

 **XXVII CICLO DE PALESTRAS**
SOBRE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

25 a 27 de novembro de 2019
Porto Alegre/RS

Promovido por:  CINTED

Apoiado por:  PPGIE  UFRGS  SEAD
UFRGS



ANAIS

ORGANIZADORES

Valter Roesler
José Valdeni de Lima
Leandro Krug Wives

REALIZAÇÃO

Centro Interdisciplinar Novas Tecnologias na Educação - CINTED
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação - PPGIE
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

ISBN 978-85-9489-016-0

Coordenação Geral

Valter Roesler (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

José Valdeni de Lima (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Coordenadores Adjuntos

Igor Kühn (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Rafaela Ribeiro Jardim (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Comitê de Organização

Delfa Mercedes Huatuco Zuasnábar (Universidade Federal de Roraima)

Dauster Souza Pereira (Instituto Federal de Rondônia)

Francisco Euder dos Santos (Instituto Federal de Rondônia)

Fabício Herpich (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Francisco Dutra dos Santos Jr. (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Igor Kühn (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

José Valdeni de Lima (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Leandro Krug Wives (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Mariele de Almeida Lanes (Universidade Federal de Rio Grande)

Paulo Santana Rocha (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Rafaela Ribeiro Jardim (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Roberta Gerling Moro (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Valter Roesler (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Coordenador do Comitê de Programa

Leandro Krug Wives (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Comitê de Programa

Ana Marli Bulegon (Centro Universitário Franciscano)

Andréia Solange Bos (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Anelise Jantsch (Tribunal Regional do Trabalho – RS)

Carlos Tadeu Queiroz de Moraes (Centro Universitário e Faculdades UNIFTEC)

Christian Brackmann (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha)

Dauster Pereira (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Gabriela Perry (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Giovanni Bohm Machado (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

Fabício Herpich (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Felipe Becker Nunes (Faculdade Antônio Meneghetti)

Igor Kühn (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Jacqueline Mayumi Akazaki (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Jorge Nazareno Batista Melo (Instituto Federal do Rio Grande do Sul)

José Valdeni de Lima (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Kelly Hannel (SAP)

Leandro Krug Wives (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Manuel Constantino Zunguze (Universidade Pedagógica - Moçambique)

Maria Angélica Figueiredo (Instituto Federal Farroupilha)

Mariele de Almeida Lanes (Universidade Federal de Rio Grande)

Patrícia Behar (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Paulo Santana Rocha (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Rafaela Ribeiro Jardim (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Valter Roesler (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

OPERA: Ambiente Digital para apoiar o ensino das operações básicas da matemática baseada na Teoria dos Campos Conceituais

Genilson Gomes Corradi¹, Crediné S. de Menezes^{1,2}

¹Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Programa de Pós-Graduação em Informática – Vitória – ES

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Departamento de Estudos Básicos - Av Paulo Gama, 110, Farroupilha, Porto Alegre - RS

{credine,ggcorradi}@gmail.com

Abstract. Researches of evaluation about learning has shown that students, at the beginning of their student life, have a hard time learning the contents of the math discipline, especially the basic operations. The Conceptual Field Theory, created by Gérard Vergnaud proposes two pedagogical approaches to facilitate the learning of these operations, but their use is a difficult task for teachers. To empower and foster the use of these approaches, we propose a digital environment to support teaching and learning. To evaluate the feasibility of the proposal we implemented a prototype and tested it with students and teachers in the context of the additive field.

Resumo. As pesquisas de avaliação da aprendizagem tem mostrado que os alunos, no início da sua vida estudantil, tem muita dificuldade na aprendizagem dos conteúdos da disciplina de matemática, em especial, das operações básicas. A Teoria dos Campos Conceituais, criada por Gérard Vergnaud propõe duas abordagens pedagógicas para facilitar a aprendizagem destas operações, porém 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. Para avaliar a viabilidade da proposta implementamos um protótipo e testamos com alunos e professores, no contexto do campo aditivo.

1. Introdução

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) de 2017, principal instrumento de avaliação da Educação Básica no Brasil. Esta pesquisa identificou que somente **7,3%** dos alunos atingem aprendizado adequado em matemática no ensino médio quando a meta era **40,6%**. O índice é ainda menor quando consideradas apenas as escolas públicas, onde apenas **3,6%** têm aprendizado adequado, o que significa que **96,4%** não aprendem o esperado na escola.

