proposto.

Fonte: Autoria Própria

Os requisitos funcionais do ambiente proposto definidas com base nas necessidades identificadas juntos aos professores e validado com eles e junto à literatura são mostradas no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6: Requisitos funcionais do ambiente proposto.

IDENT.	DESCRIÇÃO	PRIORIDADE
RF01	O ambiente deverá permitir que os professores registrem informações de apoio (temas, personagens etc.) para que as situações-problema possam ser geradas	Alta
RF02	O ambiente deverá permitir o registro das relações do campo aditivo e multiplicativo	Alta
RF03	Sob comando, o ambiente gerará as situações para os campos aditivo e multiplicativo com inteligência para não repetir enunciados, armazenando-as numa base de dados para uso por todos os professores	Alta
RF04	O ambiente deverá permitir que os professores registrem as respostas prováveis cada situação-problema	Alta
RF05	O ambiente deverá permitir que sejam geradas sessões de exercícios para os campos aditivo ou multiplicativo configurados pelo professor (uma ou mais relações) não repetindo o mesmo modelo de situação-problema numa mesma sessão	Alta
RF06	O ambiente deverá permitir que cada aluno resolva as situações-problemas compostas nas sessões configuradas pelo professor	Alta
RF07	O ambiente deverá ter recursos gráficos para auxiliar os aprendizes na contagem (palitos, figura, bolinhas) para resolução das situações-problemas	Alta
RF08	O ambiente deverá registrar todo o rastro (teclado e mouse) das resoluções de cada uma das situações-problemas que foram ofertadas para os alunos	Alta
RF09	O ambiente deverá permitir que o professor registre dica para as situações-problemas armazenadas na base de dados	Média
RF10	O ambiente deverá monitorar a resolução feita pelo aluno e sugerir dicas, quando for o caso	Média
RF11	Com base nas resoluções de uma sessão, o ambiente deverá sugerir novas sessões para alunos com dificuldades em algum conceito	Alta
RF12	O ambiente deverá sugerir agrupamento de alunos com forma de resoluções diferentes para socialização de suas respostas	Média
RF13	O ambiente deverá corrigir automaticamente as situações-problemas resolvidas pelos alunos, gerando comentários sobre suas respostas	Média

RF14	O ambiente deverá reproduzir os textos das situações-problema em áudio para auxiliar alunos com deficiência visual ou com dificuldade de leitura	Baixa
------	--	-------

Fonte: Autoria Própria

E como requisitos não funcionais foram definidos os mostrados no Quadro 7 abaixo:

Quadro 7: Requisitos não funcionais do ambiente proposto

IDENTIF.	DESCRIÇÃO	PRIORIDADE	RNF ASSOCIADO
RNF01	O ambiente deve funcionar em ambiente web e ser passível de acesso via computadores e dispositivos móveis	Alta	Portabilidade
RNF02	O ambiente deverá possuir subsistemas para cada tipo de perfil de usuário existente (professores, alunos e apoio adm/ pedagógico), com suas devidas funcionalidades	Alta	Usabilidade Segurança da Informação
RNF03	O ambiente deve permitir que alunos acessem as resoluções de outros alunos apenas para consulta	Alta	Segurança da Informação
RNF04	O ambiente deve funcionar de forma integrada, não havendo distinção entre os dados apresentados na versão web e na plataforma móvel ( <i>Omni Channel</i> )	Alta	Interoperabilidade
RNF05	O ambiente deve funcionar com um tempo de resposta mínimo que não atrapalhe as interações que são realizadas em tempo real pelos atores	Alta	Desempenho
RNF06	O ambiente deve ter disponibilidade de acesso 24/7/365	Média	Disponibilidade
RNF07	Todos os dados produzidos devem ser armazenados em uma cloud pública	Média	Portabilidade

Fonte: Autoria Própria

Mesmo com as pesquisas feitas pelo autor desse trabalho no sentido de entender as dificuldades e necessidades dos professores no uso da TCC no ensino das 4 (quatro) operações fundamentais de matemática, a participação deles na elicitação dos requisitos funcionais foi fundamental pelo conhecimento que possuem da melhor forma e pelas características que os alunos da faixa etária alvo deste trabalho conseguem aprender determinado conteúdo. Como exemplo marcante da contribuição deles, citamos o desenho da interface de resolução de situações-problemas.

### 5.3. Fluxo de funcionamento do ambiente digital proposto

O ambiente digital proposto objetiva apoiar na solução para o problema de baixa proficiência em matemática, mais especificamente, na aprendizagem dos conceitos envolvidos nas 4(quatro) operações fundamentais da matemática. A Figura 8 mostra o fluxo simplificado deste ambiente.

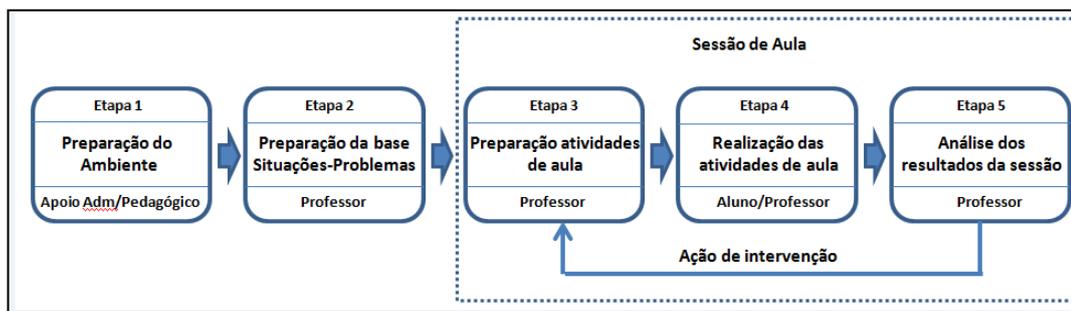


Figura 8: Fluxo simplificado do funcionamento do ambiente digital.

Fonte: Autoria Própria

Para a concepção do ambiente digital, foi analisado o formato do texto das situações-problemas dos campos aditivo e multiplicativo e foi identificado que elas possuem um padrão. Com base nesta análise, foram definidos elementos no ambiente (temas, personagens etc.) com o objetivo de estruturar alguns mecanismos necessários para atender a alguns requisitos elicitados. Na Figura 9 apresentamos exemplos de situação-problema do campo aditivo e multiplicativo para ilustrar os elementos criados que serão importantes para entender a descrição das etapas da Figura 8 que faremos na sequência.

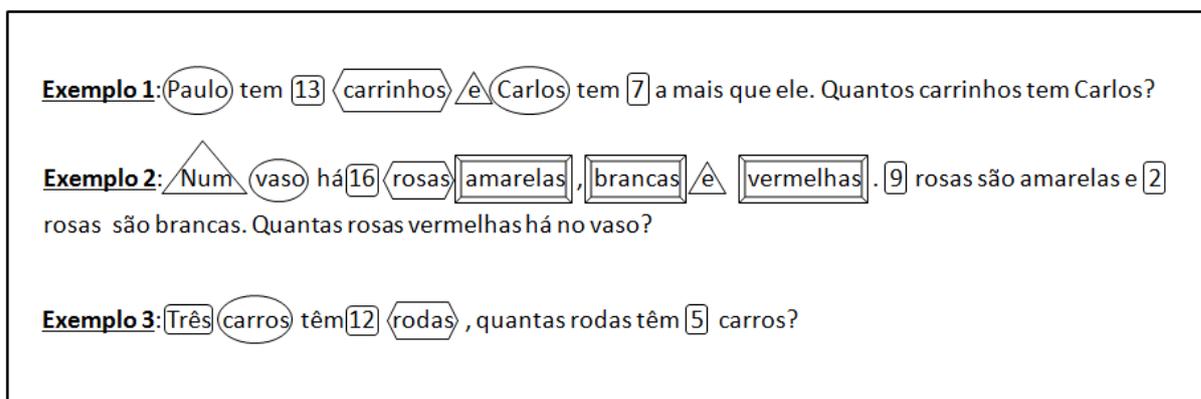


Figura 9: Estrutura de uma situação-problema.

Fonte: Autoria Própria

Os elementos mapeados nas situações-problemas presentes na Figura 9 acima são:

Personagens: identificado nos exemplos pelo símbolo  diz respeito aos atores que possuem os objetos (temas) que serão manipulados no problema.

Temas: identificado nos exemplos pelo símbolo  são os objetos (coisas, animais etc.) que tem suas quantidades expressas no problema.

Quantidades: identificado nos exemplos pelo símbolo  expressa a quantidade de cada um dos temas ou mesmo dos personagens (como no exemplo 3).

Qualificadores: identificado nos exemplos pelo símbolo  expressa uma característica do tema.

Conectores: identificado nos exemplos pelo símbolo  refere-se a artigos e outras partículas do texto que não são imprescindíveis para o entendimento do problema.

### 5.3.1. Preparação do ambiente

Nesta etapa são cadastrados os parâmetros (configurações gerais) do ambiente digital, as relações do Campo Aditivo, os elementos do Campo Multiplicativo (relações, eixos, classes e tipos de valores) e a organização das turmas (cadastro dos alunos, cadastro dos professores, cadastro das turmas, associação dos alunos/professores às turmas). Estes cadastramentos são feitos uma única vez.

Como exemplos de configurações gerais citamos a quantidade máxima de alunos por grupo (para socialização), o valor máximo que cada tema (quantidade) da situação-problema poderá assumir etc.

Para exemplificar o cadastramento das relações aditivas elaboramos o Quadro 8 abaixo:

Quadro 8: Informações cadastrais das Relações Aditivas

<b>Campo</b>	<b>Exemplo de preenchimento</b>
Nome da relação aditiva	Composição
Definição da relação aditiva	São situações nas quais se tem as partes e um todo
Exemplo da relação aditiva	Numa classe, há 15 meninos e 13 meninas. Quantos alunos têm na classe?
Número máximo de quantidades de uma relação aditiva	3
Quantidade máxima de personagens de uma situação-problema	2

Fonte: Autoria Própria

No cadastramento das relações multiplicativas serão registradas as informações mostradas no Quadro 9 abaixo:

Quadro 9: Informações cadastrais das Relações Multiplicativas

Campo	Exemplo de preenchimento
<b>Nome da relação multiplicativa</b>	Quaternárias
<b>Eixo da relação multiplicativa</b>	Proporção simples
<b>Definição da relação multiplicativa para este eixo</b>	Relação quaternária que envolve uma relação quatro quantidades, sendo duas de uma natureza e as outras duas de outra natureza, ou, então, uma simples proporção direta entre duas quantidades.
<b>Classe da relação multiplicativa</b>	Um para muitos
<b>Exemplo da relação multiplicativa para o eixo/classe</b>	Uma bicicleta tem duas rodas. Quantas rodas têm cinco bicicletas?
<b>Quantidade máxima de quantidades que a relação pode ter</b>	4

Fonte: Autoria Própria

### 5.3.2. Preparação da base de Situações-Problemas

Nesta etapa é executado o cadastramento dos temas, personagens, qualificadores, conectores e das Pré-frases (espécie de “esqueleto” que reflete a estrutura do enunciado da situação-problema) informações necessárias para a geração das situações-problemas. Estas atividades são executadas tantas vezes enquanto o professor tiver modelos diferentes de situação-problema para servir de matriz na geração das situações-problemas. Nesta etapa também é executada a geração das situações-problemas para os Campos Aditivo e Multiplicativo (principal atividade desta etapa). Ainda são cadastradas nesta etapa as respostas prováveis para cada situação-problema com as possíveis causas de o aluno fornecer aquela resposta e as dicas para as situações-problemas que serão fornecidas durante a resolução.

A Pré-frase é a estrutura fixa do enunciado da situação-problema onde se varia o tema, personagens, qualificadores, conectores e quantidade. A Figura 10

abaixo ilustra como seria a Pré-frase para gerar uma situação-problema do campo aditivo do tipo Transformação. Enunciado que se quer gerar: Pedro tinha 5 bolinhas de gude. Ganhou algumas e ficou com 9. Quantas bolinhas de gude ele ganhou?

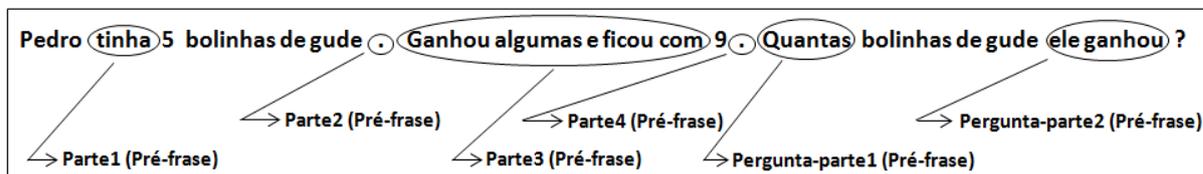


Figura 10: Exemplo de Pré-frase para uma situação de Transformação.

Fonte: Autoria Própria

A Pré-frase que gera situações-problemas para o exemplo apresentado na Figura 10 é formada por: parte1 / parte2 / parte3 / parte4 / pergunta-parte1 / pergunta-parte2.

A estrutura desta situação-problema é: ator + parte1 + quantidade1 + tema + parte2 + parte3 + quantidade2 + parte4 + pergunta-parte1 + tema + pergunta-parte2 + “?”.

A funcionalidade de solicitação de Geração de Situações-problemas deverá permitir que o professor informe a quantidade de situações-problemas para cada tipo de relação aditiva (Composição, Transformação, Comparação etc.) e de relação multiplicativa (quaternária/proporção simples, quaternária/proporção múltipla, ternária/comparação multiplicativa etc.).

Desta forma, quando o professor solicita que seja gerado “n” situações-problemas do tipo Transformação, o ambiente digital seleciona todas as pré-frases para o tipo Transformação e randomiza os demais elementos para gerar o enunciado. O algoritmo deverá possuir inteligência para não repetir enunciado (usa o código hash do enunciado para evitar duplicidade).

### 5.3.3. Preparação das atividades de aula

Nesta etapa o professor define e gera as sessões de exercícios que submeterá aos seus alunos. A primeira atividade é verificar se existe recomendação de sessão de exercícios proposta pelo ambiente (agente) para aluno(s) que tiveram dificuldade de aprendizagem em algum tipo de relação do campo aditivo ou multiplicativo numa sessão anterior.

O professor poderá usar esta recomendação para gerar a nova sessão para o aluno(s) ou simplesmente gerar uma sessão de acordo com os seus critérios. O ambiente disponibiliza uma consulta com todas as situações-problemas resolvidas pelos alunos com a correção e uma análise das respostas que pode auxiliar o professor na definição da composição da sessão para cada aluno.

O ambiente possui uma funcionalidade para geração de sessão de exercícios do campo aditivo e outra para o campo multiplicativo. Nestas funcionalidades, o professor define se gerará a sessão igual para todos os alunos ou se gerará para um subconjunto de alunos (selecionará para quais). Definirá também para cada tipo de relação, quantas situações-problemas terá a sessão. O ambiente deverá possuir inteligência para não repetir numa sessão o mesmo modelo (pré-frase) de situação-problema.

#### 5.3.4. Realização das atividades de aula

Nesta etapa é feita a resolução das situações-problemas pelos alunos e o professor monitora, usando um painel de acompanhamento, a resolução por cada aluno e pode fazer alguma intervenção remota para assistir a determinado aluno ou mesmo agrupar alunos para colaboração nas respostas.

Para controle do ambiente, existirá uma funcionalidade onde o professor informará o início da sessão.

Na resolução das situações-problemas os alunos deverão informar os campos abaixo:

- Resposta do problema;
- Conta armada (Ex:  $18 - 7 = 9$ );
- Marcação no recurso de contagem (recurso gráfico) que define qual foi a estratégia de solução;

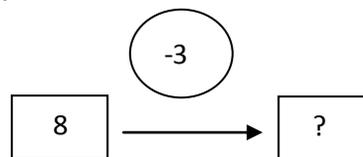
O ambiente também possui um agente que fornece dica para o aluno em função da sua trajetória de solução. O agente é disparado quando algum aluno acessa a funcionalidade de resoluções de situações-problemas, captura da tela o conteúdo que ele está registrando, acessa dicas na base de dados e faz a análise para decidir se enviará a dica. Estas dicas foram previamente cadastradas pelos

professores e estão relacionadas geralmente a erros de interpretação ou erro no processo de contagem. Para melhor entendimento, vamos analisar as seguintes situações-problemas:

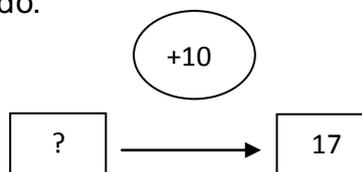
Situação 1: Paulo tinha 8 figurinhas. Perdeu 3 num jogo. Quantas figurinhas ele ainda tem?

Situação 2: Paulo tinha algumas figurinhas. Perdeu 10 num jogo e ficou com 17. Quantas figurinhas ele tinha?

Na Situação 1, a palavra “Perdeu” no enunciado, implica na operação de subtração, pois se trata de uma Transformação direta (grau de complexidade menor) onde é dado o estado inicial (=8), a transformação (=3) e se deseja encontrar o estado final. Pelo esquema sagital seria assim representado:



Já na Situação 2, temos uma Transformação inversa, onde temos a transformação (=10), o estado final (=17) e se deseja encontrar o estado inicial. Pelo esquema sagital seria assim representado:



Algum aluno que resolveu algum problema similar à Situação 1 poderá ao ver a palavra “Perdeu” no enunciado, por erro de interpretação, fazer a subtração entre as quantidades do enunciado, achando como resposta o número 7. Desta forma, o professor pode registrar como solução provável o número 7 e um texto orientativo sobre a interpretação para o aluno rever sua solução. Esta informação (dica) será apresentada na tela do aluno na forma de um *pop up* e não obrigará o aluno rever sua solução.

### 5.3.5. Análise dos resultados da sessão

Nesta etapa o professor analisa os resultados da sessão e pode definir os agrupamentos para socialização com base no proposto pelo ambiente (agente) ou com base em sua definição.

Para controle do ambiente, existirá uma funcionalidade onde o professor informará o fim da sessão. Esta informação servirá para disparar os agentes definidos para esta etapa.

O mecanismo (agente) de sugestão de grupos para socialização considera os seguintes critérios na composição dos grupos:

- Alunos que usaram estratégias diferentes e acertaram a resposta;
- Alunos que responderam, mas não acertaram a resposta;
- Alunos que não fizeram todo o desenvolvimento da solução;
- Alunos que não responderam;

O agente separa os alunos segundo os critérios acima e faz a combinação dos grupos respeitando a quantidade de alunos por grupo definido nas configurações gerais do ambiente.

O mecanismo (agente) que sugere uma nova sessão para alunos com dificuldade em algum conceito das relações do campo aditivo ou multiplicativo, avalia as resoluções dos alunos e dado uma relação onde o aluno não resolveu, errou ou não informou um dos 3 (três) elementos que ele deveria preencher (resposta, conta armada ou o desenvolvimento feito no recurso de contagem), gerará uma mensagem informando os dados do aluno e o nome da relação aditiva ou multiplicativa para o qual deverá ser ofertada situação-problema na nova sessão de exercícios.

#### 5.4. A Arquitetura Proposta

A arquitetura proposta para o ambiente digital é baseada no padrão de arquitetura de camadas chamada MVC (*Model, View, Controller*). Este padrão foi utilizado com o objetivo de separar logicamente as responsabilidades do ambiente e por proporcionar um baixo acoplamento entre os componentes do sistema.

O modelo MVC é um padrão arquitetural muito empregado em sistemas Web, esse padrão foi originalmente proposto na década de 1980 como uma abordagem de projeto de Graphical User Interface (GUI) que permitia várias formas de

apresentação de um mesmo objeto e a utilização de diferentes estilos nas interações dessas interfaces (SOMMERVILLE, 2011).

A Figura 11 ilustra o padrão MVC. O Modelo (Model) contém os dados e as operações sobre ele (as regras de negócio); a Visão (View) gerencia informações a serem mostradas ao usuário; e o Controlador (Controller) que processa os eventos do usuário (por exemplo, teclas, cliques do mouse etc.) e então repassa essas interações para o Modelo e a Visão (SOMMERVILLE, 2011; NAKAGAWA, 2006).

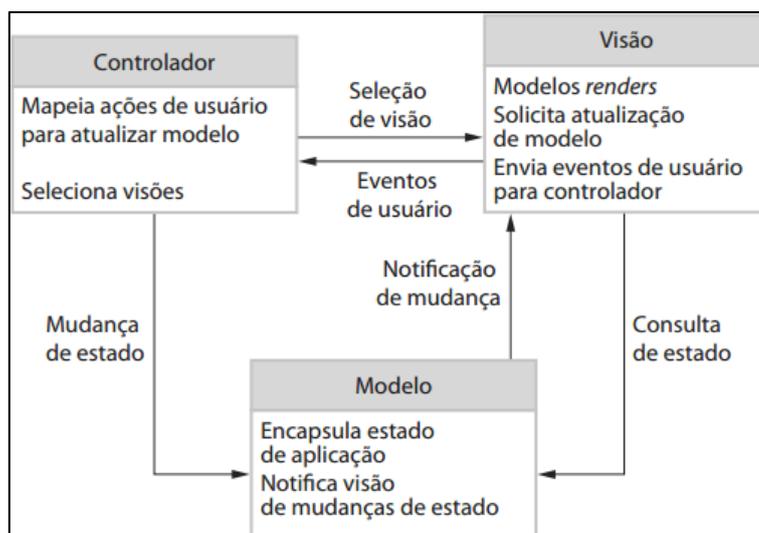


Figura 11: Comunicação no modelo MVC.

Fonte: (SOMMERVILLE, 2011)

Na Figura 11 podemos ver que a comunicação entre as camadas ocorre de forma triangular: a View envia uma modificação para o Controller; após receber esse sinal, o Controller atualiza o Model, sendo a View atualizada diretamente a partir do Model ou do Controller.

Este padrão separa os elementos de um sistema permitindo mudá-los de forma independente. Por exemplo, pode-se adicionar uma nova visão ou alterar uma exibição existente sem quaisquer necessidades de alterações nos dados subjacentes do modelo. Além do mais, uma arquitetura em camadas é mutável e portátil, pois enquanto sua interface estiver inalterada uma camada poderá ser substituída por outra equivalente e mesmo que uma camada mude ou tenha novos recursos adicionados apenas a camada adjacente será afetada. Na Figura 12 é apresentada uma visão geral da organização das camadas propostas para o OPERA, com as camadas do padrão MVC e a camada de Persistência.

A camada *Persistência* visa isolar a responsabilidade de persistência dos dados e oferecer os recursos necessários para manutenção deles, abstraindo esses detalhes das camadas superiores que apenas precisarão conhecer a camada *Negócio*.

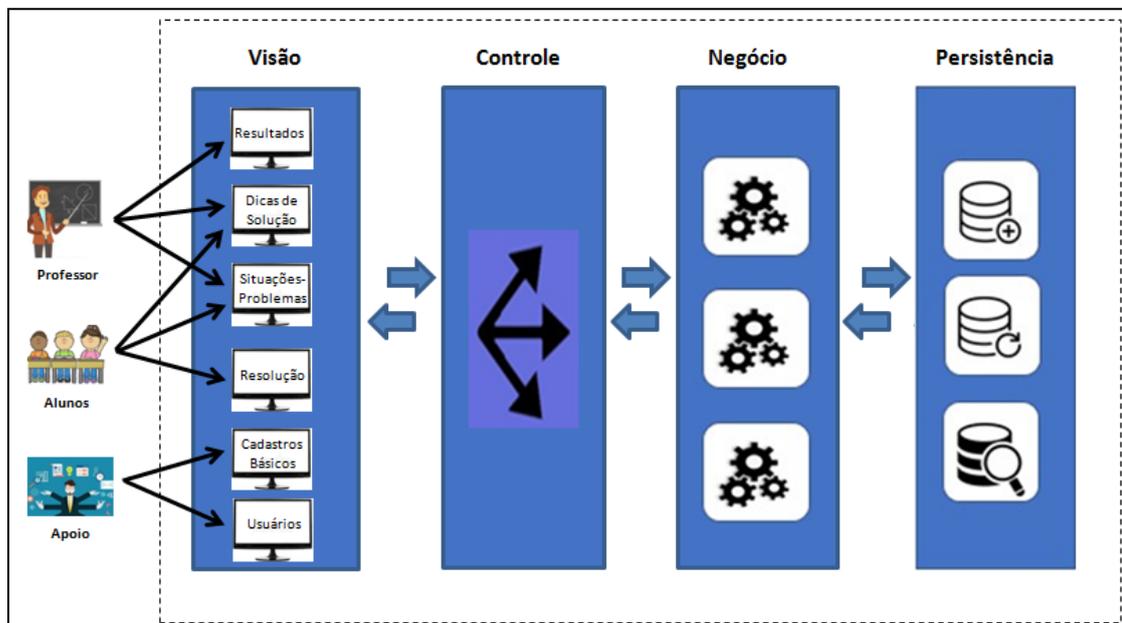


Figura 12: Arquitetura em camadas do ambiente proposto.

