



Aprendizagem das operações de adição e subtração baseada na Teoria dos Campos Conceituais

Genilson Gomes Corradi¹, Crediné Silva 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) – Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada à Educação - Porto Alegre - RS

{ ggcorradi, credine, }@gmail.com

Resumo. A Teoria dos Campos Conceituais, concebida para favorecer a aprendizagem das operações de adição e subtração, tem encontrado barreiras na sua implantação. Realizamos um experimento em escolas da rede pública, usando um ambiente digital para apoiar o trabalho de professores e alunos no contexto do Campo Aditivo. Os resultados obtidos sinalizam melhorias nas aprendizagens dos alunos e na mediação dos professores. O experimento apontou ainda oportunidades para melhorias no ambiente.

Palavras-chave: Teoria dos Campos Conceituais. Campo aditivo. Ambiente digital.

Learning of addition and subtraction operations based on the Conceptual Field Theory

Abstract. The Theory of Conceptual fields, designed to promote the learning of addition and subtraction operations, has encountered barriers in its implementation. We conducted an experiment in public schools, using a digital environment to support the work of teachers and students in the context of the Additive Field. The results obtained indicate improvements in students' learning and in the mediation of teachers. The experiment also pointed out opportunities for improvements in the environment.

Keywords: Conceptuals Fields Theory. Additive Field. Digital environment.

1. Introdução

O ensino da matemática sempre se apresentou como um grande desafio, fato que é comprovado pelos resultados insatisfatórios apresentados nos exames de avaliação da aprendizagem como o SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), um dos mais importantes instrumento para a avaliação da aprendizagem em Matemática e Língua Portuguesa. A Tabela 1 mostra os resultados obtidos para as edições de 2013 a 2017, dados extraídos do site “Todos pela Educação” (www.todospelaeducacao.org.br), onde é evidenciado que o resultado das avaliações se distancia da meta estabelecida na sequência dos anos escolares da educação básica, significando baixo nível de aprendizado dos conteúdos de matemática ministrados nas escolas.

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

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



Em matemática alguns conteúdos são fundamentais e o domínio deles é necessário para o aprendizado de muitos outros. Dentre estes conteúdos, encontra-se o conceito das operações básicas de adição/subtração. Estas operações geralmente são ensinadas usando os métodos tradicionais que enfatiza apenas a memorização das operações e a aplicação do algoritmo de cálculo.

Uma nova forma de ensinar matemática para as operações de adição/subtração, baseada na Teoria dos Campos Conceituais, foi criada pelo pesquisador francês Gérard Vergnaud, 1982). Para o ensino de adição e subtração ele criou uma abordagem pedagógica chamada Campo Aditivo. Este campo já é utilizado por várias redes de ensino no Brasil que usam 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 esta abordagem (coletar 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 esta abordagem.

Este artigo, baseado na dissertação de mestrado de um dos autores (Corradi, 2020), apresenta um experimento em uma rede de ensino municipal de um ambiente digital para apoiar o processo de ensino e aprendizagem segundo os princípios do Campo Aditivo. O ambiente digital utilizado tem como principais características facilitar a colaboração entre alunos e professores, reduzir o esforço dos professores e melhorar a intervenção dos professores para a aprendizagem dos alunos.

O artigo está organizado em seis seções. Além desta seção, onde o assunto é introduzido, na segunda é apresentada a fundamentação teórica, na terceira é descrita a metodologia da pesquisa, na quarta são relacionados os trabalhos correlatos, na quinta seção é apresentado o ambiente digital, na sexta seção é apresentado o experimento. Na sétima seção são apresentadas as considerações finais.

2. Fundamentação teórica

Na década de 80, o pesquisador Gérard Vergnaud criou uma teoria epistemológica construtivista chamada “Teoria dos Campos Conceituais”. Ele 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 separada 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 descoberta de novos conceitos, pelas crianças, é fruto do contato com situações diversificadas. O conceito é considerado como uma terna de três conjuntos $C = (S, I, R)$, em que: S: conjunto das situações que dão sentido ao conceito (a referência); I: conjunto das invariantes nas quais assenta a operacionalidade dos esquemas (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). Em cada situação 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).