Em matemática alguns conteúdos são fundamentais e o domínio deles pode abrir portas para a aprendizagem de muitos outros. Dentre estes conteúdos, encontra-se o conceito das quatro operações básicas. Estas operações 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 para as quatro operações fundamentais, 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 e da divisão, outra chamada Campo Multiplicativo. O ensino baseado nestas abordagens já são utilizados por várias redes de ensino no Brasil que usa materiais concretos (figurinhas, bolas de gude, etc) para auxiliar os alunos no processo de contagem para a resolução das situações-problemas. Entretanto, em função do grande número de alunos nas salas de aula e a quantidade de tarefas que um professor precisa realizar para usar estas abordagens é constatado que ele nem sempre consegue dar atenção individualizada e personalizada aos alunos, o que dificulta um trabalho eficiente com estas abordagens. Dentre as tarefas destacamos: colecionar 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.

Dentro deste contexto, este artigo propõe um ambiente digital para apoiar o processo de ensino e aprendizagem das 4 operações básicas da matemática baseada nos Campos Aditivo e Multiplicativo com o objetivo de contribuir em possível elevação da proficiência dos alunos em matemática. O ambiente digital proposto tem como principais características facilitar a colaboração entre alunos e professores e estar disponível na internet que propicia o acesso a qualquer instante e de qualquer lugar onde haja conectividade.

Esse artigo está organizado em sete seções. Na primeira é descrita a introdução, na segunda é apresentada a fundamentação teórica, na terceira é descrita a metodologia, na quarta são descritos os trabalhos correlatos, na quinta seção é apresentado o ambiente digital proposto e o protótipo construído, na sexta são apresentados os resultados da experimentação. Na sexta seção são apresentadas as considerações finais.

2. Fundamentação teórica

O ambiente digital proposto neste trabalho 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.

2.1 Teoria dos Campos Conceituais

Na década de 80, 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, e nem multiplicação dissociada da divisão, 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).”

Quanto à aplicação desta abordagem, (Santana, Alves e Nunes, 2015) afirmam:

“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 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.

Em [Cardoso et al, 2018] e [Brasil, 2014] é demonstrado que o ensino das operações básicas da matemática baseada na utilização dos Campos Aditivo e Multiplicativo vem contribuindo para a melhoria da aprendizagem. Em [Brasil, 2014] o MEC propõe orientação aos professores no uso destes campos. Isso demonstra a aceitação da eficácia desta teoria no ensino da matemática.

2.1.1 Campo Aditivo

Para o Campo Aditivo (ou Estrutura Aditiva), Vergnaud identificou 6 categorias, também chamadas de relações de base, a partir das quais é possível classificar todos os problemas de adição e subtração:

Composição: juntar partes para se obter o todo ou subtrair uma parte do todo para se obter a outra parte.

Transformação: situações que são caracterizadas por um estado inicial que sofrem uma transformação (com perda ou ganho) e resultam no estado final.

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

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.

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: duas ou mais relações estáticas se compõem para dar lugar a outra relação estática.

Em [Brasil, 2014] é demonstrado que o ensino das operações básicas da matemática baseada na utilização do Campo Aditivo vem contribuindo para a melhoria da aprendizagem e nele o MEC propõe orientação aos professores no uso deste campo. Isso demonstra a aceitação da eficácia desta teoria no ensino da matemática.

3. Metodologia

A construção do ambiente aqui apresentado é parte de um projeto realizado junto a uma rede municipal de ensino, do qual participam professores da rede. Foram realizados levantamentos com estes professores para entender suas dificuldades na aplicação dos Campos Aditivo e Multiplicativo sem o uso de tecnologia digital.

Com base nestes levantamentos e em pesquisa na literatura que trata deste tema foi conceituado um ambiente digital, construído um protótipo (recorte contemplando somente o campo aditivo) e testado em escolas de acordo com a seguinte metodologia:

Etapa 1 - Aplicação de avaliação da aprendizagem de adição e subtração (papel) aos alunos de uma lista com 16 situações-problemas (instrumento papel) contemplando as relações aditivas de Composição, Transformação e Comparação.

Etapa 2 - Correção das respostas dos alunos do instrumento papel, avaliando o preenchimento dos campos: Operação, Resposta e Desenvolvimento da solução (aqui o aluno poderia fazer alguma representação gráfica ou mesmo textual do seu raciocínio na solução da situação-problema);

Etapa 3 - Aplicação de avaliação da aprendizagem de adição e subtração (computador) aos alunos de uma lista com 16 situações-problemas similares em raciocínio e complexidade aos da etapa 1, usando o protótipo do ambiente digital definido.