Fonte: Autoria Própria

#### 5.4.1. Camada de Visão

No padrão *MVC*, a camada de visão é o componente que define a forma como os dados serão apresentados aos usuários.

Em se tratando de uma solução web, a camada de visão será responsável por renderizar o conteúdo *HTML*, as imagens, os estilos dentre outros aspectos ligados a interface com o usuário. Além disso, essa camada deverá revelar os eventos nos botões disponíveis em tela, comunicando-os à camada *Controle*, assim como os eventos acionados a partir de formulários relacionados à atualização de dados em tela.

Destacam-se nesta camada todos os componentes visuais da funcionalidade de Resolução de Situações-Problemas (imagens dos temas etc.), onde o aluno poderá desenvolver todo o raciocínio de sua solução inteiramente no *Browser* sem a necessidade de instalação de componentes.

### 5.4.2. Camada de Controle

A camada *Controle* é responsável pelo mapeamento das ações do usuário sob o modelo, por rotear as ações para a camada *Negocio* e também por selecionar as visões adequadas para serem enviadas para renderização no *Browser*.

Um importante objeto instanciado nesta camada é oriundo da classe *Sessão* (Figura 13) responsável por comunicar aos alunos a existência de exercícios para eles resolverem. A cada situação-problema resolvida é ativada a camada *Visão* através da camada *Controle*.

### 5.4.3. Camada de Negócio

A camada *Negócio* implementa as classes com seus atributos e métodos conforme padrão POO (Programação Orientada à Objeto). O diagrama de classe ilustrado na Figura 13 apresenta essas classes e a relação entre elas.

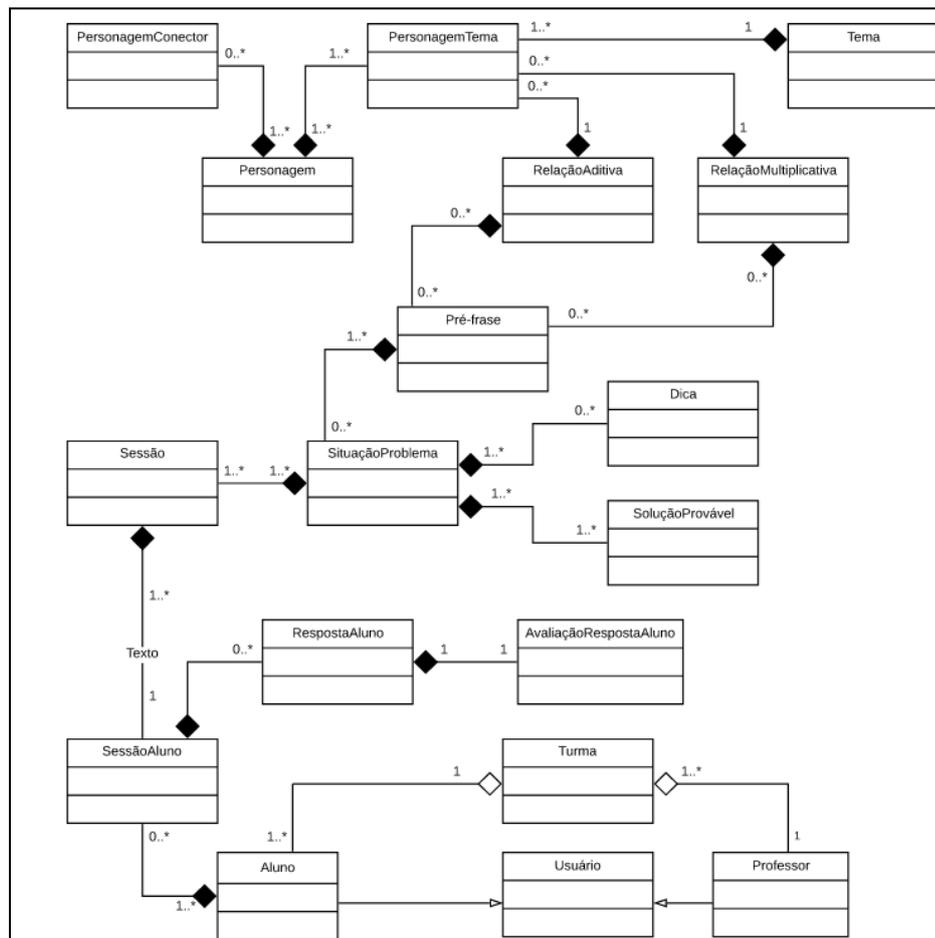


Figura 13: Diagrama de Classes do OPERA.

Fonte: Autoria Própria

As classes Usuário, Professor, Aluno e Turma são instanciadas via interface por ação do Apoio Administrativo.

As classes RelaçãoAditiva e RelaçãoMultiplicativa são populadas via interface uma única vez por ação do Pedagógico. São também de responsabilidade do Pedagógico as classes Personagem, Tema, Pré-frase, PersonagemConector e PersonagemTema que são instanciadas a cada vez que se deseja gerar uma situação-problema com personagem, tema ou estrutura de enunciado diferentes para as relações aditivas ou multiplicativas. Estas classes dão suporte ao método de geração de situações-problemas.

A classe AvaliaçãoRespostaAluno é instanciada com base nas classes RespostaAluno e SoluçãoProvável, pelo agente responsável por propor novas sessões para alunos com alguma dificuldade em determinada relação aditiva ou multiplicativa. Ele atua cada vez que o aluno envia a solução da situação-problema. Caberá ao professor a decisão de propor nova sessão baseado nestas informações.

A classe *Dica* instanciada por interface por ação dos professores é usada pelo agente responsável por monitorar a trajetória da solução do aluno enviando *pop up* de ajuda.

O agente que sugere os agrupamentos de alunos para socialização das respostas se baseia nas instâncias das classes *RespostaAluno* e *SessãoAluno*.

#### 5.4.4. Camada de Persistência

A camada de persistência é responsável por permitir que os objetos da aplicação sejam armazenados, consultados, atualizados ou excluídos na base de dados.

### 5.5. Considerações sobre o capítulo

Vale registrar a grande participação dos professores e pedagogos no processo de concepção e validação do modelo conceitual do ambiente e do protótipo foi muito importante para a maior aderência da proposta à realidade. Por exemplo, a maioria das sugestões da melhor forma de construir a tela de Resolução das Situações-Problemas foi feita por eles por entenderem como de dá o raciocínio de crianças naquela faixa etária.

É importante ressaltar que apesar do ambiente proposto contemplar recursos para monitorar a resolução dos alunos, sugerindo dicas em caso de raciocínio diferente da trajetória de solução e que não levará à resposta esperada, isto não o configura como um Sistema Tutor Inteligente como descrito em Anderson, Boyle e Reiser (1985), Boulay (1986) e (UENO, 1989), visto que eles não apresentam todas as características essenciais necessárias a estes sistemas, por exemplo, o módulo de estratégias pedagógicas, o módulo especialista ou mesmo um modelo robusto sobre o estudante.

## Capítulo 6 – Prova de Conceito

---

Neste Capítulo será apresentado o protótipo construído e as tecnologias de suporte necessárias à implementação do ambiente digital proposto.

Já na Seção 6.1 será apresentado o protótipo que foi construído para dar suporte ao experimento realizado.

Na Seção 6.2 serão apresentadas as tecnologias de suporte (linguagem de programação, frameworks, ferramentas etc.), selecionadas para a construção do ambiente digital.

Por último, na Seção 6.3 serão apresentadas as considerações finais deste capítulo.

### 6.1. Construção de um protótipo

Para realização da prova de conceito, foi construído um protótipo (recorte com apenas o Campo Aditivo e as funcionalidades necessárias para realização do experimento) usando a linguagem de programação Python, banco de dados SQLITE3 para armazenamento dos dados, ferramenta SQLAlchemy (ORM) para persistência de banco de dados, framework FLASK para geração de aplicações WEB e o framework Javascript Bootstrap para padronização da parte de interface. A hospedagem foi feita no PythonAnywhere, devido a facilidade de instalação de bibliotecas Python. Estas tecnologias serão mais bem descritas na seção 6.2.

Na figura 14 é apresentado o diagrama de componentes que mostra como as tecnologias usadas no desenvolvimento do protótipo se relacionam.

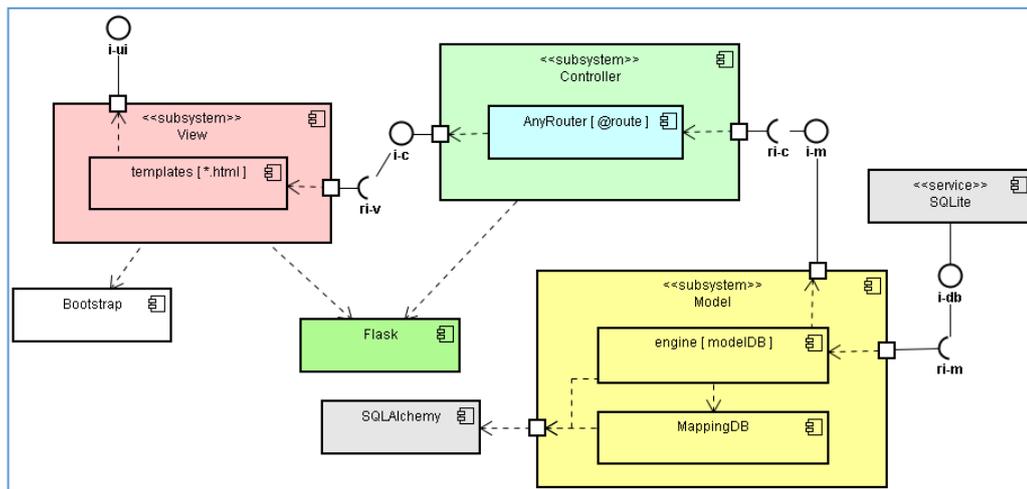


Figura 14: Diagrama de componentes do protótipo construído.

Fonte: Autoria Própria

Apresentamos abaixo as funcionalidades construídas no protótipo:

Tela de Login: Ao se autenticar o usuário será direcionado para o menu de funcionalidades referente ao seu perfil (professor, aluno ou apoio administrativo/ pedagógico. A tela desta funcionalidade é mostrada na Figura 15.



Figura 15: Tela de Login do protótipo.

Fonte: Autoria Própria

Menu do Professor: Na Figura 16 é mostrado o menu do professor que exibe a relação de todas as suas turmas com o desempenho dos alunos em todas as sessões de exercícios que ele participou. Do lado esquerdo são apresentadas as funcionalidades disponíveis para os professores que descreveremos na sequência.

Opera - Apoio ao Ensino e Aprendizagem das operações fundamentais da matemática baseado nos Campos Aditivo e Multiplicativo Home Logout Voltar

Olá, Professora Eldimar !

**Funcionalidades**

- Gerar Situações-Problemas
- Listar Situações-Problemas
- Gerar Sessão de Exercícios
- Listar Sessão de Exercícios
- Resultado das Sessões

**Situação das sessões de exercícios dos alunos**

Turma	Nome do Aluno	Matricula	Resumo das Sessões					
			Nº Probl	Resolvidos	Não Resolvidos	Acertos	Erros	% Acertos
3ºB	Ana Julia	2	26	16	10	15	1	93.0
3ºB	Ana Beatriz	1	26	0	26	0	0	
3ºB	Arthur	3	26	16	10	12	4	75.0
3ºB	Beatriz	4	26	10	16	4	6	40.0
3ºB	Ester	5	26	6	20	4	2	66.0
3ºB	Euller	6	26	0	26	0	0	
3ºB	Gleyson	7	26	10	16	6	4	60.0
3ºB	Guilherme	8	26	16	10	0	16	0.0
3ºB	Heitor	9	26	16	10	7	9	43.0
3ºB	Joshua	10	26	16	10	15	1	93.0
3ºB	Jhulia	11	26	16	10	9	7	56.0
3ºB	Luana	12	26	16	10	13	3	81.0
3ºB	Maria Eduarda	13	26	3	23	2	1	66.0
3ºB	Nicole	14	26	16	10	13	3	81.0
3ºB	Pedro Lucas	15	26	16	10	14	2	87.0
3ºB	Pietro	16	26	9	17	5	4	55.0
3ºB	Rebeca	17	26	16	10	10	6	62.0
3ºB	Rickelmy	18	26	15	11	0	15	0.0
3ºB	Roni	19	26	16	10	1	15	6.0
3ºB	Stefany	20	26	10	16	6	4	60.0

Figura 16: Menu do professor

Fonte: Autoria Própria

Gerar Situações-Problemas: Possibilita que o professor gere situações-problemas baseadas em informações cadastradas (pré-frases, temas, personagens etc.) que serão selecionados pela funcionalidade de geração de sessão. Possui inteligência para não gerar enunciados repetidos. Na figura 17 é mostrada a tela desta funcionalidade.

**Geração de Situações-Problemas do Campo Aditivo**

Data: 07/07/2019 Hora: 21:32:21

**Informe a quantidade para cada tipo de Relação Aditiva abaixo:**

**Composição:**   
São situações nas quais se tem as partes e um todo

**Transformação:**   
São situações que têm um estado inicial, uma transformação e um estado final (tem a idéia de tempo). Existe perda ou ganho.

**Comparação:**   
São situações nas quais é estabelecida uma relação entre duas quantidades, uma denominada de referente e a outra de referido.

**Composição de várias transformações:**   
São situações nas quais são dadas transformações e se busca uma nova transformação a partir da composição das transformações dadas.

**Transformação de uma relação:**   
São situações nas quais é dada uma relação estática e se busca uma nova, que é gerada a partir da transformação da relação estática dada.

**Composição de relações estáticas:**   
São situações onde duas ou mais relações estáticas se compõem para dar lugar a outra relação estática.

Figura 17: Geração de situações-problemas para o Campo Aditivo.

Fonte: Autoria Própria

Listar Situações-Problemas: Exibe todas as situações-problemas armazenadas na base de dados, classificadas por relação aditiva, para uso por todos os professores. Na figura 18 é mostrada a tela desta funcionalidade.

Opera - Apoio ao Ensino e Aprendizagem das operações fundamentais da matemática baseado nos Campos Aditivo e Multiplicativo

Lista das Situações-Problemas Geradas pela Ferramenta					
Relação Aditiva	Id Probl	Enunciado do Problema	Esquema	Resposta	Nº Uso
Composição	103	Numa gaveta tinham 15 balas de chocolate, de hortelã e de morango. 9 balas são de chocolate e 2 são de morango. Quantas balas de hortelã tinham na gaveta?	$9 + ? + 2 = 15$	4	0
Composição	104	Numa sala de aula há 15 meninos e 2 meninas. Quantos alunos tem na sala de aula?	$15 + 2 = ?$	17	23
Composição	105	Numa sala de aula há 17 meninas e 12 meninos. Quantos alunos tem na sala de aula?	$17 + 12 = ?$	29	0
Composição	106	Num vaso há 16 rosas amarelas, brancas e vermelhas. 9 rosas são amarelas e 2 rosas são brancas. Quantas rosas vermelhas há no vaso?	$9 + 2 + ? = 16$	5	0
Composição	107	Numa sala de aula de 17 alunos, há alguns meninos e 3 meninas. Quantos meninos tem na sala de aula?	$? + 3 = 17$	14	0
Composição	108	Numa gaveta tinham 20 balas de morango e 16 balas de hortelã. Quantas balas tinham na gaveta?	$20 + 16 = ?$	36	0
Composição	109	Numa gaveta há 9 balas de morango e de hortelã. 4 balas são de morango. Quantas balas de hortelãs tinham na gaveta?	$4 + ? = 9$	5	1

Figura 18: Relação das situações-problemas geradas pelo ambiente.

Fonte: Autoria Própria

Gerador de Sessão de Exercícios: Permite a geração da sessão de exercícios que pode ser igual para todos os alunos da turma ou diferenciado por aluno ou grupo de alunos. O professor também seleciona quantas situações-problemas de cada relação aditiva ele quer na sessão. Possui mecanismo para não gerar numa mesma sessão de exercícios, situações-problemas com o mesmo modelo de resolução (pré-frase). Na figura 19 é mostrada a tela desta funcionalidade.

Geração de Sessão de Exercícios

Num Sessão: 9      Data: 07/07/2019      Hora: 22:53:12

Turma:       Toda a Turma (S/N)?: Não

Selecione os alunos na lista abaixo, caso não deseje toda a turma:

Aluno2 Cesar Aguiar     Aluno3 Lucas do Amaral Siqueira     aluno14 Pereira de Almeida     aluno15 Chagas Santiago

aluno16 Gomes da Silva     aluno4 Lima Salgado     aluno5 Santos Silva     aluno6 Silva de Jesus

aluno7 Pinto Azevedo     aluno8 César dos Anjos     aluna9 Cristina Moreira     aluno19 Figueiredo

aluno24 do Amaral Silva     aluno23 Gonçalves Pereira     aluna21 Meri Salgado     aluno17 Carlos de Menezes

Informe a quantidade para cada tipo de Relação Aditiva abaixo:

Composição:   
São situações nas quais se tem as partes e um todo

Transformação:   
São situações que têm um estado inicial, uma transformação e um estado final (tem a idéia de tempo). Existe perda ou ganho.

Comparação:   
São situações nas quais é estabelecida uma relação entre duas quantidades, uma denominada de referente e a outra de referido.

Composição de várias transformações:   
São situações nas quais são dadas transformações e se busca uma nova transformação a partir da composição das transformações dadas.

Transformação de uma relação:   
São situações nas quais é dada uma relação estática e se busca uma nova, que é gerada a partir da transformação da relação estática dada.

Composição de relações estáticas:   
São situações onde duas ou mais relações estáticas se compõem para dar lugar a outra relação estática.

Figura 19: Geração de sessão de exercícios para o Campo Aditivo

Fonte: Autoria Própria

Listar Sessões de exercícios: Exibe todas as sessões de exercícios geradas pelo professor *logado* com informações das situações-problemas que fizeram parte das sessões. Na figura 20 é mostrada a tela desta funcionalidade.

Opera - Apoio ao Ensino e Aprendizagem das operações fundamentais da matemática baseado nos Campos Aditivo e Multiplicativo				
Lista de Sessões de Exercícios				
Numero Sessão: 2		Gerada em: 05/08/2019-21:34:00	Quantidade Alunos: 25	Quantidade Problemas: 16
Relação Aditiva	Id Probl	Enunciado do Problema	Esquema	Resposta
Composição	233	Numa sala de aula de 20 alunos, há alguns meninos e 4 meninas. Quantos meninos tem na sala de aula?	$7 + 4 = 20 / 20 - 4 = ?$	16
Composição	210	Numa gaveta tinham 19 balas de hortelã, de chocolate e de morango. 4 balas são de hortelã e 12 são de morango. Quantas balas de chocolate tinham na gaveta?	$4 + 7 + 12 = 19 / 19 - 4 - 12 = ?$	3
Composição	235	Numa sala de aula de 20 alunos, há 12 meninas e algumas são meninos. Quantos meninos tem na sala de aula?	$12 + ? = 20 / 20 - 12 = ?$	8
Composição	127	Num vaso há 12 rosas brancas, amarelas e vermelhas. 5 rosas são brancas e 6 rosas são amarelas. Quantas rosas vermelhas há no vaso?	$5 + 6 + ? = 12 / 12 - 5 - 6 = ?$	1
Composição	206	Numa gaveta tinham 4 balas de hortelã, 17 balas de morango e 15 balas de chocolate. Quantas balas tinham na gaveta?	$4 + 17 + 15 = ?$	36
Transformação	28	Carlos tinha 12 figurinhas. Perdeu algumas num jogo e ficou com 5. Quantas figurinhas ele perdeu?	$12 - ? = 5 / ? + 5 = 12$	7

Figura 20: Lista de sessões de exercícios do Campo Aditivo

Fonte: Autoria Própria

Resultado das Sessões: O professor seleciona a sessão e será exibida para cada aluno, a solução deles para cada problema da sessão e um comentário sobre a solução dada segundo critério definido baseado nos 3 campos que o aluno precisa informar (resposta, conta armada ou operação e o desenvolvimento). Esta consulta serve de base para o professor gerar novas sessões de exercícios para os alunos. Na figura 21 é mostrada a tela desta funcionalidade.

Resultado da Sessão de Exercícios								
Informe o Número da Sessão: sessão ▾								
Turma	Nome do Aluno	Matrícula	Dados do Problema		Resposta do Aluno		Análise da Solução do Aluno	
			Enunciado	Resposta	Operação	Resposta		Operação
4°C	Anna Clara	1	Numa gaveta tinham 17 balas de hortelã, 15 balas de morango e 29 balas de chocolate. Quantas balas tinham na gaveta?	61	$17 + 15 + 29 = ?$	61	$17 + 15 + 29 = 61$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Paulo tinha 39 figurinhas. Perdeu algumas num jogo e ficou com 12. Quantas figurinhas ele perdeu?	27	$39 - ? = 12$ $39 - 12 = ?$	21	$39 - 12 = 21$	C15 - Informou a resposta e a operação incorretas e não informou o desenvolvimento
			Numa gaveta há 39 carrinhos vermelhos e verdes. 18 carrinhos são vermelhos. Quantos carrinhos verdes tinham na gaveta?	21	$18 + ? = 39$ $39 - 18 = ?$	21	$39 - 12 = 21$	C6 - Informou a resposta correta, a operação incorreta e não informou o desenvolvimento
			Num vaso há 67 rosas amarelas e vermelhas. 28 rosas são vermelhas. Quantas rosas amarelas há no vaso?	39	$? + 28 = 67$ $67 - 28 = ?$	39	$67 - 28 = 39$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Numa gaveta tinham 73 balas de hortelã, de morango e de chocolate. 17 balas são de hortelã e 12 são de chocolate. Quantas balas de morango tinham na gaveta?	44	$17 + ? + 12 = 73$ $73 - 17 - 12 = ?$	44	$73 - 17 - 12 = 44$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Numa gaveta tinham 84 carrinhos vermelhos, pretos e verdes. 19 carrinhos são vermelhos e 27 carrinhos são pretos. Quantos carrinhos verdes tinham na gaveta?	38	$19 + 27 + ? = 84$ $84 - 19 - 27 = ?$	38	$84 - 19 - 27 = 38$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Pedro tinha 31 bolinhas de gude. Ganhou algumas e ficou com 73. Quantas bolinhas de gude ele ganhou?	42	$31 + ? = 73$ $73 - 31 = ?$	42	$31 + 42 = 73$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Carlos tinha algumas figurinhas, ganhou 25 num jogo e ficou com 72. Quantas figurinhas ele tinha?	47	$? + 25 = 72$ $72 - 25 = ?$	47	$72 - 25 = 47$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Paulo tinha 44 figurinhas. Perdeu 17 num jogo. Quantas figurinhas ele ainda tem?	27	$44 - 17 = ?$ $17 + ? = 44$	27	$44 - 17 = 27$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Paulo tem 29 carrinhos e Pedro tem 18 a mais que ele. Quantos carrinhos tem Pedro?	47	$29 + 18 = ?$ $? - 18 = 29$	47	$29 + 18 = 47$	C1 - Informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
			Paulo tem 63 carrinho e 22 a menos que o Carlos. Quantos carrinhos tem Carlos?	85	$63 + 22 = ?$ $? - 22 = 63$	41	$63 - 22 = 41$	C14 - Informou a resposta e a operação e o desenvolvimento incorretos

Figura 21: Resultado da sessão de Exercícios

Fonte: Autoria Própria

Menu do Apoio Administrativo/Pedagógico: Na Figura 22 é exibido o menu que é apresentado aos usuários que tem o perfil de apoio administrativo/pedagógico responsável pelos cadastramentos básicos (funcionalidades exibidas à esquerda deste menu) que fazem parte da etapa de preparação do ambiente (Figura 8).