Para o Campo Aditivo, Vergnaud identificou 6 (seis) categorias, também chamadas de relações de base, a partir das quais é possível classificar todos os problemas de adição e subtração. Vamos comentar abaixo sobre 3 (três) relações aditivas que foram contempladas no experimento:

Composição: juntar partes para se obter o todo ou subtrair uma parte do todo para se obter a outra parte. Exemplo: Na gaveta tem seis balas de chocolate, três de hortelã e quatro de morango. Quantas balas tem na gaveta?

Transformação: situações que são caracterizadas por um estado inicial que sofre uma transformação (como perda ou ganho) e resultam no estado final. Exemplo: Maria tinha R\$ 12,00 e comprou uma boneca por R\$ 4,00. Com quantos reais Maria ficou?

Comparação: são situações nas quais é estabelecida uma relação entre duas quantidades, uma denominada de referente e a outra de referido. Exemplo: Carlos tem cinco anos. Taís tem sete anos a mais que ele. Quantos anos tem Taís?

Em (Brasil, 2014) é relatado que o ensino das operações básicas da matemática baseada na utilização do Campo Aditivo vem contribuindo para a melhoria da aprendizagem e neste documento o MEC propõe orientação aos professores no uso deste campo.

3. Metodologia da pesquisa

O ambiente utilizado é parte de um projeto junto a uma rede municipal de ensino, do qual participaram professores e alunos da rede. O uso dessa teoria já é preconizado nas diretrizes curriculares da rede de ensino considerada, na qual o ensino do campo aditivo é distribuído nos 9 anos do ensino fundamental em três objetivos e em três níveis de aprofundamento (introdutório, aprofundamento e consolidação) (Vitória, 2016).

Foram realizados levantamentos com estes professores para entender suas dificuldades na aplicação do Campo Aditivo sem o uso de tecnologia digital. Utilizamos as Diretrizes Curriculares da Rede de ensino para definir os anos escolares para o experimento.

Foram selecionadas duas escolas e até 2 (dois) professores de cada escola que atuam no ensino fundamental nos anos escolares onde as operações de adição e subtração são ensinadas com o uso do Campo Aditivo.

Os professores selecionados, juntamente com os pedagogos das escolas selecionadas participaram de reuniões com as seguintes atividades:



- Apresentação do objetivo do projeto que consiste em avaliar se a utilização de recursos tecnológicos poderia ajudar os professores no processo de ensino das operações de adição e subtração usando o Campo Aditivo. Nesta atividade e nas duas seguintes foram envolvidos também técnicos da Secretaria Municipal de Educação e professores de outras escolas da rede;
- Levantamento através de entrevista para entendimento das dificuldades na adoção do Campo Aditivo aplicado sem uso de recursos tecnológicos digitais;
- Definição de requisitos funcionais e não funcionais para a construção de um ambiente digital que facilite o trabalho deles no processo de ensino usando o Campo Aditivo.
- Aprovação do escopo e homologação de uma 1ª versão do ambiente digital.

Nos levantamentos, observamos que a aplicação do Campo Aditivo é onerosa, exigindo dos professores maior tempo para preparação das atividades e acompanhamento dos alunos de forma mais individualizada já que a Teoria dos Campos Conceituais preconiza 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 básicas da matemática. Como os professores não dispõem tempo suficiente para dar suporte individual a todos os alunos ficam lacunas na aprendizagem.

Dentre as dificuldades que os professores informaram ter no processo de ensino usando o Campo Aditivo sem uso de recursos tecnológicos digitais, citamos as principais:

Dificuldade 1: A quantidade das situações-problemas é pequena devido os professores usarem somente as que são apresentadas no livro texto. Na necessidade de reaplicar uma sessão de exercícios para alunos que não conseguiram acertar, acaba-se repetindo as mesmas situações-problemas o que gera desinteresse do aluno e/ou não explora o seu potencial;

Dificuldade 2: Trabalhar com papel e lápis ou mesmo com um kit de objetos reais (figurinhas, bolinhas etc.) para auxiliar no processo de contagem, considerando que são cerca de 20 alunos por turma, dificulta o professor conseguir ver como cada aluno desenvolve sua solução;

Dificuldade 3: A correção manual da resolução das situações-problemas em toda a sua extensão (resposta, desenvolvimento e processo de contagem) fica muito onerosa para os professores que acabam priorizando somente a correção da resposta;

Dificuldade 4: O processo de fornecer dicas para os alunos é oneroso, pois pressupõe que o professor vistorie manualmente solução de cada aluno, o que em função da quantidade de alunos nem sempre é possível.