Etapa 4 - Correção das respostas dos alunos no instrumento computador pela própria ferramenta (protótipo). A análise da resolução é mostrada numa funcionalidade disponibilizada para os professores;

Etapa 5 - Aplicação de questionário aos professores sobre o experimento para que apresentassem sua percepção sobre o experimento e se o ambiente proposto auxilia no processo de ensino.

Etapa 6 - Análise dos resultados e socialização com os professores da escola, contemplando uma visão do desempenho do aluno em cada situação-problema em cada um dos instrumentos.

4. Trabalhos Correlatos

Foi realizado levantamento dos trabalhos correlatos através de uma pesquisa bibliográfica nas publicações realizadas no período de 2008 a 2018 nas bases de dados de bibliotecas virtuais mais difundidas no meio acadêmico. Foram consideradas as bases brasileiras WCBIE (Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação), RBIE (Revista Brasileira de Informação na Educação), SBIE (Simpósio Brasileiro de Informação na Educação), WIE (Workshop de Informática na Escola). As buscas nestas bases foram realizadas através das palavras chaves contidas nos títulos ou nos resumos, de acordo com a seguinte string de consulta:

(Recursos Educacionais Digitais OR software OR sistema OR ambiente OR ferramenta) AND (matemática OR campo aditivo OR campo multiplicativo OR teoria dos campos conceituais)
--

Buscamos também nas bases de dados de bibliotecas virtuais internacionais mais difundidas no meio acadêmico como IEEE Explorer, ACM Digital Library, ScienceDirect, utilizando a string de busca na língua inglesa:

(Digital Educational Resources OR software OR system OR environment OR tool) AND
(math OR additive field OR multiplicative field OR conceptual field theory)

Nas duas buscas foram encontrados 21 trabalhos que após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, obtivemos os seguintes resultados:

Artigos correlatos identificados		Comentários
Nome	Proposta	
1. Design de Software Educacional Baseado na Teoria dos Campos Conceituais	Busca definir um design mais adequado para softwares de ensino de matemática. O experimento foi feito com professores resolvendo situações-problemas num protótipo em papel para entender se a interface proposta era adequada ao processo de ensino/aprendizagem	A proposta deste artigo simplifica o trabalho do professor na aplicação de sessões de exercícios com situações-problemas, auxilia-o no mapeamento das dificuldades de aprendizagem dos alunos, permitindo ações pedagógicas mais eficazes. O artigo correlato analisado pode ajudar na melhoria da interface quando do desenvolvimento do ambiente digital.
2. Recursos Educacionais Digitais e o ensino de adição e subtração: a concepção de um jogo na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais	Propõe um jogo envolvendo 6 desafios fixos que são situações-problemas de adição e subtração. Ao jogador (aluno) é apresentado a situação-problema e 3 alternativas de respostas. Ao acertar a resposta é apresentado o desafio seguinte.	O ambiente digital proposto neste artigo 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.
3. Uma abordagem Semi-Automática para a Avaliação Comparativa de Software Educacional de Matemática	Propõe uma metodologia para facilitar a seleção de softwares educacionais avaliando os aspectos técnicos e pedagógicos. Utiliza a Teoria dos Campos Conceituais de forma mais ampla (além dos campos da matemática)	Este artigo ajuda no sentido de lançar um olhar sobre o modelo conceitual do ambiente digital proposto neste artigo com base na metodologia de avaliação de softwares para ensino da matemática.
4. Utilização de Recursos Digitais e sua Integração na Atividade do Professor de Matemática para a aprendizagem dos conceitos de proporcionalidade	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. O relato foi feito do uso do software Geoplano Virtual.	O trabalho correlato avalia a aprendizagem dos conceitos de proporcionalidade, que faz parte do campo multiplicativo, através da aplicação de atividade no software geoplano. A proposta deste artigo difere no sentido de que contempla proposta de ambiente digital para todo o campo multiplicativo e aditivo

Quadro 1: Compilação dos trabalhos correlatos. Fonte: Autores

Assim, com base nas análises acima, concluímos que os trabalhos encontrados mesmo contribuindo, diferem em relação à proposta deste artigo conforme comentado acima.

5. Ambiente proposto

O ambiente digital proposto objetiva apoiar na solução para o problema de baixa proficiência em matemática, mais especificamente, no entendimento dos conceitos envolvidos nas 4 operações básicas. A figura 1 mostra o fluxo simplificado deste ambiente.