Figura 22: Menu do Apoio Administrativo/Pedagógico

Fonte: Autoria Própria

Resolução de Situações-Problemas: Esta é a única tela que foi implementada para os alunos no protótipo. O aluno ao se autenticar no ambiente é exibida, no lado esquerdo da tela (botões com a identificação do problema. Exemplo: Problema #68), a lista de todas as situações-problemas que o professor definiu para ele resolver. O aluno deverá informar a conta, a resposta e no recurso gráfico mostrar o desenvolvimento da situação-problema, fazendo o processo de contagem semelhante quando fazem usando objetos concretos. A orientação dada para a resolução é: identificar qual a operação a ser usada (adição, subtração etc.) e montar a conta no espaço reservado para este fim, usar o mecanismo de contagem para descobrir a resposta e registrar a resposta no campo correto. Após preencher os 3 (três) campos deverá clicar no botão “Enviar”. O protótipo foi definido para uma vez clicado no botão “Enviar”, aquela situação-problema fica inacessível para o aluno. Na figura 23, é mostrada a tela desta funcionalidade.

Opera - Apoio ao Ensino e Aprendizagem das operações fundamentais da matemática baseado nos Campos Aditivo e Multiplicativo

### Resolução de Situações-Problemas

Olá [aluna25 da Silveira Pinto](#)!

Selecione um problema:

- Problema #239
- Problema #319
- Problema #205
- Problema #185
- Problema #68**
- Problema #135
- Problema #16
- Problema #274
- Problema #148
- Problema #163

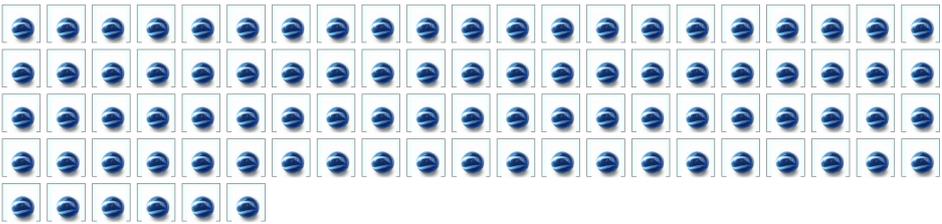
Paulo tinha 5 bolinhas de gude. Ganhou algumas e ficou com 9. Quantas bolinhas de gude ele ganhou?

Digite a operação neste espaço:

Digite sua resposta aqui:

**Atenção: Se você achar necessário, use esta área para te auxiliar na contagem para resolver o problema.**

Escolha uma cor para selecionar nas figuras abaixo cada um dos números do problema:



Contagem:

Figura 23: Resolução de situações-problemas para o Campo Aditivo.

Fonte: Autoria Própria

Para melhor entendimento vamos exemplificar o uso deste recurso gráfico nas seguintes situações-problemas, mostrando os passos que devem ser realizados por um aluno:

**Situação 1:** Numa sala de aula há 15 meninos e 2 meninas. Quanto aluno tem na sala de aula?

**Passo 1:** o aluno seleciona uma cor na paleta que possui 3 cores (amarela, verde e azul), a cor amarela, por exemplo, clicando sobre a barra amarela, conforme mostrado na Figura 24. Sobre a barra selecionada ficará um “X” indicando que a cor foi selecionada.

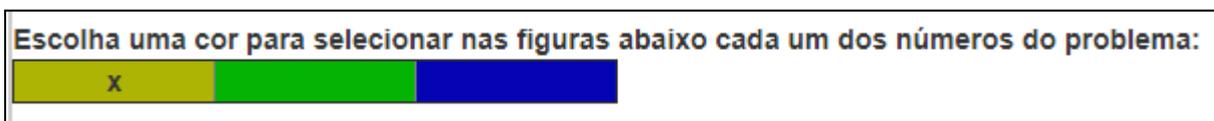


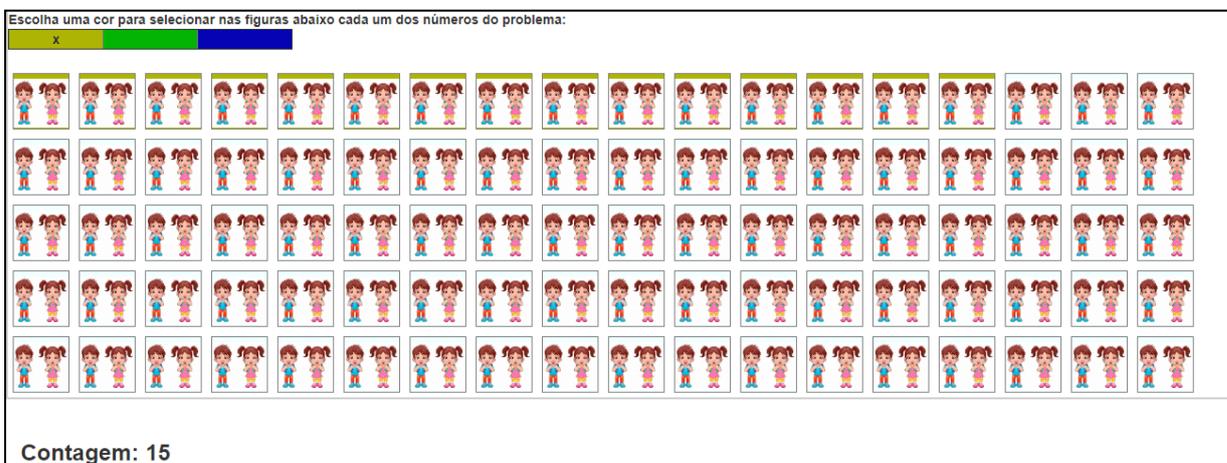
Figura 24: selecionando uma cor no mecanismo de contagem

Fonte: Autoria Própria

**Passo 2:** o aluno acessa o espaço que tem a imagem do tema da situação-problema, (no caso desta situação-problema é uma figura de alunos) e clica em 15 imagens representando a primeira quantidade. As figuras selecionadas ficarão com uma marcação no topo em amarelo (cor selecionada no passo 1) conforme mostrado na Figura 25. As outras figuras não tem marcação no topo. Observe que o

campo “Contagem” (no rodapé deste espaço) apresenta a quantidade de figuras selecionadas até agora (no caso, 15).

Escolha uma cor para selecionar nas figuras abaixo cada um dos números do problema:



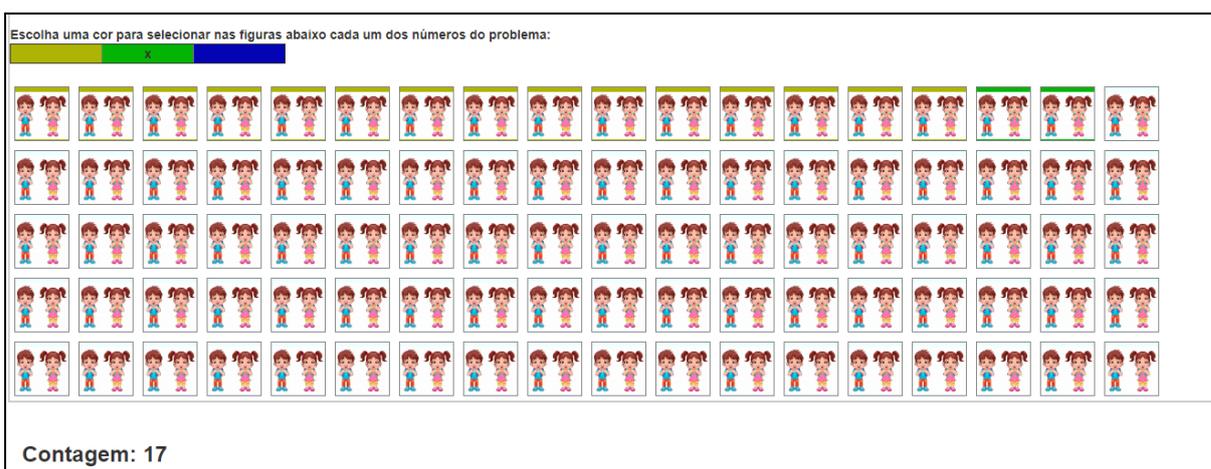
Contagem: 15

Figura 25: Marcando uma quantidade para a situação 1

Fonte: Autoria Própria

Passo 3: o aluno ao analisar a situação-problema, percebe que se trata de uma adição. Ele seleciona na paleta outra cor, por exemplo, a verde, e marca no espaço que tem a imagem do tema da situação-problema a outra quantidade que consta no enunciado do problema (no caso, 2). A Figura 26 mostra esta marcação e no campo “Contagem” já está exibida a resposta do problema (17). Ele transfere o número que está no campo “Contagem” para o campo de resposta.

Escolha uma cor para selecionar nas figuras abaixo cada um dos números do problema:



Contagem: 17

Figura 26: Marcando outra quantidade para a situação 1

Fonte: Autoria Própria

Situação 2: Paulo tinha 6 bolinhas de gude. Ganhou algumas e ficou com 20. Quantas bolinhas de gude ele ganhou?

Passo 1: o aluno seleciona uma cor na paleta que possui 3 cores (amarela, verde e azul), a cor amarela, por exemplo, clicando sobre a barra amarela, conforme mostrado na Figura 24. Sobre a barra selecionada ficará um “X” indicando qual a cor está selecionada.

Passo 2: o aluno definiu que usará a operação de subtração. Ele acessa o espaço que tem a imagem do tema da situação-problema, nesta situação-problema é uma figura de bolinhas de gude) e clica em 20 imagens representando a primeira quantidade. As figuras selecionadas ficarão com uma marcação no topo em amarelo conforme mostrada na Figura 27. No campo “Contagem” é exibido o a quantidade de figuras selecionadas (no caso, 20).

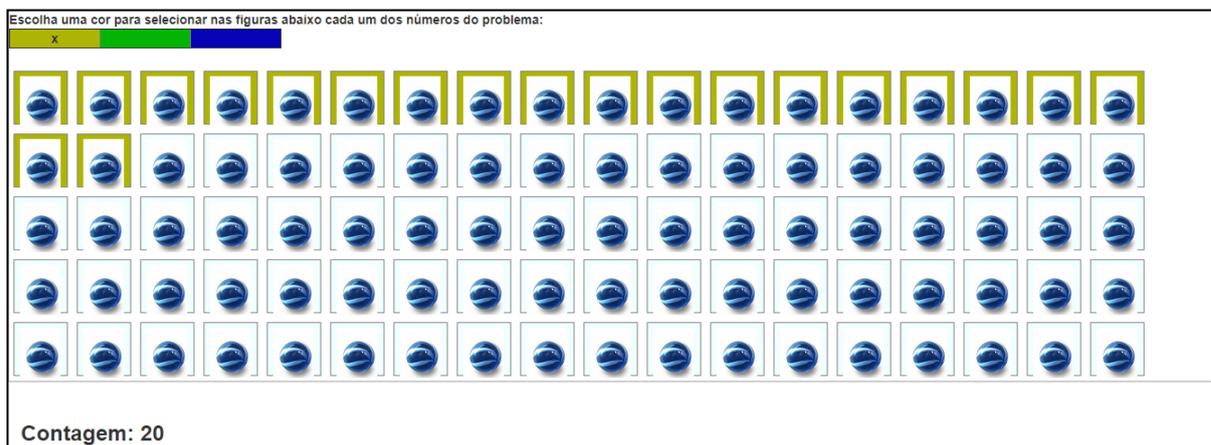


Figura 27: Marcando uma quantidade para a situação 2

Fonte: Autoria Própria

Passo 3: Ele mantém a cor amarela selecionada e clica sobre 6 (a outra quantidade do problema) imagens já selecionadas. O topo destas imagens ficará na cor vermelha (para diferenciar das cores que constam na paleta). Ao dar um clique numa imagem selecionada, o contador será diminuído de 1. A Figura 28 mostra esta marcação e no campo “Contagem” já está exibida a resposta do problema (14). Ele transfere o número que está no campo “Contagem” para o campo de resposta.

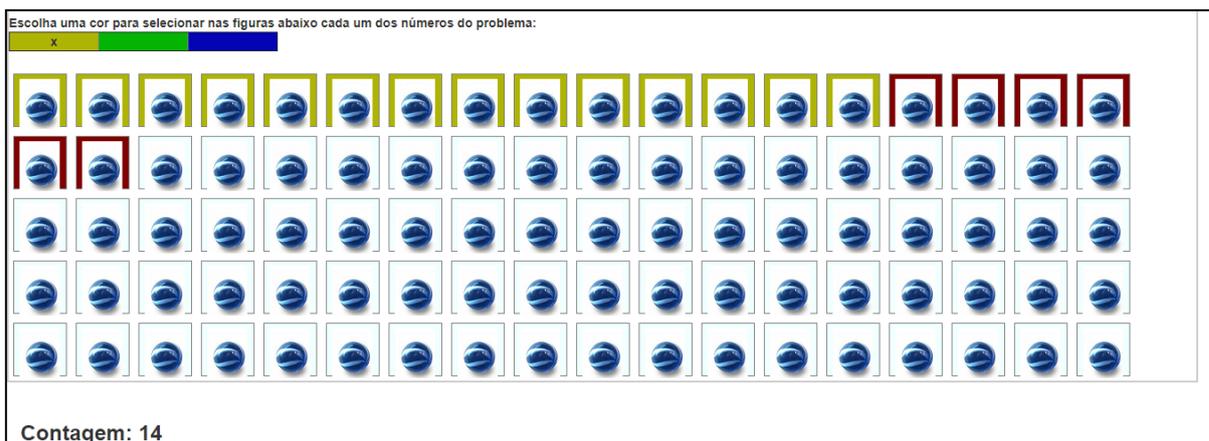


Figura 28: Marcando outra quantidade para a situação 2

Fonte: Autoria Própria

Resumindo, o mecanismo de contagem funciona da seguinte forma:

- Clicar numa imagem não selecionada será adicionado 1 ao campo Contagem e está imagem ficará com o topo marcado com a cor selecionada na paleta;
- Ao dar um clique numa imagem selecionada (independente a cor selecionada na paleta) ela mudará o topo desta imagem para a cor vermelha (para indicar que já tinha sido selecionada) e será subtraído 1 do campo Contagem;
- Ao dar 2 cliques numa imagem selecionada, seu topo será desmarcado e será subtraído 1 do campo Contagem;
- Não é necessário clicar nas imagens na ordem em que elas se apresentam (podem-se saltar imagens).

## 6.2. Tecnologias de suporte

### 6.2.1. Python

O Python foi a linguagem de programação escolhida por ser uma linguagem fácil de ser aprendida, apresentar ótima produtividade (é fácil traduzir o raciocínio em um algoritmo com poucos comandos) legibilidade e possuir uma enorme comunidade para troca de experiências e muitos códigos prontos disponíveis para uso. É uma linguagem de uso geral e existem na web diversos cursos grátis completos desta linguagem. Entre as características da linguagem estão:

- baixo uso de caracteres especiais, o que torna a linguagem muito parecida com *pseudocódigo executável*;
- uso de indentação para marcar blocos, o que torna o código mais fácil de entendimento;
- quase nenhum uso de palavras-chave voltadas para a compilação;
- bibliotecas com milhares de rotinas com documentação clara e disponível para uso por todos;
- coletor de lixo para gerenciar automaticamente o uso da memória;

Além disso, Python suporta múltiplos paradigmas de programação. A programação procedimental pode ser usada para programas simples e rápidos, assim como, estruturas de dados complexas, como tuplas, listas e dicionários, estão disponíveis para facilitar o desenvolvimento de algoritmos complexos. Podem ser construídos grandes sistemas usando técnicas de orientação a objetos, que é completamente suportada em Python (inclusive sobrecarga de operadores e herança múltipla). Adicionalmente, um suporte simplificado para programação funcional existe, o que torna a linguagem extremamente expressiva: é fácil fazer muita coisa com poucas linhas de comando. E também possui inúmeras capacidades de meta-programação: técnicas simples para alterar o comportamento da linguagem, permitindo a criação de linguagens de domínio específico (como se fosse outra linguagem).

O Python tem uma biblioteca padrão imensa, que contém classes, métodos e funções para realizar essencialmente qualquer tarefa, desde acesso a bancos de dados a interfaces gráficas com o usuário. Essa característica da linguagem é comumente chamada baterias inclusas, significando que tudo que você precisa para rodar um programa está, na maior parte das vezes, presente na instalação básica.

Ele é também uma linguagem livre e multiplataforma. Isso significa que os programas escritos em uma plataforma serão executados sem nenhum problema na maioria das plataformas existentes sem necessidade de modificação. Maiores informações podem ser obtidos em:

- Site oficial da linguagem: <http://www.python.org/>.

- Site oficial da comunidade brasileira: <http://www.pythonbrasil.com.br/>

O Python possui uma comunidade muito ativa espalhada por todo o mundo (como por exemplo, no Brasil, cujo site é: <http://www.pythonbrasil.com.br/>). Por ser uma linguagem livre, todos os seus usuários estão dispostos a contribuir, que faz com que haja uma documentação abundante e existam módulos para executar virtualmente qualquer tarefa necessária. Isso é importante: não há tempo para reinventar a roda, então poder contar com módulos prontos é ótimo. Além disso, uma vez que os programas em Python são distribuídos na forma de código-fonte, qualquer pessoa pode alterar, corrigir e melhorar os algoritmos e devem disponibilizar suas melhorias e criações para uso da comunidade. Isso faz com que os módulos sejam maduros e seguros, testados contra diversas situações e diversas vezes.

Por tudo isso, o Python tem conquistado uma grande popularidade entre a comunidade científica. É uma linguagem simples que dá conta do recado e não fica entre o cientista e a resolução do seu problema, o que a coloca atualmente no *ranking* das linguagens mais populares e usadas.

A versão utilizada na construção do protótipo foi a versão 3.7.2.

### 6.2.2. O ambiente PythonAnywhere

Baseado no requisito funcional de hospedar a aplicação numa plataforma gratuita, identificamos o ambiente PythonAnywhere como uma boa opção.

O PythonAnywhere é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) e serviço de hospedagem web baseado na linguagem de programação Python. Ele fornece acesso, por meio de navegador web, ao Python baseado em servidor e interfaces de linha de comando *Bash*, juntamente com um editor de código com realce de sintaxe. Arquivos de programas podem ser transferidos para e do serviço usando o navegador do usuário. Aplicações web armazenadas pelo serviço podem ser escritas usando qualquer framework de aplicações baseado em WSGI.

Neste projeto usamos o PythonAnywhere para hospedagem e uso (execução) da aplicação pelos usuários. Somente para pequenas alterações utilizando os

recursos de IDE dele. A Figura 29 apresenta a aba Dashboard do PythonAnywhere que resume a utilização pelo usuário desenvolvedor.

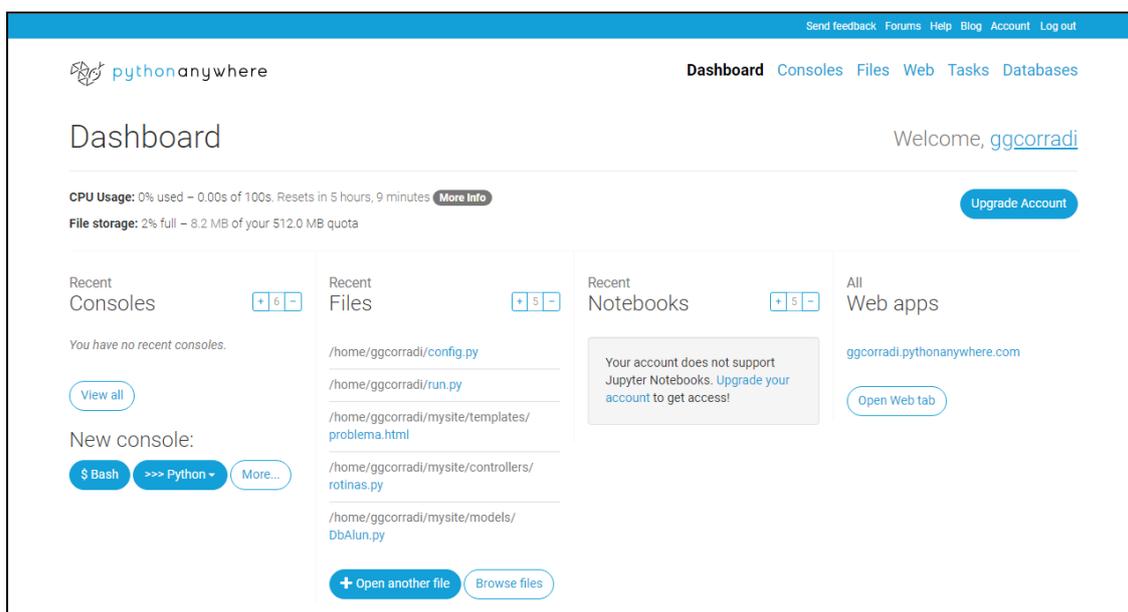


Figura 29: Dashboard do PythonAnywhere.

Fonte: Autoria Própria

Existem planos de assinatura para este ambiente que disponibilizam muitos outros recursos, mas para o uso neste projeto, a versão gratuita foi adequada.

Os usuários da pesquisa não precisaram se autenticar no PythonAnywhere para acessar a aplicação. Basta acessar o endereço que foi criado para aplicação que é <https://ggcorradi.pythonanywhere.com/>.

### 6.2.3. A Ferramenta PyCharm

Para este projeto, como ferramenta de IDE (integrated development environment), selecionamos o PyCharm.

Ele possui uma interface muito limpa e personalizável, e, portanto, ideal para aqueles que estão dando os primeiros passos com Python. Com diversas funções para deixar seu *workspace* bem a sua cara, o PyCharm conta com funções internas de Python para que você possa acessar rapidamente e sem erros. A ferramenta possui *helps* que facilitam em caso de dúvidas sobre a sintaxe ou uso de um comando ou função. Você gastará apenas um clique para ter a ajuda que precisa. Possui recursos para você organizar seu projeto de acordo com o padrão MVC (*Model, View, Controller*). Incorpora vários recursos que aumentam a produtividade

no desenvolvimento, tais como: análise de código, autocompletamento de código etc. Possui também uma console para execução de comandos, um terminal para execução de aplicações e recursos de *debug*.

A versão utilizada no protótipo foi PyCharm Community 2019.1. A Figura 30 exibe a tela principal do PyCharm com dados do protótipo.