4. Trabalhos Correlatos

Foi realizado levantamento através de pesquisa bibliográfica nas publicações realizadas no período de 2001 a 2019 nas bases de dados de bibliotecas virtuais WCBIE - Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, RBIE - Revista Brasileira de Informação na Educação, SBIE - Simpósio Brasileiro de Informação na Educação e WIE - Workshop de Informática na Escola. Buscamos também nas bibliotecas internacionais virtuais IEEE Explorer, ACM Digital Library e ScienceDirect, com string de consulta em idioma inglês e francês (o criador da Teoria dos Campos

Conceituais é francês). Após os critérios de inclusão e exclusão, obtivemos os seguintes resultados: IEEE Explorer (nenhuma publicação), ACM Digital Library (nenhuma publicação), ScienceDirect (nenhuma publicação), RBIE (nenhuma publicação), Anais do SBIE (3 publicações) e Anais do WIE (1 publicação). Na lista abaixo, apresentamos as publicações correlatas encontradas.

1. Design de Software Educacional Baseado na Teoria dos Campos Conceituais – SBIE 2008 - Maurício Motta Braga, Ana Emilia de Melo Queiroz, Alex Sandro Gomes. Propõe uma ferramenta para capacitar professores sobre o campo aditivo.
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. Propõe um modelo para facilitar os professores na seleção de softwares educacionais de matemática e utiliza a Teoria dos Campos Conceituais na avaliação dos aspectos pedagógicos dos softwares educacionais.
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. Utiliza vários recursos computacionais não integrados para apoiar os professores no ensino dos conceitos de proporcionalidade, que é uma das relações do Campo Multiplicativo (outro campo conceitual desenvolvido por Vergnaud).
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. 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.

Dos trabalhos correlatos identificados, apesar de todos tratarem da Teoria dos Campos Conceituais, apenas o trabalho 1 e 4 abordam o ensino segundo o Campo Aditivo. Neles, identificamos que a quantidade de situações-problemas ofertadas aos alunos é fixa ou não estão contempladas no ambiente e são propostas pelo professor. Também não permitem intervenção e monitoramento em tempo real pelo professor por serem ferramentas isoladas.

5. Ambiente digital

O ambiente digital objetiva apoiar o processo de ensino/aprendizagem dos conceitos envolvidos nas operações de adição/subtração baseado no Campo Aditivo. A Figura 1 apresenta a sequência das etapas de utilização do ambiente. A seguir apresentamos detalhes das etapas 3, 4 e 5.

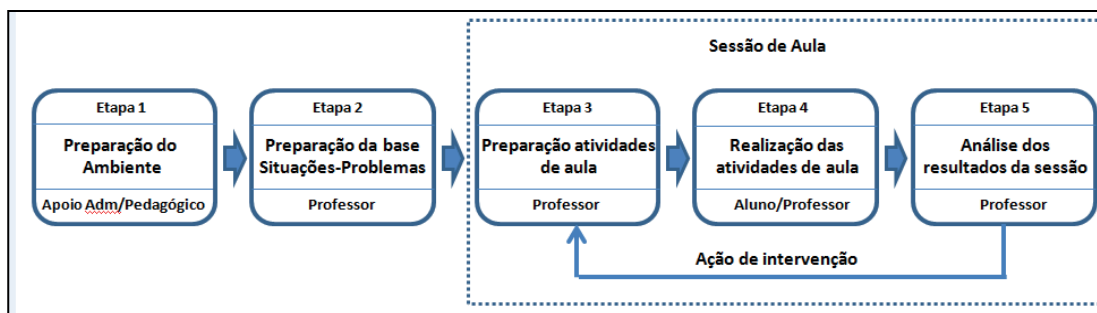


Figura 1: Fluxo do processo



Na Etapa 3 é feita a geração das sessões de exercícios compostas por situações-problemas do campo aditivo que serão submetidas aos alunos.