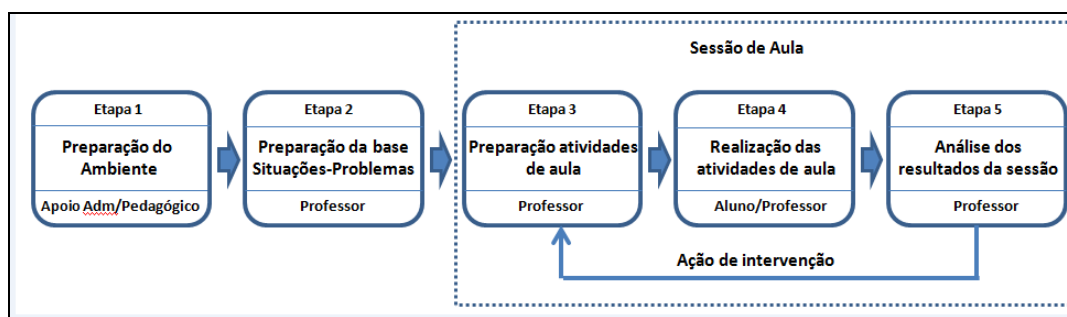


Figura 1: Fluxo simplificado do funcionamento do ambiente digital.

Fonte: Autores

Uma síntese do processo mostrado na figura 1 pode ser descrita da seguinte forma:

Etapa 1: Preparação do ambiente (Apoio Administrativo/Pedagógico) - Neste passo são cadastradas as configurações gerais do ambiente digital, as relações do Campo Aditivo e os elementos do Campo Multiplicativo (relações, eixos, classes e tipos de quantidades). Estes cadastramentos são feitos uma única vez.

Etapa 2: Preparação da base de Situações-Problemas (Professor) - Neste passo é executado o cadastramento dos temas, personagens, das Pré-frases (espécie de “esqueleto” que reflete a estrutura do enunciado da situação-problema) e outras 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. Também é executada a geração das situações-problemas para os Campos Aditivo e Multiplicativo. Ainda são cadastradas neste passo as respostas prováveis para cada situação-problema com as possíveis causas de o aluno fornecer aquela resposta e as dicas para os problemas-situações que serão fornecidas durante a resolução das situações-problemas.

Etapa 3: Preparação das atividades de aula (Professor) - Neste passo é feita a geração das sessões de exercícios.

Etapa 4: Realização das atividades de aula (Aluno/Professor) - Neste passo 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, tais como, fornecer dica para determinado aluno ou agrupar alunos para colaboração nas respostas. As intervenções citadas também podem ser realizadas pelo ambiente digital (agente).

Etapa 5: Análise dos resultados da sessão (Professor) - Neste passo o professor gera novas sessões personalizadas de acordo com as informações fornecidas pela ferramenta com base na resolução dos alunos (remediação com base no erro).

O ambiente digital deverá ser capaz de atender alunos com portadores de deficiência visual, registrar todo o rastro (movimento/clicques do mouse e entradas pelo teclado) durante a resolução das situações-problemas e permitir que o aluno inicie a resolução de uma situação-problema e retome do mesmo ponto em outro momento e até em outro dispositivo (*omnichannel*). Além das características citadas anteriormente, deverá ter capacidade de identificar o estilo de aprendizagem baseado no rastro deixado

pelo aluno na resolução das situações-problema para que o professor possa fazer os agrupamentos (colaboração entre alunos) mais adequados de alunos.

5.1 Construção de um protótipo

Para validar o objetivo do ambiente digital proposto, foi construído um protótipo (recorte com apenas o Campo Aditivo) 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 será feita no PythonAnywhere, devido a facilidade de instalação de bibliotecas Python. Das funcionalidades construídas no protótipo, destacamos:

Gerador de Situações-Problemas - Possibilita que o professor crie situações-problemas que serão selecionados pela funcionalidade de geração de sessão. Possui inteligência para não gerar enunciados repetidos. Na figura 2 é mostrado o modelo de 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.

Enviar

Figura 2: Modelo de tela e geração de situações-problemas para o Campo Aditivo.

Fonte: Autores

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 3, a tela para esta funcionalidade.

Figura 3: Modelo de tela de geração de sessão de exercícios para o Campo Aditivo.

Fonte: Autores

Resolução de Situação Problema - Exibe para o aluno todas as situações-problemas que ele necessita resolver. Possui recurso gráfico para auxiliar os alunos no processo de contagem semelhante quando fazem usando objetos concretos. Na figura 4, a tela desta funcionalidade.