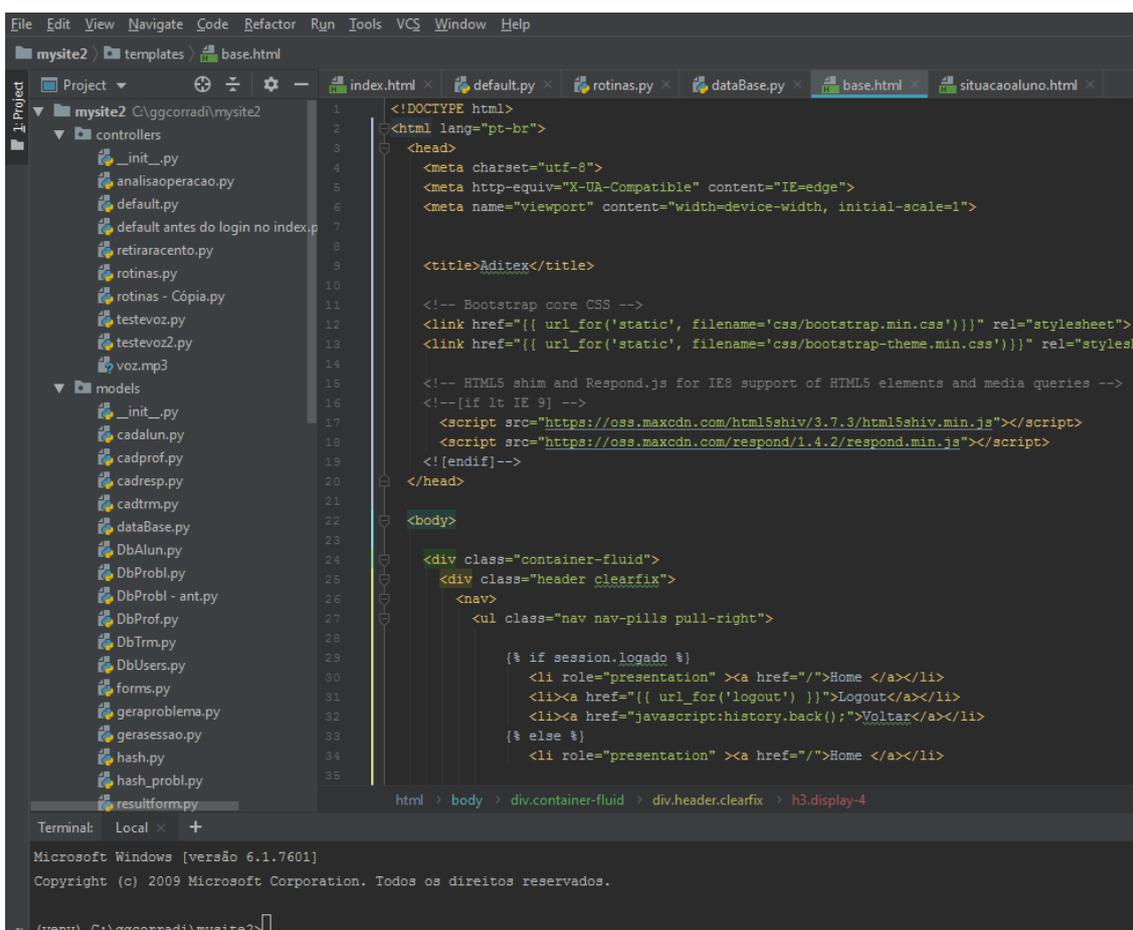


Figura 30: Tela do PyCharm.

Fonte: Autoria Própria

## 6.2.4. Servidor Web Flask

O *Flask* é um micro framework para uso em aplicações web desenvolvidas em Python.

Esse framework fornece as funcionalidades básicas necessárias à implementação de web services e aplicações web com o MVC com descrito em (LOKHANDE et al., 2015). O Flask objetiva ser simples, todavia possibilita a integração com vários plugins estendendo assim as suas funcionalidades.

Algumas características são relevantes para a escolha do Flask na construção de uma aplicação web, são:

- Suporta testes unitários;
- Usa os modelos Jinja2, que é uma linguagem de templates moderna e amigável ao designer modelada e otimizada a partir dos modelos do Django;
- Suporte para cookies seguros;
- Extensa documentação;
- Compatibilidade com o *Google App Engine*;
- Baseado em Unicode;

Uma aplicação web em *Flask* segue normalmente uma estrutura de arquivos e diretórios que permite separar as responsabilidades do sistema.

No ambiente Flask usamos as seguintes extensões:

- Flask-SQLAlchemy (versão 2.3.2) que adiciona suporte para o SQLAlchemy na aplicação;
- Flask-WTF que promove a integração entre o Flask e o WTForms, simplificando o trabalho com formulário incluindo suporte a *token* (CSRF), *reCaptcha* etc.

A versão do Flask usada no protótipo foi a versão 1.0.2.

### 6.2.5. SQLite

O SQLite é uma biblioteca de código aberto (open source) desenvolvido na linguagem C que permite a disponibilização de um pequeno banco de dados na própria aplicação, sem a necessidade de acesso a um SGDB separado. A estrutura de banco junto com a aplicação é denominada de “banco de dados embutido” e é indicada para aplicações de pequeno porte, que utilizam poucos dados.

A grande vantagem dos bancos de dados embutidos está em sua simplicidade: é mais prático implementar e administrar do que a implementação de SGDBs separados, utilizando soluções como SQL Server ou Oracle. Por outro lado, o desempenho e limitação de recursos são desvantagens do SQLite e soluções semelhantes.

Escolhemos o SQLite neste projeto devido à simplificação que ele promove e pelo fato dele ser recomendado para pequenos *websites* e sistemas utilizados por poucas pessoas. A versão utilizada neste projeto foi a versão 3.

Para fazer a implantação, monitoramento, atualização dos componentes da camada de dados usados pelo aplicativo foi utilizada a ferramenta SQLite Studio 3.1.1. Ela permite também criar consultas e scripts em SQL.

### 6.2.6. A Ferramenta Sql Alchemy

O SQL Alchemy foi a ferramenta ORM (Object Relational Mapper) escolhida que visa fazer uma relação dos objetos com os dados que os mesmos representam. A técnica implementada por este tipo de ferramenta tem sido muito utilizada e vem crescendo bastante nos últimos anos. Este crescimento tem se dado principalmente pelo fato de muitos desenvolvedores não se sentirem a vontade em escrever código SQL e pela produtividade que esta técnica proporciona. Objetivamente, o SQL Alchemy garante a persistência dos dados no Banco SQLite, no caso da nossa aplicação.

A versão utilizada neste projeto foi a versão 1.3.2.

### 6.2.7. Framework Bootstrap

O Bootstrap é um *framework web* com código-fonte aberto para desenvolvimento de componentes de interface e front-end para sites e aplicações *web* usando HTML, CSS e *JavaScript*, baseado em modelos de design para a tipografia, melhorando a experiência do usuário em um site amigável e responsivo.

Ele utiliza padrões que seguem princípios de usabilidade e as tendências de design para interfaces. Esta padronização permite que os sites tenham um melhor aspecto, aumentando a taxa de satisfação dos usuários.

Outra característica importante do Bootstrap é o fato de possuir uma extensa biblioteca de componentes, como ícones, caixas de texto, painéis e cores em links, reduzindo o esforço de implementação apenas a chamada de determinadas classes.

Ele também permite que os sites sejam responsivos, ou seja, adaptáveis aos diferentes tipos de dispositivos, tais como: *smartphones*, *tablets* e computadores, que foi um dos requisitos não funcionais deste projeto.

Foi escolhido pelas características citadas acima e por ser o *Framework* de *Front-End* mais popular atualmente. A versão utilizada neste projeto foi a versão 3.3.7.

### 6.3. Considerações sobre o capítulo

Não houve esmero na beleza da interface do protótipo em função do curto tempo que tínhamos para a sua construção, mas buscamos rigor na observância dos requisitos funcionais definidos pelos professores, em especial, com relação à funcionalidade dos alunos.

A dificuldade inicial no aprendizado sobre o ambiente Python, pois existem muitas formas diferentes para construção de sistemas neste ambiente haja vista a enorme quantidade de frameworks foi compensada pela produtividade gerada por este ambiente. Recomendamos sempre avaliar este ambiente como alternativa na produção de sistemas.

## **Capítulo 7 – Um experimento na escola**

---

Neste Capítulo será apresentado como foi planejado e realizado o experimento nas escolas da rede municipal de ensino usando o protótipo do ambiente proposto.

Na Seção 7.1 será apresentado o contexto do experimento.

Na Seção 7.2 serão apresentados detalhes da etapa de Diagnóstico da Avaliação da Aprendizagem da metodologia de pesquisa utilizada (subseção 1.6.2).

Em seguida, na Seção 7.3 serão apresentados detalhes da etapa de Uso do Protótipo da metodologia de pesquisa utilizada (subseção 1.6.2).

Na Seção 7.4 serão apresentados detalhes da etapa de Elaboração do Resultado Final da metodologia de pesquisa utilizada (subseção 1.6.2).

Por último, na Seção 7.5 serão apresentadas as considerações finais deste capítulo.

### **7.1. Contexto do experimento**

Foi definido pelo pesquisador que o experimento seria feita em escolas públicas de ensino fundamental. Para tal, foi apresentado um projeto de pesquisa (Apêndice A) para uma Rede Municipal de Ensino que foi aprovado em dezembro/2018. Os trabalhos foram iniciados em fevereiro/2019 através de reuniões com os técnicos da Secretaria Municipal de Educação para detalhamento da proposta e definição dos próximos passos. A Secretaria Municipal de Educação forneceu cópia das Diretrizes Curriculares do Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos para que o pesquisador pudesse entender melhor em quais anos escolares ele poderia atuar em relação ao campo aditivo. A Figura 31 mostra um recorte destas diretrizes apresentando os anos escolares onde o campo aditivo é aplicado e qual a profundidade que o tema é abordado em cada ano escolar (Inicial, Aprofundado ou Consolidado).

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	ANOS INICIAIS					ANOS FINAIS				ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	
	LEGENDA: (I) Iniciar - (A) Aprofundar - (C) Consolidar									
1.19 Resolver situações-problema do campo aditivo, com ou sem uso de estratégias convencionais, envolvendo ações de juntar e separar (composição simples).	I	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	C	O campo aditivo compreende as operações de adição e subtração.
1.20 Resolver situações-problema do campo aditivo, com ou sem uso de estratégias convencionais, envolvendo ações de comparar e completar.	I	A	C	A/C	A/C	C	C	C	C	
1.21 Resolver situações-problema do campo aditivo, com ou sem uso de estratégias convencionais, envolvendo ações de acrescentar e retirar	I	A	C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	

Figura 31: Recorte das Diretrizes Curriculares (Campo Aditivo).

Fonte: Diretrizes Curriculares da Rede de Ensino deste trabalho

A primeira atividade desenvolvida foi a seleção das escolas com um laboratório de informática funcionando, ter um corpo gestor que é adepto à realização de pesquisas e professores que gostam de usar tecnologia educacional no seu processo de ensino. As escolas deveriam ser de realidade sócio-econômica diferente. Apesar desta diferenciação não constituir uma variável de análise, era esperado com ela obter uma gama maior de conhecimento. Em cada escola foram selecionados até 2 (dois) professores que lecionassem para os anos escolares onde o campo aditivo estivesse sendo aplicado, conforme mostrado na Figura 31.

Com as escolas selecionadas, foram realizados encontros com professores, pedagogos e diretores das escolas para apresentação da proposta de trabalho e entendimento das necessidades dos professores que dariam subsídios à concepção do ambiente digital de apoio ao ensino das operações fundamentais da matemática. Os encontros auxiliaram também na forma como seriam feitas as etapas da pesquisa (instrumentos, processo etc.) onde o ator principal é o aluno, a saber: Diagnóstico da Avaliação da Aprendizagem e Uso do Protótipo.

O recorte feito para esta pesquisa ficou restrito ao campo aditivo e às relações de composição, transformação e comparação. O Pesquisador entendeu ser este recorte suficiente para verificar se a proposta atenderia ao objetivo da pesquisa citada na seção 1.3.

## 7.2. Levantamento do conhecimento prévio dos alunos

Para que fôsse validado se o ambiente proposto poderia melhorar a aprendizagem, foi realizado um diagnóstico com os alunos que fizeram parte da pesquisa para identificar o grau de conhecimento deles com relação à resolução de situações-problemas do campo aditivo. Este diagnóstico foi realizado com as seguintes etapas.

### Etapa 1: Aplicação de avaliação da aprendizagem de adição e subtração (papel)

Todos os alunos que fizeram parte da pesquisa foram submetidos a uma lista de exercícios do campo aditivo definidas pelo pesquisador (instrumento papel). Os alunos receberam a lista e o professor junto com o pesquisador leram e explicaram as orientações para a resolução das situações-problemas da lista. Durante a resolução, o pesquisador e o professor assistiam aos alunos em relação a dificuldades com a interpretação dos enunciados das situações-problemas. Esta lista de exercícios era composta de 16 (dezesseis) situações-problemas contemplando as relações aditivas de Composição (7 situações-problemas), Transformação (6 situações-problemas) e Comparação (3 situações-problemas). As situações-problemas propostas nesta lista cobriam todas as possibilidades de raciocínio para as relações aditivas citadas acima conforme mostrado no Quadro 10.

Relação Aditiva	Categoria	
	ID	Descrição da categoria
Composição	P1	Problema com duas partes e o valor desconhecido está no total
	P2	Problema com duas partes e o valor desconhecido está na parte 1
	P3	Problema com duas partes e o valor desconhecido está na parte 2
	P4	Problema com três partes e o valor desconhecido está no total
	P5	Problema com três partes e o valor desconhecido está na parte 1
	P6	Problema com três partes e o valor desconhecido está na parte 2
	P7	Problema com três partes e o valor desconhecido está na parte 3
Transformação	P8	Problema com o estado inicial e a <u>transformação (positiva) conhecidos</u> e o estado final desconhecido
	P9	Problema com o estado inicial e o <u>estado final conhecidos</u> e a transformação (positiva) desconhecida
	P10	Problema com o estado final e a <u>transformação (positiva) conhecidos</u> e o estado inicial desconhecido
	P11	Problema com o estado inicial e a <u>transformação (negativa) conhecidos</u> e o estado final desconhecido
	P12	Problema com o estado inicial e o <u>estado final conhecidos</u> e a transformação (negativa) desconhecida
	P13	Problema com o estado final e a <u>transformação (negativa) conhecidos</u> e o estado inicial desconhecido
Comparação	P14	Problema com o referido e a <u>relação conhecidos</u> e o referente desconhecido
	P15	Problema com o referido e o <u>referente conhecidos</u> , e a relação desconhecida
	P16	Problema com o referente e a relação conhecidos e o referido desconhecido

Quadro10: Definição das situações-problemas

Fonte: Autoria Própria

Foi definida uma lista de exercícios para a turma de 3<sup>o</sup> ano e outra para as turmas de 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> conforme mostrada no Apêndice B. A diferença entre estas listas estava basicamente nos valores presentes nas situações-problemas, já que os anos 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> anos trabalham com números de valores maiores. Um recorte desta lista é mostrado na Figura 32.

**Lista de Exercícios do Campo Aditivo**

**Aluno:** \_\_\_\_\_

**Ano:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Orientações para resolução dos problemas:**

1. Não considerar para resolução do problema o que está escrito após o símbolo de interrogação (?);
2. No retângulo na frente da palavra "Operação" arme a conta de somar ou subtrair com a resposta após o sinal de igual ("=") que você entende ser a solução do problema;
3. Escreva a solução que você encontrou após a palavra "Resposta";
4. No retângulo com o título "Desenvolvimento da solução", desenhe "pauzinhos" ou outros objetos para te auxiliar na contagem, caso você ache necessário.

**Problemas:**

1. Numa gaveta tinham 15 balas de chocolate, de hortelã e de morango. 9 balas são de chocolate e 2 são de morango. Quantas balas de hortelã tinham na gaveta? (P6)

**Operação:**  **Resposta:** \_\_\_\_\_

**Desenvolvimento da solução**

2. Numa sala de aula há 15 meninos e 2 meninas. Quantos alunos têm na sala de aula? (P1)

**Operação:**  **Resposta:** \_\_\_\_\_

**Desenvolvimento da solução**

Figura 32: Recorte da avaliação da aprendizagem de adição/subtração

Fonte: Autoria Própria

## Etapa 2: Correção das respostas dos alunos do instrumento papel

Foram corrigidas as respostas dos alunos do instrumento papel, avaliando o preenchimento dos campos:

- Operação (era esperado que o aluno escrevesse a conta neste espaço. Exemplo:  $23 - 18 = 5$ );
- Resposta (solução encontrada para a situação-problema);
- Desenvolvimento da solução (aqui o aluno poderia fazer alguma representação gráfica ou mesmo textual do seu raciocínio na solução da situação-problema).

O pesquisador identificou 27 (vinte e sete) categorias para enquadramento das respostas dos alunos, resultante da combinação dos 3 (três) campos (operação, resposta e desenvolvimento) que podem assumir 3 (três) situações (correto, incorreto e não informado). Estas categorias são mostradas no Quadro 11 e auxiliaram no processamento dos resultados para entender o nível de aprendizado dos alunos sobre as relações aditivas.

Categoria
C1 - O aluno informou a resposta, a operação e o desenvolvimento corretos
C2 - O aluno informou a resposta e a operação corretas e o desenvolvimento incorreto
C3 - O aluno informou a resposta e a operação corretas e não informou o desenvolvimento
C4 - O aluno informou a resposta correta, a operação incorreta e o desenvolvimento correto
C5 - O aluno informou a resposta correta, a operação incorreta e o desenvolvimento incorreto
C6 - O aluno informou a resposta correta, a operação incorreta e não informou o desenvolvimento
C7 - O aluno informou a resposta correta, não informou a operação e informou o desenvolvimento correto
C8 - O aluno informou a resposta correta, não informou a operação e informou o desenvolvimento incorreto
C9 - O aluno informou a resposta correta, não informou a operação e nem o desenvolvimento
C10 - O aluno informou a resposta incorreta, a operação e o desenvolvimento corretos
C11 - O aluno informou a resposta incorreta, a operação correta e o desenvolvimento incorreto
C12 - O aluno informou a resposta incorreta, a operação correta e não informou o desenvolvimento
C13 - O aluno informou a resposta e a operação incorretas e o desenvolvimento correto
C14 - O aluno informou a resposta, a operação e o desenvolvimento incorretos
C15 - O aluno informou a resposta e a operação incorretas e não informou o desenvolvimento
C16 - O aluno informou a resposta incorreta, não informou a operação e informou o desenvolvimento correto
C17 - O aluno informou a resposta incorreta, não informou a operação e informou o desenvolvimento incorreto
C18 - O aluno informou a resposta incorreta, não informou a operação e nem o desenvolvimento
C19 - O aluno não informou a resposta, informou a operação e o desenvolvimento corretos
C20 - O aluno não informou a resposta, informou a operação correta e o desenvolvimento incorreto
C21 - O aluno não informou a resposta, informou a operação correta e não informou o desenvolvimento
C22 - O aluno não informou a resposta, informou a operação incorreta e o desenvolvimento correto
C23 - O aluno não informou a resposta, informou a operação e o desenvolvimento incorretos
C24 - O aluno não informou a resposta, informou a operação incorreta e não informou o desenvolvimento
C25 - O aluno não informou a resposta e a operação informou o desenvolvimento correto
C26 - O aluno não informou a resposta e a operação informou o desenvolvimento incorreto
C27 - O aluno não respondeu

Quadro 11: Categorias usadas na correção das situações-problemas.

Fonte: Autoria Própria

Por sua vez, as categorias relacionadas no Quadro 11, foram reunidas em 5 (cinco) grupos, definidas arbitrariamente pelo autor, que buscavam expressar o nível de aprendizado do aluno. Estes grupos são mostrados na Figura 33.

Grupos/Categorias	Interpretação
<b>Grupo 1:</b> C1 a C3	O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.
<b>Grupo 2:</b> C4	O aluno respondeu corretamente mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.
<b>Grupo 3:</b> C5 a C9	Apesar da resposta correta ele não soube montar a operação e não demonstrou saber usar artifício para ajudá-lo na contagem. Pode sugerir facilidade com números ("conta de cabeça") ou sorte na resposta.
<b>Grupo 4:</b> C10 a C13, C16, C19 a C22, C25	Sugere falta de atenção na resolução da situação-problema pois o aluno não acerta a resposta mas acerta a operação e/ou desenvolvimento.
<b>Grupo 5:</b> C14, C15, C17, C18, C23, C24, C26, C27	O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.

Figura 33: Classificação das respostas com relação ao aprendizado.

Fonte: Autoria Própria

O enquadramento das respostas dos alunos aos exercícios da lista (instrumento papel), obedecendo às categorias e grupos de aprendizado, foi

tabulado usando a ferramenta Microsoft Excel que mostramos um recorte da planilha na Figura 34.

Aplicação dos testes de campo aditivo na turma XX - Professora XXXXX																						
Alunos	Instrumento	Respostas dos alunos baseado nos instrumentos/categorias															Classificação das respostas					
		Probl 1	Probl 2	Probl 3	Probl 4	Probl 5	Probl 6	Probl 7	Probl 8	Probl 9	Probl 10	Probl 11	Probl 12	Probl 13	Probl 14	Probl 15	Probl 16	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1. Aluno 1	Papel	C6	C3	C6	C3	C3	C3	C6	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C15	75,00%	0,00%	18,75%	0,00%	6,25%
	Computador																					
2. Aluno 2	Papel	C18	C9	C18	C9	C9	C18	C9	C9	C9	C18	C9	C9	C9	C9	C9	0,00%	0,00%	75,00%	0,00%	25,00%	
	Computador																					
3. Aluno 3	Papel	C4	C14	C14	C1	C1	C14	C14	C1	C14	C14	C14	C14	C14	C14	C14	18,75%	6,25%	0,00%	0,00%	75,00%	
	Computador																					
4. Aluno 4	Papel	C9	C9	C18	C18	C9	C9	C9	C3	C15	C9	C18	C9	C9	C18	C18	6,25%	0,00%	50,00%	0,00%	43,75%	
	Computador																					
5. Aluno 5	Papel	C14	C1	C27	C15	C14	C23	C18	C1	C18	C9	C27	C3	C6	C6	C15	18,75%	0,00%	18,75%	0,00%	62,50%	
	Computador																					
Média da Turma																						
																Papel	23,75%	1,25%	32,50%	0,00%	42,50%	
																Computador						

Figura 34: Resumo das respostas dos alunos do instrumento papel.

Fonte: Autoria Própria

### 7.3. Aplicação do experimento

De forma similar à etapa de Diagnóstico de Avaliação da Aprendizagem, tratada na subseção 7.2, os alunos foram submetidos a uma bateria com 16 (dezesesseis) situações-problemas similares em raciocínio e complexidade abrangendo as categorias mostradas no Quadro 10 para serem resolvidas nos computadores do laboratório de informática (LIED) usando o protótipo do ambiente digital definido. Esta atividade foi realizada individualmente da mesma forma que na etapa anterior.

A tela da funcionalidade de Resolução de Situações-Problemas também possui os mesmos 3 (três) campos a serem preenchidos com o adicional de possuir um mecanismo para auxiliar os alunos no processo de contagem. A tela da funcionalidade de Resolução de Situações-Problemas é mostrada na Figura 23, no capítulo 6, quando é apresentado o protótipo.

A correção das respostas dos alunos das situações-problemas resolvidas no protótipo foi feita pelo próprio com os mesmos critérios de correção/enquadramento usados na etapa anterior. A análise da resolução é mostrada numa funcionalidade disponibilizada para os professores.

Os resultados desta etapa são transferidas e consolidados na mesma planilha Excel usada na etapa anterior como é mostrada na Figura 35 (acrescida agora da linha com as informações referentes ao teste no computador). Com esta consolidação já se evidencia a comparação entre os 2 (dois) instrumentos: papel e computador (protótipo).

Aplicação dos testes de campo aditivo na turma XX - Professora XXXXX																						
Alunos	Instrumento	Respostas dos alunos baseado nos instrumentos/categorias														Classificação das respostas						
		Probl 1	Probl 2	Probl 3	Probl 4	Probl 5	Probl 6	Probl 7	Probl 8	Probl 9	Probl 10	Probl 11	Probl 12	Probl 13	Probl 14	Probl 15	Probl 16	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1. Aluno 1	Papel	C6	C3	C6	C3	C3	C3	C6	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C15	75,00%	0,00%	18,75%	0,00%	6,25%
	Computador	C14	C3	C3	C3	C6	C3	C3	C3	C2	C3	C3	C2	C3	C6	C6	C3	75,00%	0,00%	18,75%	0,00%	6,25%
2. Aluno 2	Papel	C18	C9	C18	C9	C9	C18	C9	C9	C9	C18	C9	C9	C9	C9	C9	C9	0,00%	0,00%	75,00%	0,00%	25,00%
	Computador	C8	C9	C9	C9	C18	C9	C3	C2	C15	C9	C3	C3	C3	C12	C9	C18	31,25%	0,00%	43,75%	6,25%	18,75%
3. Aluno 3	Papel	C4	C14	C14	C1	C1	C14	C14	C1	C14	C14	C14	C14	C14	C14	C14	C14	18,75%	6,25%	0,00%	0,00%	75,00%
	Computador	C27	C27	C23	C1	C5	C2	C27	C27	C23	C1	C27	C27	C27	C27	C5	C27	18,75%	0,00%	12,50%	0,00%	68,75%
4. Aluno 4	Papel	C9	C9	C18	C18	C9	C9	C9	C3	C15	C9	C18	C9	C9	C18	C18	C18	6,25%	0,00%	50,00%	0,00%	43,75%
	Computador	C1	C27	C27	C1	C27	C27	C27	C1	C27	C1	C27	C27	C27	C27	C1	C1	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	62,50%
5. Aluno 5	Papel	C14	C1	C27	C15	C14	C23	C18	C1	C18	C9	C27	C3	C6	C6	C15	C15	18,75%	0,00%	18,75%	0,00%	62,50%
	Computador	C2	C1	C1	C15	C15	C1	C1	C1	C1	C2	C1	C14	C27	C27	C27	C27	56,25%	0,00%	0,00%	0,00%	43,75%
Média da Turma																Papel	23,75%	1,25%	32,50%	0,00%	42,50%	
																Computador	43,75%	0,00%	15,00%	1,25%	40,00%	

Figura 35: Consolidação das respostas dos alunos nos 2 instrumentos.