Na Etapa 4, os alunos resolvem as situações-problemas enquanto 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.

Na Etapa 5, o professor gera novas sessões personalizadas de acordo com as informações fornecidas pelo ambiente com base na resolução dos alunos (remediação com base no erro).

O ambiente utilizado consiste em um portal web, disponibilizado em nuvem. Das funcionalidades disponíveis, destacamos as seguintes:

Gerador de Situações-Problemas: Possibilita que o professor solicite a geração de situações-problemas baseado em *templates* (problemas “raízes” fornecidos pelos professores para cada variação de raciocínio de cada relação base) que abrangem todas as situações do campo aditivo. Possui mecanismo que evita a geração de enunciados repetidos. Estas situações-problemas formam uma base de dados que serão selecionadas pela funcionalidade de geração de sessão. Para esclarecer como é realizada a geração de situações-problemas pelo ambiente a partir de uma situação-problema raiz, exemplificamos abaixo:

Situação-Problema Raiz: <Personagem> tinha alguns/algumas <Tema>. Perdeu <Quantidade1> num jogo e ficou com <Quantidade2>. Quanto(a)s <Tema> ele tinha ?

Substituindo as variáveis da situação-problema raiz: Personagem por Pedro, Tema por figurinhas, Quantidade1 por 20 e Quantidade2 por 5, obteremos a seguinte situação-problema: Pedro tinha algumas figurinhas. Perdeu 20 num jogo e ficou com 5. Quantas figurinhas ele tinha?

Gerador de Sessão de Exercícios: O professor informa, na interface, para cada tipo de relação aditiva (composição, transformação etc.) a quantidade de situações-problema que deverá ter a sessão. O ambiente seleciona aleatoriamente na base de dados de situações-problemas (geradas pela funcionalidade Gerador de Situações-Problemas), situações-problemas para atender às quantidades informadas pelo professor para cada tipo. Informa também se deseja que a sessão seja igual para toda a turma ou se deseja gerar sessão diferenciada para um aluno ou para um grupo de alunos. Possui mecanismo para não gerar numa mesma sessão de exercícios, situações-problemas com o mesmo modelo de resolução (mesma situação-problema “raiz”).

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 (Figura 2).

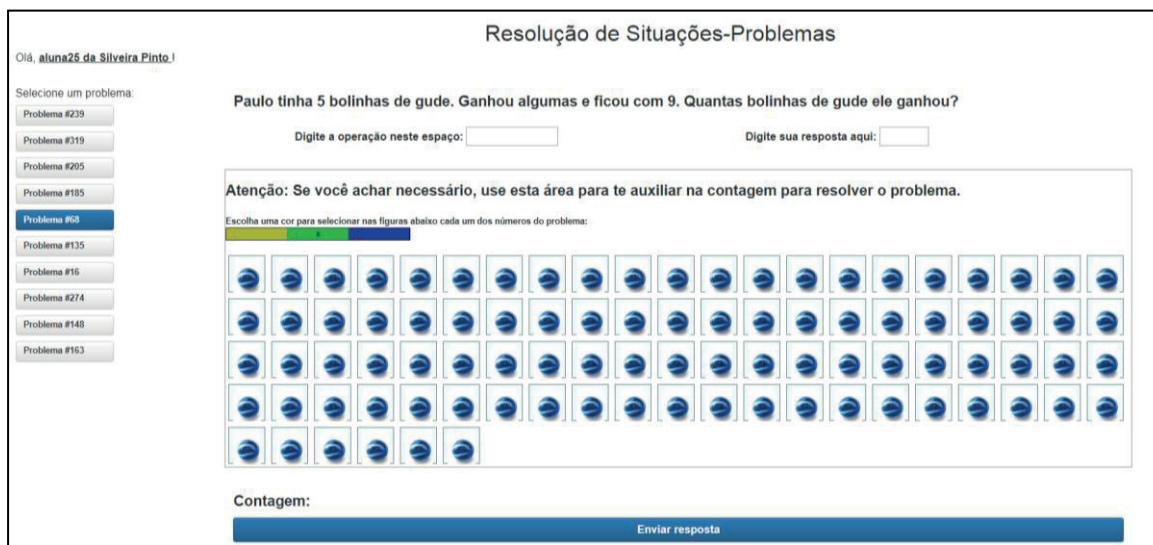


Figura 2: Resolução de situações-problemas do Campo Aditivo

Análise dos resultados da sessão: O ambiente possui 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.