Figura 4: Modelo de tela de resolução de situações-problemas para o Campo Aditivo.

Fonte: Autores

Análise dos resultados da sessão - O protótipo fornece consultas que permitem que o professor monitore o processo de resolução das sessões de exercícios pelos alunos e compreenda suas dificuldades, podendo ser mais eficaz em suas ações pedagógicas.

6. Validação da proposta

O teste foi aplicado em duas escolas de uma Rede Municipal de Ensino, num turma de 3º ano com 19 alunos, numa de 4º ano com 21 alunos e numa de 5º ano com 24 alunos. Os alunos foram submetidos a uma lista com 16 situações-problemas contemplando as

relações aditivas de Composição, Transformação e Comparação, em papel e no computador. As situações-problemas eram diferentes nas duas listas (instrumento papel e instrumento computador), porém com a mesma complexidade e abrangência de raciocínio. Um resumo dos resultados é mostrado no Quadro 2.

Ano Escolar	Item da avaliação	Instrumento	
		Papel	Computador
3º ano	Quantidade de alunos que participaram da pesquisa	19	18
	Quantidade de situações-problemas aproveitados ⁽¹⁾	256	256
	Quantidade de situações-problemas não resolvidos	27	50 ⁽²⁾
	Quantidade respostas incorretas	129	115
	Percentual de acerto	29,30%	40,63%
4º ano	Quantidade de alunos que participaram da pesquisa	21	21
	Quantidade de situações-problemas resolvidos	336	336
	Quantidade de situações-problemas não resolvidos	16	0
	Quantidade respostas incorretas	140	117
	Percentual de acerto	53,57%	63,99%
5º ano	Quantidade de alunos que participaram da pesquisa	24	24
	Quantidade de situações-problemas resolvidos	384	384
	Quantidade de situações-problemas não resolvidos	0	4
	Quantidade respostas incorretas	59	105 ⁽³⁾
	Percentual de acerto	78,91%	71,88%

Quadro 2: Resumo dos resultados das aplicações com os alunos Fonte: Autores

Os 3 professores participantes responderam a um questionário, apresentando sua percepção sobre o experimento e 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. Uma compilação das respostas dos professores é mostrada no Quadro 3.

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 3: Compilação das repostas dos professores. Fonte: Autores

Os resultados da compilação das respostas dos alunos nos 2 instrumentos e a percepção dos professores expressas nos questionários evidenciam que o ambiente digital proposto promoveu melhoria da aprendizagem para os alunos de forma geral.

7. Considerações Finais

A proposta do ambiente digital é de apoiar o professor no processo de ensino das operações de adição/subtração (Campo Aditivo) e multiplicação/divisão (Campo Multiplicativo) e auxiliar os alunos na aprendizagem dos conceitos envolvidos nestas

operações. Com base nos resultados das aplicações e nas respostas dos professores através do questionário aplicado ficou evidenciado que o ambiente digital proposto foi bem aderente ao 3º e 4º ano, pois promoveu aumento na quantidade de acertos por parte dos alunos. Com relação ao 5º ano, entendemos que este ambiente digital precisa ser melhorado, em especial, no recurso de auxílio à contagem que está implementado de forma não muito adequada para situações-problemas com números grandes, fazendo com que os alunos “chutem” o resultado das operações, incorrendo em erro (foi o que aconteceu). Os professores elogiaram na ferramenta a possibilidade de geração de sessões de exercícios específicas para alunos com base no resultado da sessão anterior e a correção automática com o rastro do raciocínio usado pelos alunos na resolução das situações-problemas.

Como trabalhos futuros entendemos que deva ser mais bem estudada a contribuição dos recursos da inteligência artificial como apoio para o trabalho de para facilitar a colaboração entre alunos e o processo de mediação pelo professor.

Desta forma, entendemos que a construção deste ambiente digital será uma grande contribuição para o aumento proficiência dos alunos em matemática, melhorando os resultados nas pesquisas de avaliação de aprendizagem, em especial, do Ensino Fundamental.

Referências

- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. 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>. Acesso em: junho de 2019.
- Cardoso, Valdinei Cezar, Rúbia Barcelos Amaral-Schio, and Samuel Rocha de Oliveira. "UM ESTUDO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA DO CAMPO MULTIPLICATIVO EXPLORADAS POR PROFESSORES E ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL." *Nuances: estudos sobre Educação* 29.3 (2018).
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.