Fonte: Autoria Própria

## 7.4. Elaboração do Resultado Final

Tão importante como os resultados mostrados na planilha consolidada (Figura 35) é conhecer a percepção dos professores com relação ao experimento.

Desta forma, foi aplicado um questionário para os professores regentes das turmas nas quais foi realizado o experimento para saber se o ambiente proposto auxilia em aspectos como: no planejamento da aula sobre este conteúdo, na atividade de correção dos exercícios deste conteúdo, no atendimento individualizado aos alunos durante a execução dos exercícios deste conteúdo, no mapeamento das dificuldades dos alunos e na definição de estratégias pedagógicas para melhorar seu aprendizado deste conteúdo, dentre outros.

Foi usada no questionário aplicado aos professores, a escala Likert por ser uma das formas mais confiáveis de medir opiniões, percepções e comportamentos. Um recorte do questionário é mostrado na Figura 36.

**Percepção dos professores sobre o experimento referente ao Campo Aditivo**

**Professora:** \_\_\_\_\_

**Escola:** \_\_\_\_\_

**Turma participante:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Prezada Professora:**

Este questionário faz parte de uma pesquisa para atender a dissertação do mestrando Genilson Gomes Corradi em Informática na UFES com ênfase em Educação. Sua contribuição é importante na busca de alternativas para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem de matemática no Ensino Fundamental.

Com base na sua participação neste experimento você entende que o uso de uma ferramenta digital para o ensino das operações básicas de matemática:

1. Auxilia no seu planejamento da aula sobre este conteúdo. (Q1)

Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Auxilia na sua atividade de correção dos exercícios deste conteúdo. (Q2)

Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 36: Recorte do questionário aplicado aos professores

Fonte: Autoria Própria

Associando a apuração feita das respostas dos alunos conforme mostrado na Figura 35 com a consolidação das respostas dos professores no questionário, o experimento gerou informações suficientes para atender a questão de pesquisa, e os objetivos e validar a hipótese da pesquisa.

Todo este resultado foi socializado com os professores de ensino fundamental séries iniciais e pedagogos das escolas envolvidas que apresentaram sugestões para melhoria do ambiente digital proposto.

## 7.5. Avaliação do experimento

### 7.5.1. Visão Geral do experimento

As reuniões com os técnicos da Secretaria de Educação para definição das escolas e dos professores que participariam da pesquisa ocorreram em fevereiro/2019.

O experimento envolveu inicialmente 3 escolas nas discussões para identificações das dificuldades dos professores na utilização do Campo Aditivo e Multiplicativo para subsidiar a concepção do ambiente digital. Nestes encontros, que ocorreram no mês de março/2019, o pesquisador pôde também perceber o grau de conhecimento e aplicação que os professores faziam do campo aditivo e multiplicativo. Não foi identificada a razão, mas foi percebido que o campo aditivo é mais adotado do que o campo multiplicativo. Desde o início dos trabalhos foram envolvidos: 3 (três) diretores escolares, 3 (três) pedagogos, 10 (dez) professores de ensino fundamental e 2 (dois) técnicos da Secretaria de Educação.

No período de abril à junho, com base nos levantamentos realizados, o pesquisador construiu o protótipo que submeteu à validação do professores em julho/2019. Os professores sugeriram algumas melhorias que foram implementadas em julho e agosto/2019.

Depois desta validação, definiu-se pela aplicação da pesquisa em duas escolas e 3 (três) turmas de alunos.

A Escola1 tinha um público de nível sócio-econômico menor do que a Escola2. Mesmo não fazendo parte do escopo da pesquisa, foi percebido na

Escola1, um maior envolvimento por parte dos professores e alunos no processo de ensino (maior calor humano).

Na Escola1, foi envolvida uma turma de alunos do 3º ano do ensino fundamental com 20 (vinte) alunos que participaram dos testes em papel e no protótipo no laboratório de informática. A Pesquisa na Escola1 foi realizada nos meses de agosto e setembro/2019, envolvendo todas as atividades, inclusive a reunião devolutiva para a professora e pedagoga e a socialização da pesquisa numa reunião de Conselho de Classe.

Na Escola2, participaram da pesquisa duas turmas sendo uma do 4º ano e outra do 5º ano do ensino fundamental. A turma de 4º ano era composta de 25 (vinte e cinco) alunos, sendo uma com necessidades educacionais especiais que não participou da pesquisa. A turma de 5º ano tinha 26 (vinte e seis) alunos, sendo um portador de autismo, mas que também participou da pesquisa. A Pesquisa na Escola2, também foi realizada nos meses de agosto e setembro/2019, envolvendo todas as atividades.

De acordo com as Diretrizes Curriculares da Rede de Ensino que participou deste trabalho, conforme mostrado na Figura 31, no 3º ano o conteúdo que envolve o campo aditivo está em processo de consolidação, no 4º e 5º anos em aprofundamento/consolidação.

A duração dos testes em papel e no computador foi de duas aulas (cerca de 80 min). Tanto no papel como no computador, os testes foram feitos individualmente.

O intervalo entre a aplicação em papel e computador foi de no mínimo 2 dias para cada turma para que os raciocínios do teste anterior não ficassem tão presentes na mente dos alunos, podendo favorecer o resultado do segundo teste. Este prazo de 2 (dias) dias estabelecido entre os testes é baseado na Curva de Esquecimento de autoria de Hermann Ebbinghaus (PERGHER e STEIN, 2003).

A alocação do laboratório de informática era feita dentro do planejamento já existente para cada professor deste espaço.

Todo o tratamento das informações, correção dos testes em papel e

tabulação dos dados numa planilha Microsoft Excel foi feito pelo pesquisador. Os testes em papel ficaram com o pesquisador.

As reuniões devolutivas na Escola2 foram feitas separadamente com cada professora junto com a sua pedagoga.

Nas reuniões devolutivas, o pesquisador solicitou que as professoras respondessem ao questionário, cujas respostas, se encontram no Apêndice B.

Nas reuniões de socialização, foram apresentados todo o processo da pesquisa, as dificuldades, aprendizados e os resultados obtidos.

### 7.5.2. Resultados Obtidos na Pesquisa

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos no experimento por escola envolvendo os alunos e os professores.

A lista de exercícios submetida para a Turma1 (4º ano) e para a Turma2 (5º ano) da Escola2 foi diferente da aplicada à Turma1 (3º ano) da Escola1 (as quantidades presentes nas situações-problemas para as turmas da Escola2 eram maiores em função da maior facilidade com números que esta faixa etária deveria ter).

O pesquisador usou como critério somente considerar os alunos que participaram do teste em papel e computador. Os alunos que faltaram em algum destes testes, foram desconsiderados para efeito do resultado da pesquisa.

Quando da aplicação do teste no computador, reservamos os últimos 20 minutos para o momento de socialização onde os agrupamentos seriam definidos pelo professor. Esta atividade não ficou bem feita por conta da velocidade na resolução de alguns alunos (enquanto alguns terminaram em menos de 1 aula, outros demoraram quase a totalidade das duas) e por conta de problemas nos equipamento durante o teste.

No processamento dos dados dos alunos (respostas ao teste em papel e no computador) foram consideradas as categorias usadas na correção das respostas às situações-problemas, apresentadas no Quadro 11 e a classificação das respostas

com relação ao aprendizado, mostrada na Figura 33, ambos os critérios foram comentados no capítulo 7.

#### 7.5.2.1. Resultados da Escola1

Na escola Escola1, o experimento foi aplicado numa turma de 3º ano com 20 (vinte) alunos, da qual foram considerados apenas 16 (dezesesseis) alunos para o cômputo do resultado em função de 4 (quatro) alunos não terem participado dos 2 (dois) testes (papel e computador).

No Apêndice C é apresentada a planilha com a apuração do resultado desta turma que passamos a comentar:

1. Das 320 (trezentos e vinte) situações-problemas (20 alunos x 16 situações-problemas por aluno) submetidas à resolução pela turma, considerando as respostas dos 16 alunos que participaram nos 2 (dois) testes, 50 (cinquenta) não foram resolvidas no computador e 27 (vinte e sete) não foram no papel. Este número no teste com o computador foi elevado por 2 motivos:
  - Durante a aplicação dos testes alguns computadores travaram e era necessário remanejar os alunos, causando prejuízo no tempo para ela;
  - A funcionalidade de resolução possuía uma regra que permitia o envio da tela sem nenhum preenchimento o que gerou confusão para os alunos. Isto foi alterado durante os testes, mas alguns alunos já tinham enviado situações-problemas sem a resposta. Depois do envio não era mais permitido mudar a resposta. Não refizemos os testes por dificuldade de alocação do laboratório de informática e refazer poderia gerar maior confusão na cabeça dos alunos.
2. Os alunos responderam incorretamente 129 (cento e vinte e nove) situações-problemas no teste em papel e 115 (cento e quinze) no teste no computador;
3. No papel, 8 (oito) situações-problemas tiveram a operação correta com erro somente na conta e no computador, 5 (cinco). Isso sugere que o mecanismo de contagem do protótipo ajudou os alunos na contagem;
4. Com relação ao grupo G1, do total dos alunos considerados, 9 (nove) tiveram desempenho maior no computador, 3 (três) tiveram o mesmo desempenho no computador e no papel e 4 (quatro) tiveram melhor desempenho no instrumento papel;

5. Com relação ao aprendizado, a Tabela 2 mostra como foi o desempenho da turma nos dois instrumentos, apresentando os percentuais alcançados em cada grupo.

Grupo de aprendizado / Interpretação	Instrumento	
	Papel	Computador
<b>G1</b> - O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.	<b>29,30%</b>	<b>40,63%</b>
<b>G2</b> - O aluno respondeu corretamente, mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.	<b>2,73%</b>	<b>1,56%</b>
<b>G3</b> - Apesar da resposta correta ele não soube montar a operação e não demonstrou saber usar artifício para ajudá-lo na contagem. Pode sugerir facilidade com números ("conta de cabeça") ou sorte na resposta.	<b>13,28%</b>	<b>8,59%</b>
<b>G4</b> - Sugere falta de atenção na resolução da situação-problema, pois o aluno não acerta a resposta, mas acerta a operação e/ou desenvolvimento.	<b>4,30%</b>	<b>4,30%</b>
<b>G5</b> - O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.	<b>50,39%</b>	<b>44,92%</b>

Tabela 2: Desempenho nos testes da Turma1 da Escola1.

Fonte: Autoria Própria

O maior percentual define o nível de compreensão do campo aditivo do aluno nas classes acima. Analisando a Tabela 2, observamos que:

- Apesar de nas Diretrizes Curriculares da Rede de Ensino estar planejado que no 3º ano este conteúdo deveria estar em processo de consolidação, o resultado do diagnóstico em papel (29,30%) aponta que esta turma está atrasada na aprendizagem deste conteúdo;
- O percentual do grupo G1 foi maior em **11,33%** no instrumento computador em relação ao papel, associado ao fato de que **75%** dos alunos tiveram desempenho maior ou igual no computador, demonstra que o ambiente digital favoreceu a aprendizagem;
- Curiosamente, o grupo G4 apresenta o mesmo valor para os 2 (dois) instrumentos, sugerindo que o ambiente não auxilia na falta de atenção.

Vale ressaltar que o percentual no grupo G1 poderia ser melhor se a funcionalidade de resolução não tivesse a regra de envio de resposta sem nenhum preenchimento (tela em branco).

Durante os testes no computador, algumas situações merecem ser comentadas:

- O Aluno16 não sabia ler e teve que ser ajudado durante os testes. Ele teve resultado melhor no computador;
- O Aluno14, com base no grupo G1, teve um ganho enorme no computador em relação ao papel (6,25% para 75%);
- O Aluno8 que teve desempenho ruim no papel (menos de 20% de acerto) e não acertou nenhuma resposta no computador.
- O Aluno10 fez o seguinte comentário durante o teste no protótipo: “Nossa pessoal é muito mais fácil resolver no computador!”. O desempenho dele no computador foi muito superior ao do papel;
- A grande maioria dos alunos elogiou o mecanismo do protótipo de auxílio no processo de contagem.

Por ter sido a primeira escola na aplicação dos testes ela também foi um pouco prejudicada nos resultados.

#### 7.5.2.2. Resultados da Escola2

Na escola Escola2, o experimento foi aplicado em duas turmas (uma de 4º ano e outra de 5º ano do ensino fundamental) cujos resultados detalharemos a seguir.

##### 8.2.2.1 Resultados da Turma1 da Escola2

A Turma1 era de 4º ano do ensino fundamental e tinha 25 (vinte e cinco) alunos, da qual foram considerados apenas 21 (vinte e um) alunos para o cômputo do resultado em função de 3 (três) alunos não terem participado dos 2 testes (papel e computador) e ter uma aluna ser especial que não apresentava habilidade para trabalhos no computador.

No Apêndice C é apresentada a planilha com a apuração do resultado desta turma que passamos a comentar:

1. Das 400 (quatrocentas) situações-problemas (25 alunos x 16 situações-problemas por aluno) submetidas à resolução pela turma, considerando apenas as respostas dos 21 alunos que participaram nos 2 (dois) testes, todas foram resolvidas no computador e 16 (dezesesseis) não foram no papel. A

- princípio, sugere que o instrumento computador é mais atrativo/produtivo que o papel;
2. Os alunos responderam incorretamente 140 (cento e quarenta) situações-problemas no teste em papel e 117 (cento e dezessete) no teste no computador;
  3. No papel, 4 (quatro) situações-problemas tiveram a operação correta com erro somente na conta e no computador, nenhuma. Isso sugere que o mecanismo de contagem do protótipo também ajudou os alunos desta turma na contagem;
  4. Com relação ao grupo G1, do total dos alunos considerados, 12 (doze) tiveram desempenho maior no computador, 5 (cinco) tiveram o mesmo desempenho no computador e no papel e 4 (quatro) tiveram melhor desempenho no instrumento papel;
  5. Com relação ao aprendizado, a Tabela 3 mostra como foi o desempenho da turma nos dois instrumentos, apresentando os percentuais alcançados em cada grupo.

Grupo de aprendizado / Interpretação	Instrumento	
	Papel	Computador
<b>G1</b> - O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.	<b>53,57%</b>	<b>63,99%</b>
<b>G2</b> - O aluno respondeu corretamente, mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.	<b>1,49%</b>	<b>0,30%</b>
<b>G3</b> - Apesar da resposta correta ele não soube montar a operação e não demonstrou saber usar artifício para ajudá-lo na contagem. Pode sugerir facilidade com números ("conta de cabeça") ou sorte na resposta.	<b>1,49%</b>	<b>0,89%</b>
<b>G4</b> - Sugere falta de atenção na resolução da situação-problema, pois o aluno não acerta a resposta, mas acerta a operação e/ou desenvolvimento.	<b>1,79%</b>	<b>0,00%</b>
<b>G5</b> - O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.	<b>41,67%</b>	<b>34,82%</b>

Tabela 3: Desempenho nos testes da Turma1 da Escola2.

Fonte: Autoria Própria

Analisando a Tabela 3, observamos que o percentual do grupo G1 foi maior em **10,42%** no instrumento computador em relação ao papel, associado ao fato de que quase **81%** dos alunos tiveram desempenho maior ou igual no computador,

demonstra que o ambiente digital favoreceu a aprendizagem também para esta turma de 4º ano;

Durante os testes no computador, algumas situações merecem ser comentadas:

- O aluno13 errou todas as resoluções no computador e teve também um desempenho ruim no papel (acertou um pouco mais de 30%). Este aluno terminou a resolução no tempo limite das duas aulas. Não foi investigado os motivos de ele ter errado todos os problemas;
- Nesta turma também a maioria dos alunos elogiou o mecanismo do protótipo de auxílio no processo de contagem, mas alguns acharam chato ter que marcar figura por figura considerando a lentidão do computador e os valores (quantidades) presentes nas situações-problemas serem altos.

#### 7.5.2.3 Resultados da Turma2 da Escola2

A Turma1 era de 5º ano do ensino fundamental e tinha 26 (vinte e seis) alunos, da qual foram considerados 24 (vinte e quatro) alunos para o cômputo do resultado em função de 2 (dois) alunos não terem participado dos 2 testes (papel e computador).

No Apêndice C é apresentada a planilha com a apuração do resultado desta turma que passamos a comentar:

1. Das 416 (quatrocentos e dezesseis) situações-problemas (26 alunos x 16 situações-problemas por aluno) submetidas à resolução pela turma, considerando apenas as respostas dos 24 alunos que participaram nos 2 (dois) testes, todas foram resolvidas no papel e 4 (quatro) não foram no computador. Este resultado foi contrário ao que ocorreu nas outras duas turmas;
2. Os alunos responderam incorretamente 59 (cinquenta e nove) situações-problemas no teste em papel e 105 (cento e cinco) no teste no computador;
3. No papel, 8 (oito) situações-problemas tiveram a operação correta com erro somente na conta e no computador, 36 (trinta e seis);
4. Com relação ao grupo G1, do total dos alunos considerados, 5 (cinco) tiveram desempenho maior no computador, 1 (um) teve o mesmo desempenho no

computador e no papel e 18 (dezoito) tiveram melhor desempenho no instrumento papel;

5. Com relação ao aprendizado, a Tabela 4 mostra como foi o desempenho da turma nos dois instrumentos, apresentando os percentuais alcançados em cada grupo.

Grupo de aprendizado / Interpretação	Instrumento	
	Papel	Computador
<b>G1</b> - O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.	<b>78,91%</b>	<b>71,88%</b>
<b>G2</b> - O aluno respondeu corretamente, mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>
<b>G3</b> - Apesar da resposta correta ele não soube montar a operação e não demonstrou saber usar artifício para ajudá-lo na contagem. Pode sugerir facilidade com números ("conta de cabeça") ou sorte na resposta.	<b>4,17%</b>	<b>0,26%</b>
<b>G4</b> - Sugere falta de atenção na resolução da situação-problema, pois o aluno não acerta a resposta, mas acerta a operação e/ou desenvolvimento.	<b>1,56%</b>	<b>0,00%</b>
<b>G5</b> - O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.	<b>15,36%</b>	<b>27,34%</b>

Tabela 4: Desempenho nos testes da Turma2 da Escola2.

Fonte: Autoria Própria

Analisando a Tabela 4, observamos que:

- Os percentuais do grupo G1 nos dois instrumentos mostra que a turma domina bem o conteúdo;
- O percentual do grupo G1 foi maior em **7,03%** no instrumento papel em relação ao computador, associado ao fato de quase **80%** dos alunos tiveram desempenho maior ou igual no papel, demonstra que o ambiente digital não favoreceu a aprendizagem desta turma;
- Esta evidência é fortalecida por terem tido muito mais respostas incorretas no computador em relação ao papel;

Reputamos o não favorecimento do ambiente digital à melhoria da aprendizagem desta turma a:

- Proficiência dos alunos deste nível escolar em relação ao conteúdo, mesmo as Diretrizes Curriculares informando que eles deveriam se encontrar em

processo de consolidação/aprofundamento deste tema, acreditamos que a lista de exercícios tinha muito baixo grau de complexidade para o nível;

- O mecanismo de contagem não gerou atratividade para eles que devem tê-lo achado muito infantil propiciando uma quantidade de respostas erradas (chutadas) no computador quase 3 vezes à do papel (preferiram chutar a usar o mecanismo);

Desta forma, para esta turma o ambiente não favoreceu a aprendizagem do jeito que ele foi implementado para o campo aditivo (protótipo). Podemos concluir que o ambiente digital, como implementado, está mais adaptado às séries iniciais do ensino fundamental até o 4º ano.

#### 7.5.2.5. Pesquisa com Professores

Considerando que o principal objetivo deste trabalho é facilitar os professores no processo de ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática foi aplicado um questionário, onde foi usada a escala Likert, para identificar a percepção deles sobre o experimento. As respostas ao questionário aplicado aos 3 (três) professores regentes se encontram no Apêndice B.

Para melhor entendimento, abaixo a relação dos professores com as escolas/turmas:

- Professor1 – regente da Turma1 da Escola1
- Professor2 – regente da Turma1 da Escola2
- Professor3 – regente da Turma2 da Escola2

As respostas do Professor3 foram as que menos indicam o alcance dos objetivos da pesquisa que entendemos ser pelo fato da turma dela não ter sido tão contemplada nos resultados e também ela não esteve tão presente nos trabalhos como as duas outras.

O Quadro 12 apresenta uma compilação das respostas dos professores que comentamos:

- O experimento favoreceu no quesito planejamento da aula sobre o conteúdo, pois a base de dados com vasta quantidade de situações-problemas disponível e a possibilidade deles gerarem sessões de exercícios, até mesmo

individualizada, foi uma característica do ambiente digital que muito agradou aos professores;

- Foi unânime pelos professores a opinião de que o ambiente digital proposto aumentou o interesse dos alunos sobre este conteúdo o que pode ser comprovado também pela melhoria na aprendizagem mostrada na subseção 7.5.2;
- Com relação a auxiliar na assistência individual, este quesito não foi totalmente favorecido pelo fato do primeiro contato dos alunos com o protótipo já ter sido na aplicação do teste gerando muitas dúvidas com relação ao uso deste e consumindo muito tempo do professor no suporte ao uso;
- Com relação à percepção na melhoria da aprendizagem, somente o Professor2 identificou totalmente este aspecto, inclusive citando o caso de uma aluna nas suas respostas. A não percepção pelos demais pode ter sido motivada pelo fato da realização somente uma sessão de exercícios e de forma muito corrida;

Questão	Frequência de resposta por opção de escolha (escala Likert)				
	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. Auxilia no planejamento da aula sobre este conteúdo?				1	2
2. Auxilia na correção dos exercícios deste conteúdo?			1		2
3. Auxilia no atendimento individualizado aos alunos durante a execução dos exercícios deste conteúdo ?			1	1	1
4. Auxilia no mapeamento das dificuldades dos alunos e na definição de estratégias pedagógicas para melhorar seu aprendizado sobre este conteúdo?				1	2
5. Aumenta o interesse dos alunos na realização das atividades deste conteúdo ?					3
6. Percebeu melhoria na aprendizagem de algum aluno sobre este conteúdo durante a realização dos exercícios com a ferramenta digital em relação à realização em papel ?		1	1		1

Quadro 12: Compilação das repostas do questionário dos professores

Fonte: Autoria Própria

Resumidamente, com base nas respostas dos professores entendemos que o ambiente digital proposto atendeu às dificuldades expostas por eles no processo de ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática usando o campo aditivo.

## 7.6. Considerações sobre o capítulo

Apesar de todas as dificuldades na aplicação de um experimento em escolas durante o período letivo, sem alterar a rotina da escola, registra-se que a participação das escolas com o objetivo de buscar novas formas de melhorar a aprendizagem através de pesquisas acadêmicas foi muito marcante.

## Capítulo 8 – Avaliação do Trabalho

---

Este capítulo tem como objetivo apresentar a avaliação do trabalho com relação aos resultados alcançados e validação das hipóteses, objetivos e da questão de pesquisa estabelecidas no início dessa pesquisa. Apresenta também as limitações do trabalho, lições aprendidas e os trabalhos futuros.

Primeiramente, na Seção 8.1 será apresentada uma análise geral dos resultados alcançados em relação aos objetivos, questão de pesquisa e hipótese.

Na Seção 8.2 serão apresentadas as limitações deste trabalho no tocante ao ambiente proposto, o protótipo e o experimento.

Na Seção 8.3 serão apresentadas as lições aprendidas durante a realização deste trabalho.