O ambiente digital proposto utilizado neste trabalho se diferencia dos apresentados nos trabalhos correlatos por ser flexível, buscando facilitar as atividades dos professores no processo de ensino da adição/subtração. Adicionalmente, o ambiente digital utilizado neste trabalho possui características que permitem individualizar as sessões de exercícios, avaliar as resoluções agrupando-as por tipo de dificuldade, 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.

6. O experimento

O experimento foi realizado com 3 (três) turmas de ensino fundamental (3º ano - 20 alunos, 4º ano - 24 alunos e 5º ano - 26 alunos) totalizando 70 (setenta) alunos.

O experimento foi dividido nas etapas apresentadas nas subseções a seguir.

6.1. Levantamento do conhecimento prévio

Constituída da aplicação de uma lista de exercícios com 16 (dezesesseis) situações-problemas, num formulário em papel, que cobriam todas as possibilidades de raciocínio para as relações aditivas de composição (7 situações-problemas), comparação (6 situações-problemas) e transformação (3 situações-problemas). Para cada situação-problema o aluno deveria preencher os seguintes campos do formulário: *Operação* (montar a conta que expressa a solução da situação-problema), *Resposta* (preencher com o resultado da conta) e *Desenvolvimento* (área para os alunos desenharem figuras para apoiar o processo de contagem).

A lista foi corrigida pelos professores, com base em critérios que enquadravam as respostas dos alunos em 27 (vinte e sete) categorias (C1 a C27), baseado na combinação para os 3 (três) campos citados acima, considerando as possibilidades de respostas para estes campos (correto, incorreto e não informado). Foi definido um



agrupamento destas 27 categorias em 5 (cinco) grupos (G1 a G5) que buscavam expressar o nível de aprendizado dos alunos, conforme mostrado na Figura 3.

Grupos/Categorias	Interpretação
Grupo 1: 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.
Grupo 2: C4	O aluno respondeu corretamente mas não montou a operação correta o que pode sugerir dificuldade na formalização matemática.
Grupo 3: 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.
Grupo 4: 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.
Grupo 5: C14, C15, C17, C18, C23, C24, C26, C27	O aluno demonstra não saber resolver situações-problemas do campo aditivo.

Figura 3: Classificação das respostas com relação ao aprendizado

O levantamento do conhecimento prévio foi registrado para comparação com o resultado obtido pelos mesmos alunos utilizando o ambiente proposto.

6.2. Uso do ambiente

Através da funcionalidade “Geração de Sessão de Exercícios”, os professores geraram uma sessão de exercícios com 16 (dezesesseis) situações-problemas igual para toda a turma. A partir deste comando, o ambiente produziu uma lista similar em raciocínio e complexidade à utilizada no levantamento do conhecimento prévio, para serem resolvidas pelos alunos no ambiente através da funcionalidade “Resolução de Situações-Problemas” (Figura 2). Esta atividade foi realizada individualmente da mesma forma que no levantamento do conhecimento prévio (ver 6.1).

Após a resolução pelos alunos, o ambiente fez a correção automática das respostas dos alunos usando os mesmos critérios que os citados no levantamento do conhecimento prévio (ver 6.1).

6.3 Resultados obtidos no experimento com os alunos

De forma geral, a avaliação dos resultados com relação à aprendizagem foi baseada na diferença do percentual do Grupo 1 na resolução das situações-problemas no ambiente digital em relação ao papel. O Quadro 1 resume os resultados alcançados nas 3 turmas, demonstrando que o ambiente, através da experimentação, favoreceu a aprendizagem nas turmas de 3º e 4º anos, pois o percentual de resoluções no ambiente digital foi superior ao do papel.