Finalmente, na Seção 8.4 serão apresentadas as propostas de trabalhos futuros.

### 8.1. Avaliação da Pesquisa

A pesquisa realizada durante esse trabalho permitiu identificar as principais dificuldades de professores, que resumidamente podemos dizer que é a impossibilidade de processar todas as informações de uma sessão de exercícios sem um suporte computacional, no ensino das 4 (quatro) operações fundamentais da matemática (adição/subtração e divisão/multiplicação) quando usando as abordagens pedagógicas campo aditivo em multiplicativos que são campos conceituais segundo a Teoria dos Campos Conceituais. Nas buscas, foi identificado também que estas abordagens, que são baseadas em resolução de situações-problemas, são muito usadas nas redes de ensino, constando de suas diretrizes curriculares e recomendadas seu uso em documentos oficiais do Ministério da Educação. Estas abordagens pedagógicas geram bons resultados na aprendizagem, mas exigem dos professores maior tempo na preparação de materiais para as aulas, entendimento das dificuldades individuais dos alunos e respectivo atendimento aos alunos. Considerando que as turmas das séries iniciais do ensino fundamental, onde este conteúdo é ministrado, têm no mínimo 20 (vinte) alunos, usar estas abordagens sem um suporte computacional que os auxilie nas dificuldades citadas é um enorme

desafio, já que a aplicação destas abordagens pressupõe a autonomia do aluno e uma boa mediação do professor, uma vez que para uma mesma situação-problema, alunos diferentes podem usar estratégias diferentes de solução.

O problema de pesquisa consistiu em identificar como prover um ambiente digital para apoiar o processo de ensino e aprendizagem das operações fundamentais da matemática baseado no campo aditivo e multiplicativo com suporte a atendimento individualizado durante e recursos para facilitar a colaboração entre os alunos com a mediação do professor.

O levantamento dos trabalhos correlatos permitiu confirmar a relevância do problema de pesquisa e identificar as características já exploradas em trabalhos anteriores e diferenciar a proposta desta pesquisa.

Foi identificado que dentre os trabalhos correlatos nenhum apresentava uma proposta que auxiliasse o processo de ensino, fornecendo recursos e informações para facilitar o trabalho dos professores. Os trabalhos que mais se aproximavam da proposta eram limitados na oferta de situações-problemas para os alunos (lista fixa de situações-problemas) diferente da necessidade dos professores de poder gerar sessões de exercícios diversas e individualizados.

Esse trabalho resultou numa proposta conceitual de um ambiente digital detalhando os aspectos funcionais e arquiteturais com base nos padrões de projetos de software e com uso de agentes para auxiliar os professores no processo de assistência e na organização da socialização das respostas pelos alunos durante as sessões de exercícios e suporte para geração das sessões de exercícios individualizada baseada nas dificuldades dos alunos.

A concepção do ambiente digital foi elaborada com base em levantamento junto aos professores de aspectos pedagógicos, suas experiências no ensino do conteúdo e da forma de pensar de seu público-alvo, gerando um ambiente mais adequado ao uso.

Para a prova de conceito, foi construído um protótipo do ambiente digital com recorte no campo aditivo e validação das hipóteses e objetivos numa rede de ensino fundamental. O experimento foi feito com 3 (três) turmas de alunos (3<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> anos), envolvendo 70 (setenta) alunos, 3 professores regentes, 3 (três) pedagogos e 3(três)

diretores nas escolas. A prova de conceito também mostrou que o uso de uma ferramenta digital requer outro posicionamento dos professores, pois implica também em mudança no seu processo de ensino.

Resumidamente, a metodologia do experimento contemplou uma avaliação diagnóstica (lista de situações-problemas em papel) para entender o grau de conhecimento dos alunos sobre o conteúdo tratado e servir de base de análise, sessão de exercícios realizadas no laboratório de informática com situações-problemas para serem resolvidas pelo protótipo, pesquisa da percepção dos professores, análise dos resultados e reuniões de socialização dos resultados.

O objetivo geral e a questão de pesquisa foram atendidos e a hipótese foi confirmada com base nos resultados que resumidamente apresentamos:

- A quantidade de situações-problemas resolvidas incorretamente foi menor no protótipo do que na avaliação diagnóstica em papel, o que demonstra que o ambiente propiciou melhoria na aprendizagem;
- A quantidade de situações-problemas não resolvidas no protótipo foi menor que no papel. Considerando que a avaliação em papel e a sessão de exercícios no protótipo eram equivalentes em tamanho e complexidade, sugere que o ambiente digital foi mais atrativo para os alunos;
- A quantidade de alunos que erraram só a conta no protótipo foi menor do que no papel, o que demonstra que o ambiente digital favoreceu a aprendizagem;
- A quantidade de alunos que responderam corretamente mais situações-problemas foi maior no protótipo em relação ao papel, o que demonstra melhoria na aprendizagem.

Vale reiterar que para o 5º ano o ambiente proposto não favoreceu a aprendizagem e para este nível são feitas propostas nos trabalhos futuros (8.4).

O intervalo entre a aplicação em papel e no computador (protótipo) foi sempre superior a 2 (dois) dias para que não houvesse favorecimento (viés) do resultado do segundo teste (computador) em relação ao primeiro (papel).

O resultado do questionário de percepção sobre o experimento aplicado aos professores reforça que os objetivos no tocante ao processo de ensino foram alcançados conforme abaixo:

- Eles foram unânimes de que o ambiente digital aumentou o interesse dos alunos pelo conteúdo;
- A maioria dos professores informou que o ambiente auxiliou no planejamento de aula e na ajuda á correção doa exercicios;
- A maioria também entendeu que o ambiente auxiliou no mapeamento das dificuldades dos alunos;
- Com relação a auxiliar no atendimento individual a opinião foi dividida, pois esta atividade foi prejudicada por problemas nos equipamentos, dentre outros;

Mesmo com todos os testes, planejamento e apoio dos monitores dos laboratórios de informática, tivemos uma quantidade de problemas com equipamentos que prejudicaram a atividade de socialização entre os alunos.

Na discussão com os professores, foi definido não aplicar um questionário aos alunos sobre a percepção deles com relação ao experimento. Foram registradas algumas poucas falas deles durante o experimento.

Vale resaltar que a receptividade e a aceitação pelo corpo técnico da Secretaria Municipal de Educação por pesquisas que utilizam tecnologia educacional foram muito importante para o sucesso deste trabalho

Por fim registrar que realizar um trabalho de pesquisa em escolas de forma não invasiva não é uma tarefa fácil dada a dinâmica das escolas. Mas perceber que a gente pode interagir e contribuir na educação de criança com a mente ávida por conhecimento é uma tarefa muito gratificante.

## 8.2. Limitações do Trabalho

Durante a realização do trabalho tivemos que lidar com algumas limitações para que ele conseguisse ser realizado que citamos abaixo:

Com relação ao experimento: O experimento no laboratório de informática se limitou ao planejamento de uso pelos professores que às vezes era numa data muito longe. A quantidade de equipamento do laboratório de informática não funcionando impactou as sessões de teste.

Com relação ao protótipo: As funcionalidades de manutenção das tabelas básicas (Aluno, Professor, Turma, Usuários etc.), de responsabilidade dos atores Apoio Administrativo e Pedagógico, não foram construídas e o pesquisador populou as bases manualmente usando a ferramenta SQLite Studio.

Com relação ao Modelo Conceitual do Ambiente: O modelo conceitual foi feito para atender somente ao conjunto dos números naturais (N). O modelo também não prevê o registro das interações entre os alunos durante a socialização, o que poderia dar pistas ao professor de como conduzir o ensino deste conteúdo na turma como um todo.

### 8.3. Lições Aprendidas

Durante a realização do trabalho fomos identificando algumas ações não tomadas que serviram de lição aprendida que citamos abaixo:

1. A realização de um experimento dentro de escolas usando o horário de aulas pressupõe uma organização boa e deve ser o mais rápido possível. Mesmo com estas limitações, experimento poderia ter produzido resultados ainda melhores se tivesse sido feito uma sessão de treino do protótipo com os alunos e também ter realizado mais de uma sessão com uma quantidade menor de situações-problemas em cada turma para que houvesse maior tempo para socialização das respostas entre os alunos;
2. Mesmo os resultados terem mostrado que houve melhoria na aprendizagem e que alguns alunos se manifestaram que resolver situações-problemas no ambiente digital foi mais atrativo do que em papel, deveria ter sido feita uma pesquisa para entender a percepção dos alunos. Poderiam ser identificados pontos como melhoria no processo de aplicação do experimento, melhor adequação da interface etc.

### 8.4. Trabalhos Futuros

Alguém já disse que o melhor momento de fazer um trabalho é quando terminamos de fazê-lo, porque o aprendizado e a visão sobre o tema vão crescendo na medida em que vai se realizando o trabalho.

Neste sentido, são apresentadas abaixo algumas descobertas que foram identificadas e podem ser aplicadas para o aprimoramento do trabalho aqui proposto.

1. Sobre o recurso gráfico de auxílio à contagem

O mecanismo implementado para auxiliar no processo de contagem, apesar de elogiado por muitos alunos e até mesmo ter feito diferença nos resultados, mostrou-se não muito atrativo para situações-problemas com quantidades maiores (valores) como os presentes nos exercícios do 4º e 5º anos. A Turma3 (5º ano) comentou que o mecanismo era chato (provavelmente infantil para a idade deles) o que os levou a não usá-lo, chutando a resposta e contribuindo muito para o número de respostas incorretas, conforme mostrado na subseção 7.5.2.3. Este mecanismo pode ser repensado e ser adaptado ao ano escolar. Por exemplo: para as séries até o 3º ano pode ser mantido o proposto e para as séries seguintes usar outra forma de contagem, como por exemplo, usando o esquema do Material Dourado.

Ainda sobre este mecanismo, é necessário pensar como atender a situações-problemas combinadas do campo aditivo (Ex.: Composição de duas Transformações) que pode envolver numa mesma situação a operação de adição e subtração e também às situações do campo multiplicativo;

2. Sobre a geração de situações-problemas

Neste trabalho, o grau de dificuldade das situações-problemas entre as séries basicamente foi pela diferenciação nas quantidades (valores) envolvidas nos problemas para as séries mais avançadas. Identificamos que isso não é suficiente. Propomos que o gerador tenha inteligência para diferenciar enunciados para séries diferentes. Para o campo aditivo, utilizar o critério de complexidade proposto por Magina, campos et al (2008) mostrado na Figura 4. Este aprimoramento será utilizado também na funcionalidade de geração de sessões de exercícios na montagem das sessões por série;

3. Sobre o envio de resposta às situações-problemas

A funcionalidade de Resolução de Situações-Problemas foi implementada de forma a não permitir que o aluno refaça o mesmo problema depois que envia a resposta. Esta regra poderia ser mudada, identificando na interface quantas vezes o aluno já respondeu a mesma situação-problema e registrar todas suas

respostas, tendo como a resposta oficial a última enviada. O histórico de respostas de uma mesma situação-problema serviria para análise das estratégias de resolução e dificuldades dos alunos, possibilitando fazer a atuação pedagógica mais precisa. Para limitar até quando o aluno pode mudar a resposta, o professor teria uma funcionalidade para marcar o início e fim da sessão de exercícios;

Além deste ponto, atualmente, o campo de resposta da funcionalidade de Resolução de Situações-problemas só permite informar valores numéricos que não garante se o aluno interpretou a situação de forma correta ou apenas fez uma operação numérica com as quantidades presentes na situação-problema. Este campo deveria ser mudado para texto e obrigar que o aluno escreva além do valor numérico (Ex: Ana tinha 5 bonecas ao invés de somente o valor 5)

#### 4. Sobre a sugestão de sessões para remediação do erro

O ambiente sugere novas sessões de exercícios com base nos erros cometidos em qualquer um dos 3 campos que o aluno preencheu para o mesmo tipo de relação (mostradas no Quadro 10). Entendo que o ambiente poderia investigar melhor a causa do erro e propor situações-problemas ou mesmo alguma sugestão mais relacionadas ao tipo de erro que o aluno cometeu. Como sugestão de como investigar pode-se criar uma base de conhecimento baseado na experiência dos professores e/ou em produções científicas que analisam o erro em matemáticas como (TEIXEIRA, 1997), (AZEVEDO, 2009), (DA SILVA MOREN, DAVID, MACHADO, 2013) e (CURY, 2013).

Outra melhoria que poderia ser implementada no ambiente digital é o registro da informação de frequência de acertos e erros de cada situação-problema. Esta informação poderia ser usada como mais um critério para a seleção de situações-problemas que irão compor uma sessão de exercícios.

#### 5. Autonomia do aluno

O ambiente poderia permitir que os alunos pudessem acessar a base de situações-problemas e selecionar alguns para resolver como atividade de casa (autoaprendizagem). Esta iniciativa poderia ser estimulada pelo professor e até ser considerada nas avaliações.

#### 6. Recompensa por acertos

Para gerar maior atratividade no uso do ambiente, poderia ser criado um mecanismo de recompensa, muito usado em *games*, onde os alunos seriam premiados com estrelinhas (por exemplo) baseado em resolução das mesmas situações-problemas em menor tempo e/ou na quantidade de situações-problemas resolvidas x corretas para definir o *rank*. Seriam consideradas todas as resoluções dos alunos sejam as geradas pelo professor ou escolhida por eles nas atividades de casa.

## Referências

- ANDERSON, J. R.; BOYLE, C. F.; REISER, B. J. **Intelligent tutoring systems**. Science, American Association for the Advancement of Science, v. 228, n. 4698, p. 456–462, 1985
- ARRAIS, U. B. **Expressões Aritméticas: Crenças, Concepções e Competências no entendimento do professor polivalente**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/SP. São Paulo, p. 178. 2006.
- AZEVEDO, Danielle Santos. **Análise de erros matemáticos: interpretação das respostas dos alunos**. 2009.
- BIANCHI, C. **Educar: ensinar a pensar**. Site Clube do Professor, 2003. Disponível em: <<http://www.clubedoprofessor.com.br/artigos/Educar.htm>>. Acesso em: julho de 2019.
- BORGA, Margarete Fatima. **"Formação Continuada de Professores com Foco na Resolução de Problemas do Campo Multiplicativo para o 4º Ano do Ensino Fundamental."**. Teses e Dissertações PPGEICIM (2015).
- BOULAY, B. D. **Some difficulties of learning to program**. Journal of Educational Computing Research, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 2, n. 1, p. 57–73, 1986.
- BRAGA, Mauricio M.; QUEIROZ, Ana Emília de M.; GOMES, Alex S. **Design de Software Educacional Baseado na Teoria dos Campos Conceituais**. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2008. P. 239-248.
- BRASIL. MINISTÉRIO da EDUCAÇÃO. SECRETARIA da EDUCAÇÃO BÁSICA. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Ministério da Educação, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: Operações na resolução de problemas**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.matematicando.net.br/wp-content/uploads/2018/01/PNAIC\\_MAT\\_Caderno-4\\_pg001-088-OPERA%C3%87%C3%95ES-NA.pdf](http://www.matematicando.net.br/wp-content/uploads/2018/01/PNAIC_MAT_Caderno-4_pg001-088-OPERA%C3%87%C3%95ES-NA.pdf)>. Acesso em: junho de 2019.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática: Ensino de quinta a oitava séries**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CARDOSO, Valdinei Cezar; AMARAL-SCHIO, Rúbia Barcelos; DE OLIVEIRA, Samuel Rocha. **UM ESTUDO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA DO CAMPO MULTIPLICATIVO EXPLORADAS POR PROFESSORES E ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL**. Nuances: estudos sobre Educação, v. 29, n. 3, 2018.

CARVALHO, M. J. S.; NEVADO, R. A. de; MENEZES, C. S. de. **Arquiteturas pedagógicas para educação à distância: concepções e suporte telemático**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). [S.l.: s.n.], 2005. v. 1, n. 1, p. 351–360.

CHARNAY, R. **Aprendendo (com) a resolução de problemas**. In: C. Parra & I. Saiz (Orgs.), Didática da matemática: reflexões pedagógicas. Porto Alegre: Artmed, p. 36-47, 2001.

CURY, Helena Noronha. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Autêntica, 2013.

DANTE, L. R. **Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática**. São Paulo: Ática, 2009.

DA SILVA MOREN, Elizabeth Belfort; DAVID, Maria Manuela Martins Soares; MACHADO, Maria da Penha Lopes. **Diagnóstico e análise de erros em matemática: subsídios para o processo ensino-aprendizagem**. Cadernos de Pesquisa, n. 83, p. 43-51, 2013.

DE CARVALHO JÚNIOR, Gabriel Dias; DE AGUIAR JUNIOR, Orlando Gomes. **Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 207-227, 2008

DE OLIVEIRA, Silvia Sales; NETO, Hermínio Borges; GOMES, Alex Sandro. **Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática-O Caso das Estruturas Aditivas**. 2001.

DE SOUZA, Ma de Fatima C.; C FILHO, José Aires; PEQUENO, Mauro C. **Uma Abordagem Semi-Automática para a Avaliação Comparativa de Software Educacional de Matemática**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2004. p. 178-187.

ESTEVES, Mayara. **"Estruturas Aditivas: Uma Análise das Situações e Recursos contidos em diferentes coleções de Materiais Didáticos para os Anos Iniciais"**. (2013).

ETCHEVERRIA, Teresa Cristina. **O Ensino das Estruturas Aditivas junto a Professoras dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. 2014. 252 f. Diss. Tese (Doutorado em Educação Matemática, Área de concentração: Ensino e Aprendizagem em Matemática e suas Inovações)–Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, SP, 2014.

FIOREZE, Leandra Anversa et al. **Utilização de Recursos Digitais e sua Integração na Atividade do Professor de Matemática para a Aprendizagem dos Conceitos de Proporcionalidade**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 12. reimpr. São Paulo: Atlas, v. 6, n. 1-1, 2009.

GOMES, Alex Sandro et al. **Avaliação de software educativo para o ensino de matemática**. In: WIE 2002 Workshop Brasileiro de Informática Educativa. Florianópolis: SBC. 2002.

GOMES, Alex Sandro; WANDERLEY, Eduardo Garcia. **Elicitando requisitos em projetos de Software Educativo**. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2003. p. 119-130.

LOKHANDE, P. et al. **Efficient way of web development using python and Flask**. International Journal of Advanced Research in Computer Science, 2015.

Magina, Sandra Maria Pinto, Aparecido dos Santos, and Vera Lucia Merlini. "**O raciocínio de estudantes do Ensino Fundamental na resolução de situações das estruturas multiplicativas**". *Ciência & Educação (Bauru)* 20.2 (2014): 517-533.

MAGINA, S. et al.. **Repensando adição e subtração: contribuições da teoria dos campos conceituais**. 3. ed – São Paulo: PROEM, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio. **A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a pesquisa nesta área**. In: MOREIRA, Marco Antônio (Org.) *A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a investigação nesta área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2004, pp.7-32.

NAKAGAWA, E. Y. **Uma contribuição ao projeto arquitetural de ambientes de engenharia de software**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2006.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. **Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas**. *Educação matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, p. 212-231, 2004.

PERGHER, Giovanni Kuckartz; STEIN, Lilian Milnitsky. **Compreendendo o esquecimento: teorias clássicas e seus fundamentos experimentais**. *Psicologia USP*, v. 14, n. 1, p. 129-155, 2003.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciências, 1986.

Ribeiro, Aline Gomes, Humberto Vinício Altino Filho, and Lídia Maria Nazaré Alves. **"A tecnologia como instrumento facilitador da relação ensino aprendizagem de matemática."**. Anais do Seminário Científico da FACIG 2 (2017).

ROJAS, Alexandre, Antonio Carlos de Azevedo Ritto, and Augusto Cesar Castro Barbosa. **"O Software Livre para o Ensino da Matemática em Instituições de Ensino Superior—Uma Tecnologia Social."**. Cadernos do IME-Série Informática 25 (2008): 15-26.

SANTANA, Eurivalda, Alex Andrade Alves, and Célia Barros Nunes. **"A Teoria dos Campos Conceituais num Processo de Formação Continuada de Professores."**. Bolema: Boletim de Educação Matemática 29.53 (2015): 1162-1180.

SILVA, E. L. d.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual, 2001.

SOARES, César Gomes; SOUZA, Danilo do Carmo de; CASTRO Juscileide Braga de. **Recursos Educacionais Digitais e o campo aditivo: a concepção de um jogo na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais**. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2018. p. 361-364.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**, 9ª edição. Pearson, Prentice Hall, v. 9, n. 9, 2011.

TEIXEIRA, Leny Rodrigues Martins. **A análise de erros: uma perspectiva cognitiva para compreender o processo de aprendizagem de conteúdos matemáticos**. Nuances: estudos sobre Educação, v. 3, n. 3, 1997.

UENO, H. **Intellitutor: A knowledge based intelligent programming environment for novice programmers**. In: IEEE. Digest of Papers. COMPCON Spring 89. Thirty-Fourth IEEE Computer Society International Conference: Intellectual Leverage. [S.I.], 1989. p. 390–395.

VERGNAUD, Gérard. **"Psicología Cognitiva e do Desenvolvimento e Pesquisas em Educação Matemática: Algumas questões teóricas e metodológicas"**. Trad. de Weiss, J. Apresentação concedida para o grupo Canadense de Estudos em Educação Matemática na Queen's University, Kingston, jun.1982.

\_\_\_\_\_. **A Teoria dos Campos conceituais**. In: BRUN, J. Didáctica das matemáticas. Tradução de Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget,1996. p. 155-191.

\_\_\_\_\_. **A Criança, a Matemática e a Realidade: Problemas do Ensino da Matemática na Escolar Elementar**. Tradução de Maria Lucia Faria Moro; Revisão técnica Maria Tereza Carneiro Soares. Curitiba: Editora da UFPR, 2009.

## **Apêndice A – Projeto de Pesquisa em escolas**

---

Projeto de pesquisa apresentado a uma rede municipal de ensino para que fôsse autorizada a realização de pesquisa em escolas da rede.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA – PPGI**  
**PROJETO DE PESQUISA**

**Ensino de matemática na cultura digital segundo a Teoria dos Campos Conceituais: um estudo sobre o campo aditivo**

Mestrando : Genilson Gomes Corradi

Orientador : Crediné Silva de Menezes

Vitória-ES, Nov/2018

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	3
2 JUSTIFICATIVA.....	4
3 OBJETIVOS .....	5
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
4.1 TEORIA DOS CAMPOS CONCRETOS.....	5
4.2 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO PROCESSO DE ENSINO.....	6
5 METODOLOGIA.....	7
6 CRONOGRAMA PROPOSTO.....	9
7 ANTECEDENTES DO PESQUISADOR.....	9
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	10
REFERÊNCIAS.....	10

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino da matemática sempre se apresentou como um grande desafio para as redes de ensino fato que é comprovado pelas pesquisas de avaliação da aprendizagem como o SAEB 2017, que identificou que somente 7,3% dos alunos atingem aprendizado adequado em matemática no ensino médio quando a meta era 40,6%. Em outra pesquisa, o Ideb 2015, para o 9º ano do ensino fundamental, a meta era 49 pontos e foram alcançados somente 18. Como a disciplina de matemática possui um sequenciamento de conteúdo onde a não aprendizagem de determinado conteúdo que é pré-requisito inviabiliza a aprendizagem de outros, é fundamental que os conteúdos básicos sejam dominados (entender e saber aplicar) pelos alunos. Dentre estes conteúdos básicos, encontra-se o conceito das operações de adição e subtração. A adição e subtração geralmente são ensinadas usando os métodos tradicionais que enfatiza a apenas a memorização das operações e a aplicação do algoritmo de cálculo.

Uma nova forma de ensinar matemática, em especial para as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, é baseada na Teoria dos Campos Conceituais, criada pelo francês Gérard Vergnaud. Para o ensino de adição e subtração ele criou um recorte chamado Campo Aditivo, que é o foco deste trabalho. Maiores detalhes sobre esta teoria se encontram na sessão 4 (Fundamentação Teórica)

O Campo Aditivo já é utilizado por várias redes de ensino no Brasil usando materiais concretos (figuras, bolas de gudes etc.) para auxiliar os alunos na resolução das situações-problemas. Identificamos que as Diretrizes Curriculares dessa Rede de Ensino Municipal já inclui o uso do Campo Aditivo como prática no ensino de matemática nas séries iniciais. Entretanto, tem-se observado que o professor nem sempre consegue dar atenção individualizada e personalizada aos alunos, o que dificulta seu trabalho com Campos Conceituais.

Por outro lado, sabe-se que o uso das Tecnologias Digitais (TDs) vem contribuindo para auxiliar os professores no ensino personalizado. Para o escopo deste projeto, abordaremos a contribuição das TDs no ensino da matemática. Detalhamos mais sobre este ponto na sessão 4 (Fundamentação Teórica).

Este projeto de pesquisa busca contribuir para o ensino mais efetivo das operações de adição e subtração, com base na Teoria dos Campos Conceituais, através do uso das Tecnologias Digitais.

## 2. JUSTIFICATIVA

Através de várias produções científicas na área de matemática tem sido demonstrado que a utilização da forma de ensino de adição e subtração baseado no Campo Aditivo vem contribuindo para a melhoria da aprendizagem, (MAGIMA, et al., 2008).

A aplicação desta metodologia exige dos professores maior tempo para preparação das atividades e acompanhamento dos alunos de forma mais individualizada, pois ela preconiza a liberdade de escolha da forma de resolução dos problemas (não são usados modelos prontos para a resolução).

Os professores acabam não conseguindo ter tempo suficiente para dar suporte individual a todos os alunos, gerando lacunas na aprendizagem.

Sabemos que os recursos tecnológicos vêm se apresentando como um facilitador para os professores nas atividades relacionadas ao processo de ensino, pois permite até mesmo a individualização do ensino.

Não encontramos na literatura especializada nenhum trabalho que proponha o uso da tecnologia digital como apoio aos professores no ensino de adição e subtração, baseado no Campo Aditivo, como idealizado neste projeto de pesquisa.

Desta forma, a necessidade de elevar a proficiência em matemática, tomando como base a melhoria do ensino das operações de adição e subtração, configura-se como a principal justificativa deste estudo que propõe a elaboração de uma ferramenta tecnológica definida com a participação de professores para auxiliá-los no processo de ensino usando o Campo Aditivo.

### 3. OBJETIVOS

O objetivo geral é propor uma solução tecnológica para facilitar o processo de ensino e de aprendizagem das operações de adição e subtração com base no uso do Campo Aditivo.

Como objetivos específicos, citamos:

1. Observar como é usado o Campo Aditivo em sala de aula para subsidiar a criação de uma ferramenta tecnológica;
2. Contribuir para a adoção do uso do Campo Aditivo na ação pedagógica tendo por base o uso da ferramenta;
3. Identificar os requisitos para a criação de uma ferramenta tecnológica para auxiliar no ensino das operações de adição e subtração com base no Campo Aditivo;
4. Criar um protótipo para ser testado em sala de aula na rede de ensino em situação real;
5. Avaliar o resultado do uso do protótipo no processo de ensino;

### 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta deste projeto se baseia na aplicação da Teoria dos Campos Conceituais como facilitador do ensino de matemática e na contribuição que é dada pelo uso das tecnologias digitais no processo de ensino/aprendizagem que melhor comentamos a seguir.

#### 4.1 Teoria dos Campos Conceituais

Em 1996, o pesquisador francês Gérard Vergnaud criou uma teoria epistemológica cognitivista chamada “Teoria dos Campos Conceituais”. Vergnaud afirma que é praticamente impossível estudar os conceitos separadamente e, por isso mesmo, é preciso fazer recortes. Um exemplo na matemática é que não se deve ensinar adição separado de subtração, pois estas operações possuem um forte relacionamento. Assim, os Campos Conceituais são unidades de estudo mais promissoras, capazes de dar sentido aos problemas e às observações feitas em relação à conceitualização. Para Vergnaud, um campo conceitual significa:

“[...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, interligados durante o processo de aquisição.” (VERGNAUD, 1982, p. 40) (tradução nossa).

De acordo com Santana, Alves e Nunes (2015):

“Os processos cognitivos e as respostas dadas pelo sujeito são funções das situações com as quais é confrontado. Essas ideias significam que, em cada Campo Conceitual, existe uma grande variedade de situações e os conhecimentos dos estudantes são moldados pelas situações que, progressivamente, vão dominando. Dessa forma, são as situações que dão sentido aos conceitos, tornando-se o ponto de entrada para um dado Campo Conceitual.”

A Teoria dos Campos Conceituais pode ser aplicada a vários domínios de conhecimento, mas o pesquisador atuou mais fortemente na identificação de campos conceituais relacionados à matemática. Na matemática os campos conceituais mais conhecidos são o Campo Aditivo, que trata das operações de adição e subtração, e o Campo Multiplicativo, que trata da divisão e multiplicação.

Com base em levantamento na literatura especializada encontramos várias iniciativas do uso da Teoria dos Campos Conceituais, mais especificamente do Campo Aditivo, no ensino das operações de adição e subtração nas séries iniciais do ensino fundamental. O MEC possui material orientando os professores no uso desta teoria e os cadernos do PNAIC de 2014 já tratam deste tema. Isso demonstra a aceitação da eficácia desta teoria no ensino da matemática. Na sessão “Referências” citamos alguns artigos e trabalhos neste sentido.

#### 4.2 Tecnologias Digitais no processo de ensino

O uso da tecnologia nas mais diversas áreas tem revolucionado a forma de pensar e fazer as coisas. A educação vem se apropriando da tecnologia principalmente para aperfeiçoar e facilitar o entendimento do aluno e permitir aos professores ampliar o seu atendimento sem aumento do seu tempo de atuação.

Com isso, houve uma mudança no próprio instrumento de uso pelo professor em sala de aula, passando de um quadro branco, com um pincel, para computadores, softwares, dispositivos móveis etc.

Dessa forma, a aplicação dos recursos de tecnologia digital possibilitaram uma melhor otimização nos processos educacionais, (ROJAS et al, 2008).

A evolução da tecnologia permitiu diversas possibilidades de ensino, em especial para o ensino da matemática, onde uma grande variedade de programas computacionais está dando um significado especial na construção do conhecimento. Por essa razão, o uso da tecnologia na escola permite ao profissional da educação adquirir novas maneiras e formas de ensinar o conteúdo programático ao aluno e ainda se aperfeiçoa profissionalmente por meio das inovações de linguagens e pelas práticas de ensino.

Além disso, a tecnologia nas aulas de matemática permite ao aluno uma maneira mais prática lúdica de compreender as atividades em sala de aula. Além disso, é possível otimizar as aulas, por meio do tempo que seria gasto em quadros para elaborar os desenhos geométricos, bem como a confecções de matrizes e gráficos.

O Governo Brasileiro, destacou que a tecnologia da informação não deverá ser ignorada nos processos de ensino e de aprendizagem, como expõe as Orientações Curriculares para o Ensino Médio e em especial, nas aulas de matemática, pelo ministério da educação (BRASIL, 2006, p. 87).

“Não se pode negar o impacto provocado pela tecnologia de informação e comunicação na configuração da sociedade atual. Por um lado, tem-se a inserção dessa tecnologia no dia-a-dia da sociedade, a exigir indivíduos com capacitação para bem usá-la; por outro lado, tem-se nessa mesma tecnologia um recurso que pode subsidiar o processo de aprendizagem da Matemática. É importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática” (BRASIL, 2006, p. 87).

## 5. METODOLOGIA

O trabalho será realizado da seguinte forma:

### Etapa 1: Seleção dos participantes

Serão definidos um mínimo de 2 e um máximo de 4 professores de até 2 escolas onde o experimento será feito. Preferencialmente, os professores selecionados já

deverão usar o Campo Aditivo e ter facilidade no uso de tecnologia no processo de ensino;

#### Etapa 2: Estudo do contexto

Nas escolas/turmas selecionadas, o pesquisador participará de aulas onde o Campo Aditivo será usado para o ensino de adição e subtração com o objetivo de identificar os possíveis usos de uma ferramenta tecnológica para facilitar o ensino;

#### Etapa 3: Elaboração da proposta de ferramenta

O pesquisador elaborará uma proposta de requisitos e características que uma ferramenta para este fim deverá ter e esta será validada com os professores. Os professores também poderão propor requisitos/características para contribuir com a lista que será gerada pelo pesquisador;

#### Etapa 4: Seleção do recorte para construção do protótipo

Com base nos requisitos, o pesquisador definirá um escopo (recorte) para a criação de um protótipo viável para a testagem;

#### Etapa 5: Construção da ferramenta

O pesquisador desenvolverá o protótipo e orientará os professores no uso do mesmo;

#### Etapa 6: Homologação da ferramenta

O protótipo será homologado pelos professores;

#### Etapa 7: Uso da ferramenta

Os professores usarão o protótipo com os alunos. Os professores poderão definir se com todos os alunos da turma ou parte dela. O pesquisador estará presente na sala para observar o uso do protótipo para subsidiar a geração do relatório final;

#### Etapa 8: Elaboração do Resultado Final

Elaboração do relatório final com a definição se o experimento gerou facilidade no processo de ensino e que melhorias ele e os requisitos devem ter para que o ganho seja ainda maior.

## 6. CRONOGRAMA PROPOSTO

Como referência para alocação dos participantes neste trabalho, apresentamos abaixo uma proposta de cronograma com atividades macros.

Macro Atividades	Responsável	Participantes	mês 1				mês 2				mês 3				mês 4				mês 5			
			S1	S2	S3	S4																
1. Definir escola(s) e professores para o piloto	SEME	Pesquisador	■	■	■	■																
2. Alinhar com os professores sobre o campo aditivo	Pesquisador	Professores		■	■	■																
3. Definir Requisitos de Negócio	Professores	Pesquisador		■	■	■																
4. Desenvolver protótipo	Pesquisador			■	■	■																
5. Homologar protótipo	Professores	Pesquisador													■	■	■	■				
6. Testar protótipo em turma(s) piloto	Professores	Pesquisador																	■	■	■	■
7. Produzir relatório técnico do experimento	Professores	Pesquisador																				

O cronograma será ajustado ao calendário escolar de 2019 da Rede de Ensino Municipal e do planejamento de aula para o conteúdo referente à adição e subtração.

Como esta pesquisa faz parte de uma dissertação que tem prazo definido, o protótipo terá um tamanho e nível de usabilidade adequado ao tempo planejado para a dissertação.

## 7. ANTECEDENTES DO PESQUISADOR

O pesquisador tem formação em matemática, formação e atuação em computação por mais de 3 décadas. Possui também experiência na utilização de Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada à educação pois atuou na Secretaria de Estado da Educação como assessor de modernização tecnológica e gerente de TIC, quando teve a oportunidade de coordenar a implantação de várias soluções baseadas em tecnologias digitais para gestão escolar e apoio ao processo de ensino/aprendizagem.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem se dá através das interações. Esta troca de conhecimento entre o pesquisador e os professores da rede com certeza promoverá neles uma reflexão sobre como usar ainda mais a Teoria dos Campos Conceituais, em especial, com o uso de recursos tecnológicos.

É importante registrar que a ferramenta (protótipo) ficará disponível para uso da Rede de Ensino Municipal sem nenhum custo. Além disso, os códigos fontes podem ser fornecidos para evoluções na ferramenta para uso na Rede de Ensino Municipal.

## REFERÊNCIAS

- SANTANA, E.; ALVES, A. A.; NUNES, C. B. A Teoria dos Campos Conceituais num Processo de Formação Continuada de Professores. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*. Rio Claro (SP), v. 29, nº 53, p. 1162-1180, dez. 2015.
- CAMPOS, T. M. M.; MAGINA, S.; CAZORLA, I. M.; RIBEIRO, E. As estruturas aditivas nas séries iniciais do Ensino Fundamental: um estudo diagnóstico em contextos diferentes. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. v. 10, n.2, pp 219- 239, jun. 2007.
- ETCHEVERRIA, T. C. Um estudo sobre o campo conceitual aditivo nos anos iniciais do Ensino Fundamental.
- GUIMARÃES, S. D. Problemas de estrutura aditiva: análise da resolução de alunos de 3ª série do ensino fundamental. *REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática*. v.4, n.1, p.5-17, UFSC: 2009.
- MAGINA, S.; CAMPOS, T. M. M.; GITIRANA, V.; NUNES, T. *Repensando Adição e Subtração: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais*. 3ª. ed. São Paulo: PROEM, 2008.
- VERGNAUD, G. *Psicologia cognitiva e do desenvolvimento e pesquisas em educação matemática: algumas questões teóricas e metodológicas*. Trad. de Weiss, J. Apresentação concedida para o grupo Canadense de Estudos em Educação Matemática na Queen'se University, Kingston, jun.1982.
- \_\_\_\_\_. Conceitos e esquemas numa teoria operatória da representação. Trad. de Franchi, A., Carvalho, D. L. *Psychologie Française*, n 30-3/4, p.245-52, nov.1985.
- \_\_\_\_\_. Teoria dos campos conceituais. Trad.(?) *Recherches en Didactique des Mathematiques*. 1990.
- \_\_\_\_\_. A apropriação do conceito de número: um processo de muito fôlego. Trad. de Fávero, 1991.

\_\_\_\_\_. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. 1996.

\_\_\_\_\_. Le Moniteur de Mathématique. Paris: Éditions Nathan, 1997.

ALMEIDA, M. E. B. Tecnologia na escola. [online], p. 69-73. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf>>.

RIBEIRO, A. G.; FILHO, H V. A.; ALVES, L. M. N. A tecnologia como instrumento facilitador da relação ensino aprendizagem de matemática. II Seminário Científico da FACIG e I Jornada de Iniciação Científica da FACIG – 17 e 18 de Novembro de 2016.

ROJAS, A.; RITTO, A. C. A.; BARBOSA, A. C. C. O software livre para o ensino da matemática em instituições de ensino superior – uma tecnologia social. Caderno do IME: Série Informática, vol. 15, 2008.

BRASIL, MEC, SEB. Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, SEB, 2006.

## **Apêndice B – Instrumentos utilizados com alunos e professores**

---

Apresenta os seguintes instrumentos:

- Lista de exercícios aplicada aos alunos do 3º ano para verificação de seu conhecimento com situações do campo aditivo
- Lista de exercícios aplicada aos alunos do 4º e 5º anos para verificação de seu conhecimento com situações do campo aditivo
- Respostas dos professores ao questionário de avaliação da pesquisa (sem identificação do professor)

## Lista de exercícios aplicada aos alunos do 3º ano do ensino fundamental

---

### Lista de Exercícios do Campo Aditivo

**Aluno:** \_\_\_\_\_

**Ano:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

#### Orientações para resolução dos problemas:

1. Não considerar para resolução do problema o que está escrito após o símbolo de interrogação (?);
2. No retângulo na frente da palavra “Operação” arme a conta de somar ou subtrair com a resposta após o sinal de igual (“=”) que você entende ser a solução do problema. Exemplos:  $25 + 3 = 28$  ou  $19 - 3 = 16$ .
3. Escreva a solução que você encontrou após a palavra “Resposta”;
4. No retângulo com o título “Desenvolvimento da solução”, desenhe “pauzinhos” ou outros objetos para te auxiliar na contagem, caso você ache necessário.

#### **Problemas:**

1. Numa gaveta tinham 15 balas de chocolate, de hortelã e de morango. 9 balas são de chocolate e 2 são de morango. Quantas balas de hortelã tinham na gaveta? (P6)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

2. Numa sala de aula há 15 meninos e 2 meninas. Quantos alunos têm na sala de aula? (P1)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

3. Num vaso há 16 rosas amarelas, brancas e vermelhas. 9 rosas são amarelas e 2 rosas são brancas. Quantas rosas vermelhas há no vaso? (P7)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

4. Numa sala de aula de 17 alunos, há alguns meninos e 3 meninas. Quantos meninos têm na sala de aula? (P2)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

5. Numa gaveta há 19 carrinhos verdes e vermelhos. 6 carrinhos são verdes. Quantos carrinhos vermelhos tinham na gaveta? (P3)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

6. Num vaso há 5 rosas vermelhas, 17 rosas amarelas e 18 rosas brancas. Quantas rosas há no vaso? (P4)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

7. Num vaso há 22 rosas vermelhas, amarelas e brancas. 11 rosas são amarelas e 7 são brancas. Quantas rosas vermelhas há no vaso? (P5)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

8. Paulo tinha 8 figurinhas. Perdeu 3 num jogo. Quantas figurinhas ele ainda tem? (P11)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

9. Pedro tinha algumas bolinhas de gude, ganhou 14 num jogo e ficou com 16. Quantas bolinhas de gude ele tinha? (P10)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

10. Carlos tinha 9 figurinhas. Perdeu algumas num jogo e ficou com 6. Quantas figurinhas ele perdeu? (P12)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

11. Pedro tinha 2 figurinhas. Ganhou algumas e ficou com 3. Quantas figurinhas ele ganhou? (P9)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

12. Pedro tinha 19 bolinhas de gude e ganhou 4 num jogo. Quantas bolinhas de gude têm agora? (P8)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

13. Paulo tinha algumas figurinhas. Perdeu 10 num jogo e ficou com 17. Quantas figurinhas ele tinha? (P13)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

14. Paulo tem 14 carrinhos e Pedro, 18. Quantos carrinhos a mais Paulo precisa ter para ter o mesmo que Pedro? (P15)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

15. Paulo tem 18 carrinhos e Carlos tem 17 a mais que ele. Quantos carrinhos tem Carlos? (P14)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

16. André tem 27 bolinhas de gude e 11 bolinhas menos que o João. Quantas bolinhas de gude tem João? (P16)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

## Lista de exercícios aplicada aos alunos do 4º ensino fundamental

---

### Lista de Exercícios do Campo Aditivo

**Aluno:** \_\_\_\_\_

**Ano:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

#### **Orientações para resolução dos problemas:**

1. Não considerar para resolução do problema o que está escrito após o símbolo de interrogação (?);
2. No retângulo na frente da palavra "Operação" arme a conta de somar ou subtrair com a resposta após o sinal de igual ("=") que você entende ser a solução do problema. Exemplos:  $25 + 3 = 28$  ou  $19 - 3 = 16$ .
3. Escreva a solução que você encontrou após a palavra "Resposta";
4. No retângulo com o título "Desenvolvimento da solução", desenhe "palitinhos", "bonequinhos" ou outros objetos para te auxiliar na contagem, caso você ache necessário.

#### **Problemas:**

1. Numa gaveta tinham 83 balas de chocolate, de hortelã e de morango. 19 balas são de chocolate e 22 são de morango. Quantas balas de hortelã tinham na gaveta? (P6)

**Operação:**

**Resposta:** \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

2. Numa sala de aula há 13 meninos e 18 meninas. Quantos alunos têm na sala de aula? (P1)

**Operação:**

**Resposta:** \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

3. Num vaso há 77 rosas amarelas, brancas e vermelhas. 29 rosas são amarelas e 12 rosas são brancas. Quantas rosas vermelhas há no vaso? (P7)

**Operação:**

**Resposta:** \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

4. Numa sala de aula de 27 alunos, há alguns meninos e 13 meninas. Quantos meninos têm na sala de aula? (P2)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

5. Numa gaveta há 29 carrinhos verdes e vermelhos. 16 carrinhos são verdes. Quantos carrinhos vermelhos tinham na gaveta? (P3)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

6. Num vaso há 15 rosas vermelhas, 17 rosas amarelas e 22 rosas brancas. Quantas rosas há no vaso? (P4)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

7. Num vaso há 27 rosas vermelhas, amarelas e brancas. 11 rosas são amarelas e 13 são brancas. Quantas rosas vermelhas há no vaso? (P5)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

8. Paulo tinha 88 figurinhas. Perdeu 35 num jogo. Quantas figurinhas ele ainda tem? (P11)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

9. Pedro tinha algumas bolinhas de gude, ganhou 24 num jogo e ficou com 47. Quantas bolinhas de gude ele tinha? (P10)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

10. Carlos tinha 39 figurinhas. Perdeu algumas num jogo e ficou com 16. Quantas figurinhas ele perdeu? (P12)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

11. Pedro tinha 31 figurinhas. Ganhou algumas e ficou com 45. Quantas figurinhas ele ganhou? (P9)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

12. Pedro tinha 19 bolinhas de gude e ganhou 14 num jogo. Quantas bolinhas de gude têm agora? (P8)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

13. Paulo tinha algumas figurinhas. Perdeu 10 num jogo e ficou com 17. Quantas figurinhas ele tinha? (P13)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

14. Paulo tem 24 carrinhos e Pedro, 39. Quantos carrinhos a mais Paulo precisa ter para ter o mesmo que Pedro? (P15)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

15. Paulo tem 18 carrinhos e Carlos tem 37 a mais que ele. Quantos carrinhos tem Carlos? (P14)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

16. André tem 67 bolinhas de gude e 23 bolinhas menos que o João. Quantas bolinhas de gude tem João? (P16)

Operação:

Resposta: \_\_\_\_\_

Desenvolvimento da solução

## Respostas dos professores ao questionário de avaliação da pesquisa

### Professora 1

#### Percepção dos professores sobre o experimento referente ao Campo Aditivo

Professora: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

Turma participante: 3º ANO B

Data: 27/08/2019

Prezada Professora:

Este questionário faz parte de uma pesquisa para atender a dissertação do mestrando Genilson Gomes Corradi em Informática na UFES com ênfase em Educação. Sua contribuição é importante na busca de alternativas para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem de matemática no Ensino Fundamental.

Com base na sua participação neste experimento você entende que o uso de uma ferramenta digital para o ensino das operações básicas de matemática:

1. Auxilia no seu planejamento da aula sobre este conteúdo. (Q1)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Auxilia na sua atividade de correção dos exercícios deste conteúdo. (Q2)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Auxilia no atendimento individualizado aos alunos durante a execução dos exercícios deste conteúdo. (Q3)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Professora 1**

4. Auxilia no mapeamento das dificuldades dos alunos e na definição de estratégias pedagógicas para melhorar seu aprendizado deste conteúdo. (Q4)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Aumenta o interesse dos alunos na realização das atividades deste conteúdo. (Q5)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Percebeu melhoria na aprendizagem de algum aluno sobre este conteúdo durante a realização dos exercícios com a ferramenta digital em relação à realização em papel. (Q6)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

*Não deu para perceber devido ao tempo de desinvestimento do trabalho*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Professora 2****Percepção dos professores sobre o experimento referente ao Campo Aditivo****Professora:** \_\_\_\_\_**Escola:** \_\_\_\_\_**Turma participante:** 4º C **Data:** 10/09/19

Prezada Professora:

Este questionário faz parte de uma pesquisa para atender a dissertação do mestrando Genilson Gomes Corradi em Informática na UFES com ênfase em Educação. Sua contribuição é importante na busca de alternativas para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem de matemática no Ensino Fundamental.

Com base na sua participação neste experimento você entende que o uso de uma ferramenta digital para o ensino das operações básicas de matemática:

1. Auxilia no seu planejamento da aula sobre este conteúdo. (Q1)

- Discordo totalmente  Discordo parcialmente  Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente  Concordo totalmente

Comente (opcional): No mundo digital que vivemos a ferramenta digital estimula o aluno a resolver algum "conteúdo" de uma forma lúdica.

2. Auxilia na sua atividade de correção dos exercícios deste conteúdo. (Q2)

- Discordo totalmente  Discordo parcialmente  Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente  Concordo totalmente

Comente (opcional): Além de contribuir com o meio ambiente ao não ser impressos materiais nos facilita até enquanto a logística do deslocamento sem um montante de material.

3. Auxilia no atendimento individualizado aos alunos durante a execução dos exercícios deste conteúdo. (Q3)

- Discordo totalmente  Discordo parcialmente  Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente  Concordo totalmente

Comente (opcional): Pois enquanto um grupo está ocupado resolvendo uma etapa é possível um atendimento especial à aqueles que necessitam um olhar mais individualizado.

**Professora 2**

4. Auxilia no mapeamento das dificuldades dos alunos e na definição de estratégias pedagógicas para melhorar seu aprendizado deste conteúdo. (Q4)

Discordo totalmente  Discordo parcialmente  Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente  Concordo totalmente

Comente (opcional): Pois a visualização dos resultados de  
alunos foi muito interessante para que eu pudesse  
se compreender quais alunos precisam um  
acompanhamento.