Grupo de aprendizado	Turma	Instrumento		Diferença
		Papel	Computador	
Grupo 1 - O aluno sabe trabalhar com situações-problemas do campo aditivo independente da necessidade de algum artifício para ajudá-lo no processo de contagem.	3º ano	29,30%	40,63%	11,33%
	4º ano	53,57%	63,99%	10,42%
	5º ano	78,91%	71,88%	- 7,03%

Quadro 1: Avaliação da aprendizagem do experimento

Para o 5º ano, observamos que houve decréscimo na quantidade de resoluções corretas no ambiente. Entrevistando os alunos, identificamos que vários acharam a interface do suporte para contagem muito “infantil” que optaram pelo cálculo mental,



pois não era permitido o uso de papel e lápis. Entretanto para alguns que usaram a interface do suporte para contagem houve favorecimento das respostas corretas.

6.4 Avaliação do experimento pelos professores

Para avaliar se o ambiente facilitou o processo de ensino foi aplicado um questionário para os professores que participaram do experimento cujos resultados são mostrados no Quadro 2.

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 2: Compilação das respostas do questionário dos professores

Com base nas respostas dos professores, constatamos que o ambiente digital aumentou o interesse dos alunos pelo assunto (100% das respostas), auxiliou o planejamento do conteúdo e do mapeamento das dificuldades dos alunos pela facilidade de geração de situações-problemas e de geração de sessão de exercícios gerais e individualizadas e facilitou o trabalho dos professores também pela correção automática dos exercícios. O professor que respondeu à questão 6 com o “Concordo totalmente”, registrou no questionário sua percepção em relação a uma aluna específica (citou o nome da aluna) que estava tendo muita dificuldade com o conteúdo e com o experimento teve enorme melhoria no aprendizado.

7. Considerações Finais

Os professores tiveram papel fundamental na aplicação do experimento. Foram responsáveis pela criação das situações-raízes, definição da abrangência do experimento, aplicação do experimento em sala de aula e laboratório de informática, suporte aos alunos no uso do ambiente e foram muito comprometidos e sinceros na resposta ao questionário.

Na reunião realizada com cada professor no final do experimento (reunião devolutiva), onde foram apresentados para os professores os resultados do experimento com a sua turma (análise do desempenho de cada aluno, registro das observações feitas pelo pesquisador durante o experimento etc.), os professores fizeram elogios ao mecanismo de geração automática de situações-problemas, à correção automática e à geração personalizada de sessão de exercícios, comentando que estes pontos facilitaram o processo de ensino.

O experimento gerou alguns aprendizados para os autores como, por exemplo, a inadequação do mecanismo de apoio a contagem para alunos do 5º ano.

Como trabalho futuro podemos citar a aplicação do experimento em um número maior de turmas e uma avaliação das interfaces dos alunos e dos professores.



Entendemos que o experimento atingiu seu objetivo, pois o ambiente digital melhorou a aprendizagem e facilitou o processo de ensino das operações de adição/subtração baseado no Campo Aditivo.

Referências

- Arrais, Ubiratan Barros. "Expressões Aritméticas: Crenças, Concepções e Competências no entendimento do Professor Polivalente." (2006).
- 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. 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.
- Corradi, Genilson Gomes. Um Ambiente Digital para apoiar o ensino das operações fundamentais da matemática baseado na Teoria dos Campos Conceituais. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Informática - Universidade Federal do Espírito Santo, 2020.
- Moreira, Marco Antonio. "A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área." *Investigações em ensino de ciências*. Porto Alegre. Vol. 7, n. 1 (jan./mar. 2002), p. 7-29 (2002).
- 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'se University, Kingston, jun.1982.
- _____. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, J. *Evolução das relações entre a Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo e a Didática da Matemática*. Editora: Instituto Piaget. Lisboa, 1996.
- Vitória, Prefeitura Municipal de. *Diretrizes Curriculares do Ensino Fundamental e da Educação de Jovens e Adultos*, 2016.