5. Aumenta o interesse dos alunos na realização das atividades deste conteúdo. (Q5)

Discordo totalmente  Discordo parcialmente  Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente  Concordo totalmente

Comente (opcional): Pois foi notado que os alunos por  
temporários, interessados até os que apresen-  
tam dificuldades mas são dedicados, aumen-  
taram seus resultados com a ferramenta  
digital.

6. Percebeu melhoria na aprendizagem de algum aluno sobre este conteúdo durante a realização dos exercícios com a ferramenta digital em relação à realização em papel. (Q6)

Discordo totalmente  Discordo parcialmente  Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente  Concordo totalmente

Comente (opcional): Pontua a aluna Ana Clara  
que realizou atividade escrita e avalia-  
ção trimestral e não alcançou a média e  
após ter feito de recuperação e realizado  
os problemas com a ferramenta digital  
a aluna no mesmo aumentou resultado  
assim como ~~se~~ se recuperou no tri-  
mestre.

Parabéns pelo trabalho realizado  
e obrigada por nos proporcionar  
o conhecimento de forma  
prozeosa!

### Professora 3

#### Percepção dos professores sobre o experimento referente ao Campo Aditivo

Professora: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

Turma participante: 5º B

Data: 09/09/19

Prezada Professora:

Este questionário faz parte de uma pesquisa para atender a dissertação do mestrando Genilson Gomes Corradi em Informática na UFES com ênfase em Educação. Sua contribuição é importante na busca de alternativas para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem de matemática no Ensino Fundamental.

Com base na sua participação neste experimento você entende que o uso de uma ferramenta digital para o ensino das operações básicas de matemática:

1. Auxilia no seu planejamento da aula sobre este conteúdo. (Q1)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Auxilia na sua atividade de correção dos exercícios deste conteúdo. (Q2)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): Não houveram comentários sobre

a forma de correção dos exercícios.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Auxilia no atendimento individualizado aos alunos durante a execução dos exercícios deste conteúdo. (Q3)

- Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Professora 3**

4. Auxilia no mapeamento das dificuldades dos alunos e na definição de estratégias pedagógicas para melhorar seu aprendizado deste conteúdo. (Q4)

Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

---

---

---

5. Aumenta o interesse dos alunos na realização das atividades deste conteúdo. (Q5)

Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): Os estudantes se interessaram muito pela pesquisa e pelos dados.

---

---

---

6. Percebeu melhoria na aprendizagem de algum aluno sobre este conteúdo durante a realização dos exercícios com a ferramenta digital em relação à realização em papel. (Q6)

Discordo totalmente    Discordo parcialmente    Não concordo, nem discordo  
 Concordo parcialmente    Concordo totalmente

Comente (opcional): \_\_\_\_\_

---

---

---

## **Apêndice C – Resultados dos testes com os alunos**

---

- Planilha com a tabulação dos resultados dos testes com os alunos em papel e computador da Escola1/Turma1
- Planilha com a tabulação dos resultados dos testes com os alunos em papel e computador da Escola2/Turma1
- Planilha com a tabulação dos resultados dos testes com os alunos em papel e computador da Escola2/Turma2

## Resultados dos testes com os alunos da Escola1/Turma1

Alunos	Instrumento	Respostas dos alunos baseado nos instrumentos/categorias																Classificação das respostas				
		Probl 1	Probl 2	Probl 3	Probl 4	Probl 5	Probl 6	Probl 7	Probl 8	Probl 9	Probl 10	Probl 11	Probl 12	Probl 13	Probl 14	Probl 15	Probl 16	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1. Aluno1 (não fez aplic computador)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2. Aluno2	Papel	C6	C3	C6	C3	C3	C3	C6	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C15	75,00%	0,00%	18,75%	0,00%	6,25%
	Computador	C14	C3	C3	C3	C6	C3	C3	C3	C2	C3	C3	C2	C3	C6	C6	C3	75,00%	0,00%	18,75%	0,00%	6,25%
3. Aluno3	Papel	C18	C9	C18	C9	C9	C18	C9	C9	C9	C18	C9	C9	C9	C9	C9	C9	0,00%	0,00%	75,00%	0,00%	25,00%
	Computador	C8	C9	C9	C9	C18	C9	C3	C2	C15	C9	C3	C3	C3	C12	C9	C18	31,25%	0,00%	43,75%	6,25%	18,75%
4. Aluno4 (não fez aplicação papel)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5. Aluno5	Papel	C4	C14	C14	C1	C1	C14	C14	C1	C14	C14	C14	C14	C14	C14	C14	C14	18,75%	6,25%	0,00%	0,00%	75,00%
	Computador	C27	C27	C23	C1	C5	C2	C27	C27	C23	C27	C27	C27	C27	C27	C5	C27	12,50%	0,00%	12,50%	0,00%	75,00%
6. Aluno6 (não fez aplic computador)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7. Aluno7	Papel	C14	C1	C27	C15	C14	C23	C18	C1	C18	C9	C27	C3	C6	C6	C15	C15	18,75%	0,00%	18,75%	0,00%	62,50%
	Computador	C2	C1	C14	C15	C15	C1	C1	C14	C1	C2	C27	C27	C27	C27	C27	C27	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	62,50%
8. Aluno8	Papel	C14	C1	C14	C14	C14	C14	C14	C15	C14	C15	C15	C3	C2	C15	C15	C15	18,75%	0,00%	0,00%	0,00%	81,25%
	Computador	C26	C23	C27	C26	C27	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C27	C24	C24	C24	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
9. Aluno9	Papel	C27	C1	C27	C27	C14	C1	C27	C15	C27	C27	C15	C3	C27	C27	C27	C27	18,75%	0,00%	0,00%	0,00%	81,25%
	Computador	C23	C19	C23	C1	C4	C1	C14	C1	C14	C14	C14	C14	C1	C14	C1	C1	37,50%	6,25%	0,00%	6,25%	50,00%
10. Aluno10	Papel	C5	C2	C5	C4	C4	C1	C4	C1	C27	C4	C5	C4	C18	C18	C18	C18	18,75%	31,25%	18,75%	0,00%	31,25%
	Computador	C2	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C1	C14	C2	C1	C1	C1	C2	C1	C2	93,75%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%
11. Aluno11	Papel	C1	C1	C1	C1	C14	C11	C15	C3	C12	C1	C15	C3	C14	C1	C11	C14	50,00%	0,00%	0,00%	18,75%	31,25%
	Computador	C14	C14	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C14	C14	C1	C14	C1	C14	C1	C2	C1	56,25%	0,00%	0,00%	0,00%
12. Aluno12	Papel	C3	C3	C12	C3	C13	C15	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C15	C15	68,75%	0,00%	0,00%	12,50%	18,75%
	Computador	C14	C6	C3	C3	C6	C3	C3	C3	C2	C3	C3	C3	C3	C6	C12	C24	62,50%	0,00%	18,75%	6,25%	12,50%
13. Aluno13 (não fez aplic computador)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14. Aluno14	Papel	C14	C3	C27	C15	C18	C18	C9	C27	C9	C18	C9	C18	C9	C27	C9	C9	6,25%	0,00%	31,25%	0,00%	62,50%
	Computador	C26	C3	C1	C3	C6	C3	C3	C3	C2	C15	C1	C3	C3	C1	C27	C1	75,00%	0,00%	6,25%	0,00%	18,75%
15. Aluno15	Papel	C5	C3	C5	C3	C3	C3	C18	C3	C5	C15	C12	C3	C3	C15	C3	C3	56,25%	0,00%	18,75%	6,25%	18,75%
	Computador	C15	C3	C6	C3	C3	C3	C15	C3	C3	C3	C3	C6	C3	C6	C3	C3	68,75%	0,00%	18,75%	0,00%	12,50%
16. Aluno16	Papel	C14	C1	C9	C27	C27	C27	C27	C27	C8	C17	6,25%	0,00%	12,50%	0,00%	81,25%						
	Computador	C13	C1	C23	C2	C8	C1	C10	C27	C27	C27	C27	C27	C27	C27	C4	C24	18,75%	6,25%	6,25%	12,50%	56,25%
17. Aluno17	Papel	C15	C3	C15	C15	C15	C3	C15	C3	C15	C3	C3	C3	C15	C15	C3	C15	43,75%	0,00%	0,00%	0,00%	56,25%
	Computador	C14	C24	C27	C3	C1	C3	C3	C3	C14	C12	C27	C3	C3	C6	C6	C3	50,00%	0,00%	12,50%	6,25%	31,25%
18. Aluno18	Papel	C15	C3	C15	C12	C12	C15	C3	C3	C6	C3	C15	C3	C3	C4	C10	C15	37,50%	6,25%	6,25%	18,75%	31,25%
	Computador	C26	C24	C27	C24	C27	C27	C27	C27	C27	C27	C27	C27	C27	C24	C27	C24	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	87,50%
19. Aluno19	Papel	C14	C15	C23	C14	C15	C15	C22	C6	C14	C18	C15	C6	C15	C14	C16	C14	0,00%	0,00%	12,50%	12,50%	75,00%
	Computador	C14	C10	C23	C14	C27	C27	C27	C27	C27	C27	C19	C27	C26	C19	C4	C23	0,00%	6,25%	0,00%	0,00%	75,00%
20. Aluno20	Papel	C14	C1	C14	C14	C14	C1	C14	C14	C14	C14	C14	C1	C1	C14	C14	C1	31,25%	0,00%	0,00%	0,00%	68,75%
	Computador	C1	C3	C14	C1	C2	C14	C14	C2	C4	C14	C27	C27	C27	C27	C27	C27	31,25%	6,25%	0,00%	0,00%	62,50%
<b>Média da Turma</b>																	Papel	29,30%	1,56%	8,59%	4,30%	50,39%
																	Computador	40,63%	1,56%	8,59%	4,30%	44,92%

### Classificação das respostas dos alunos com relação ao aprendizado

Grupos/Categorias	Interpretação	Sugestão de Ação
<b>Grupo 1:</b> C1 a C3	O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.	O aluno sabe. Apenas manutenção.
<b>Grupo 2:</b> C4	O aluno respondeu corretamente mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.	Trabalhar formalização matemática na resolução de situações-problemas.
<b>Grupo 3:</b> C5 a C9	Apesar da resposta correta ele não soube montar a operação e não demonstrou saber usar artifício para ajudá-lo na contagem. Pode sugerir facilidade com números ("conta de cabeça") ou sorte na resposta.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas para entender melhor suas dificuldades.
<b>Grupo 4:</b> C10 a C13, C16, C19 a C22, C25	Sugere falta de atenção na resolução da situação-problema pois o aluno não acerta a resposta mas acerta a operação e/ou desenvolvimento.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas.
<b>Grupo 5:</b> C14, C15, C17, C18, C23, C24, C26, C27	O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas.

## Resultados dos testes com os alunos da Escola2/Turma1

Alunos	Instrumento	Respostas dos alunos baseado nos instrumentos/categorias																Classificação das respostas				
		Probl 1	Probl 2	Probl 3	Probl 4	Probl 5	Probl 6	Probl 7	Probl 8	Probl 9	Probl 10	Probl 11	Probl 12	Probl 13	Probl 14	Probl 15	Probl 16	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1. Aluno1	Papel	C27	C3	C14	C15	C15	C15	C4	C1	C14	C1	C14	C1	C15	C27	C1	C1	37,50%	6,25%	0,00%	0,00%	56,25%
	Computador	C1	C15	C6	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C14	C1	C1	C1	75,00%	0,00%	6,25%	0,00%	18,75%
2. Aluno2	Papel	C14	C1	C14	C14	C14	C1	C14	C27	C27	C27	C14	C27	C1	C14	C1	C1	31,25%	0,00%	0,00%	0,00%	68,75%
	Computador	C1	C1	C14	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C14	C1	C14	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
3. Aluno3	Papel	C5	C3	C14	C14	C14	C1	C14	C1	C14	C14	C14	C1	C14	C14	C1	C14	31,25%	0,00%	6,25%	0,00%	62,50%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C1	C23	C15	C3	C1	C1	C2	C15	C1	C15	C3	C3	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
4. Aluno4	Papel	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C5	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C1	75,00%	0,00%	6,25%	0,00%	18,75%
	Computador	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C3	C14	C1	C3	C3	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
5. Aluno5	Papel	C19	C1	C14	C14	C4	C14	C14	C1	C14	C4	C14	C1	C4	C1	C14	C14	25,00%	25,00%	0,00%	6,25%	43,75%
	Computador	C1	C1	C1	C4	C26	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	81,25%	6,25%	0,00%	0,00%	12,50%
6. Aluno6	Papel	C14	C1	C14	C1	C10	C1	C1	C1	C1	C10	C1	C14	C1	C1	C14	C1	62,50%	0,00%	0,00%	12,50%	25,00%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C15	C15	C1	C1	C14	C3	C1	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
7. Aluno7 (não fez aplicação papel)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
8. Aluno8 (não fez aplicação papel)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9. Aluno9	Papel	C27	C1	C27	C1	C1	C1	C27	C1	C1	C27	C27	C27	C27	C14	C14	C14	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	62,50%
	Computador	C3	C1	C14	C1	C14	C15	C23	C15	C3	C24	C24	C24	C2	C1	C3	C3	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%
10. Aluno10	Papel	C14	C1	C26	C14	C14	C1	C14	C1	C14	C1	C14	C14	C1	C14	C1	C14	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	62,50%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C14	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C14	C1	C14	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
11. Aluno11	Papel	C1	C15	C1	C15	C3	C1	C1	C1	C1	C6	C1	C3	C1	C14	C1	C14	75,00%	0,00%	6,25%	0,00%	18,75%
	Computador	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C3	C3	C3	C1	C3	C1	C15	C2	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
12. Aluno12	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C14	C14	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
	Computador	C2	C2	C14	C15	C15	C15	C15	C3	C15	C15	C15	C15	C2	C15	C3	C3	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	62,50%
13. Aluno13	Papel	C14	C1	C14	C14	C14	C1	C14	C1	C1	31,25%	0,00%	0,00%	0,00%	68,75%							
	Computador	C15	C15	C14	C14	C15	C15	C24	C15	C15	C15	C14	C15	C15	C15	C15	C15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
14. Aluno14	Papel	C14	C1	C1	C2	C17	C1	C14	C1	C14	C14	C1	C14	C14	C1	C14	C14	43,75%	0,00%	0,00%	0,00%	56,25%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C14	C1	C1	C14	C14	C14	C2	C3	C1	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
15. Aluno15	Papel	C3	C3	C3	C3	C6	C3	C15	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C15	C15	C15	68,75%	0,00%	6,25%	0,00%	25,00%
	Computador	C1	C9	C14	C1	C17	C1	C18	C17	C2	C1	C18	C3	C26	C18	C1	C18	43,75%	0,00%	6,25%	0,00%	50,00%
16. Aluno16	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C5	C1	C14	C1	C1	C1	68,75%	0,00%	6,25%	0,00%	25,00%
	Computador	C1	C14	C15	C15	C15	C15	C3	C1	C1	C3	C3	C2	C1	C2	C1	C1	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
17. Aluno17	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C14	C1	C14	C14	C14	C1	C1	C14	C1	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C1	C3	C14	C14	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C14	C1	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
18. Aluno18	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C14	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
	Computador	C1	C2	C1	C14	C1	C14	C14	C3	C3	C3	C15	C1	C1	C3	C14	C3	C15	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%
19. Aluno19 (não fez no computador)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20. Aluno20	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C14	C14	C1	C25	C1	C1	C1	62,50%	0,00%	0,00%	6,25%	31,25%
	Computador	C2	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
21. Aluno21	Papel	C14	C1	C14	C1	C14	C1	C14	C1	C14	C1	C14	C1	C14	C14	C14	C17	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	62,50%
	Computador	C2	C1	C14	C1	C14	C14	C15	C1	C2	C14	C15	C24	C24	C18	C3	C15	37,50%	0,00%	0,00%	0,00%	62,50%
22. Aluno22	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C3	C14	C3	C3	C14	C14	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C14	C14	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
23. Aluno23	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
	Computador	C1	C1	C3	C14	C1	C1	C3	C14	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C1	C1	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
24. Aluno24	Papel	C14	C1	C14	C14	C1	C14	C1	C1	C10	C1	C10	C1	C1	C1	C1	C1	62,50%	0,00%	0,00%	12,50%	25,00%
	Computador	C1	C8	C17	C1	C1	C14	C1	C1	C14	C14	C14	C2	C3	C1	C1	C2	62,50%	0,00%	6,25%	0,00%	31,25%
25. Aluno25 (especial)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Média da Turma</b>																Papel	53,57%	1,43%	1,43%	1,73%	41,67%	
																Computador	63,99%	0,30%	0,89%	0,00%	34,82%	

### Classificação das respostas dos alunos com relação ao aprendizado

Grupos/Categorias	Interpretação	Sugestão de Ação
<b>Grupo 1:</b> C1 e C3	O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.	O aluno sabe. Apenas manutenção.
<b>Grupo 2:</b> C4	O aluno respondeu corretamente mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.	Trabalhar formalização matemática na resolução de situações-problemas.
<b>Grupo 3:</b> C5 e C3	Apesar da resposta correta ele não soube montar a operação e não demonstrou saber usar artifício para ajudá-lo na contagem. Pode sugerir facilidade com números ("conta de cabeça") ou sorte na resposta.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas para entender melhor suas dificuldades.
<b>Grupo 4:</b> C10 e C13, C16, C19 e C22, C25	Sugere falta de atenção na resolução da situação-problema pois o aluno não acertou a resposta mas acertou a operação e/ou desenvolvimento.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas.
<b>Grupo 5:</b> C14, C15, C17, C18, C23, C24, C26, C27	O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas.

## Resultados dos testes com os alunos da Escola2/Turma2

Alunos	Instrumento	Respostas dos alunos baseado nos instrumentos/categorias																Classificação das respostas				
		Probl 1	Probl 2	Probl 3	Probl 4	Probl 5	Probl 6	Probl 7	Probl 8	Probl 9	Probl 10	Probl 11	Probl 12	Probl 13	Probl 14	Probl 15	Probl 16	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1. Aluno1	Papel	C13	C1	C13	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	87,50%	0,00%	0,00%	12,50%	0,00%						
	Computador	C23	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C3	C1	87,50%	0,00%	0,00%	0,00%
2. Aluno2	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	93,75%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%
	Computador	C1	C2	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C1	C3	C3	C3	C2	C24	C2	C2	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
3. Aluno3	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C14	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
	Computador	C1	C3	C14	C3	C15	C15	C15	C3	C3	C3	C15	C3	C3	C15	C3	C15	56,25%	0,00%	0,00%	0,00%	43,75%
4. Aluno4	Papel	C14	C1	C14	C3	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C14	C1	C14	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
	Computador	C1	C2	C15	C3	C15	C15	C3	C3	C3	C15	C3	C3	C15	C3	C15	C15	56,25%	0,00%	0,00%	0,00%	43,75%
5. Aluno5	Papel	C14	C1	C1	C1	C1	C14	C14	C14	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%								
	Computador	C2	C1	C1	C1	C27	C14	C1	C14	C1	C3	C15	C24	C3	C1	C3	C3	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
6. Aluno6 (não fez aplicação papel)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7. Aluno7	Papel	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C14	C10	C5	C1	C14	C1	C3	C3	C1	C14	43,75%	0,00%	18,75%	6,25%	31,25%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C1	C18	C2	C14	C14	C14	C14	C2	C1	C14	C1	C2	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
8. Aluno8	Papel	C1	C1	C1	C25	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	93,75%	0,00%	0,00%	6,25%	0,00%
	Computador	C1	C14	C1	C14	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C15	C3	C15	C3	C3	C3	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
9. Aluno9	Papel	C14	C7	C14	C7	C7	C7	C7	C7	C14	C7	0,00%	0,00%	81,25%	0,00%	18,75%						
	Computador	C1	C14	C26	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C15	C15	C1	C3	C17	C3	C1	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
10. Aluno10	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%						
	Computador	C1	C27	C1	C2	C14	C14	C14	C1	C14	C14	C1	C14	C1	C2	C3	C1	56,25%	0,00%	0,00%	0,00%	43,75%
11. Aluno11	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador	C2	C3	C3	C2	C3	C15	C3	C15	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	87,50%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%
12. Aluno12	Papel	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
	Computador	C3	C3	C3	C2	C14	C2	C15	C15	C3	C3	C15	C3	C3	C2	C3	C3	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
13. Aluno13 (especial - autismo)	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	93,75%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%
	Computador	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C3	C3	C3	C3	C15	C15	C3	C2	C3	C1	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
14. Aluno14	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	93,75%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%
	Computador	C1	C2	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C15	C3	C3	C27	C3	C3	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
15. Aluno15	Papel	C11	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C14	81,25%	0,00%	0,00%	6,25%	12,50%								
	Computador	C1	C14	C1	C2	C3	C26	C14	C3	C14	C1	C15	C3	C3	C3	C3	C3	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
16. Aluno16	Papel	C14	C1	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C14	C1	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
	Computador	C26	C17	C3	C15	C3	C3	C2	C3	C3	C3	C15	C3	C14	C3	C3	C3	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
17. Aluno17	Papel	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
	Computador	C2	C15	C15	C1	C2	C14	C3	C3	C3	C3	C15	C3	C3	C3	C3	C3	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
18. Aluno18	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	93,75%	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%
	Computador	C1	C2	C2	C3	C14	C23	C15	C3	C3	C3	C15	C3	C3	C15	C3	C15	62,50%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
19. Aluno19	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C3	C14	C1	C1	C1	C14	C1	C3	C1	C3	87,50%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%
20. Aluno20 (não fez aplicação papel)	Papel																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador																	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
21. Aluno21	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador	C1	C1	C1	C1	C23	C1	C14	C23	C1	C1	C15	C1	C3	C2	C3	C3	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
22. Aluno22	Papel	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	87,50%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%						
	Computador	C1	C1	C27	C1	C1	C1	C3	C15	C3	C1	C14	C2	C15	C3	C3	C3	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
23. Aluno23	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C14	C14	C14	C1	C1	C1	C1	C14	68,75%	0,00%	0,00%	0,00%	31,25%
	Computador	C1	C3	C3	C14	C1	C23	C24	C24	C14	C15	C15	C15	C3	C1	C3	C24	43,75%	0,00%	0,00%	0,00%	56,25%
24. Aluno24	Papel	C1	C1	C14	C1	C1	C1	C1	C14	C1	C14	81,25%	0,00%	0,00%	0,00%	18,75%						
	Computador	C1	C1	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C1	C1	C2	C3	C3	C2	C3	C2	87,50%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%
25. Aluno25	Papel	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Computador	C1	C1	C14	C5	C1	C14	C2	C15	C3	C3	C3	C3	C2	C3	C3	C3	75,00%	0,00%	6,25%	0,00%	18,75%
26. Aluno26	Papel	C1	C1	C14	C1	C10	C1	C1	C1	C14	C1	81,25%	0,00%	0,00%	6,25%	12,50%						
	Computador	C1	C1	C1	C1	C14	C14	C1	C1	C3	C3	C15	C3	C2	C15	C3	C3	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
<b>Média da Turma</b>																	Papel	78,91%	0,00%	4,17%	1,56%	15,36%
																	Computador	71,88%	0,00%	0,26%	0,00%	27,34%

### Classificação das respostas dos alunos com relação ao aprendizado

Grupos/Categorias	Interpretação	Sugestão de Ação
<b>Grupo 1:</b> C1 e C3	O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.	O aluno sabe. Apenas manutenção.
<b>Grupo 2:</b> C4	O aluno respondeu corretamente mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.	Trabalhar formalização matemática na resolução de situações-problemas.
<b>Grupo 3:</b> C5 e C3	Apesar da resposta correta ele não soube montar a operação e não demonstrou saber usar artifício para ajudá-lo na contagem. Pode sugerir facilidade com números ("conta de cabeça") ou sorte na resposta.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas para entender melhor suas dificuldades.
<b>Grupo 4:</b> C10 e C13, C16, C19 e C22, C25	Sugere falta de atenção na resolução da situação-problema pois o aluno não acertou a resposta mas acertou a operação e/ou desenvolvimento.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas.
<b>Grupo 5:</b> C14, C15, C17, C18, C23, C24, C26, C27	O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.	Submeter o aluno a novas sessões de situações-problemas.