

INVARIANTES OPERATÓRIOS MOBILIZADOS NOS ESQUEMAS DE RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS DE FUNÇÃO AFIM: UM ESTUDO DE CASO

João Paulo da Silva Santos ¹

RESUMO

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) tem sido utilizada nos últimos anos como referencial teórico nas mais diversas áreas do conhecimento por oferecer instrumentos necessários a pesquisa. Nesse estudo optou-se por utilizar esse referencial uma vez que a ideia foi identificar os invariantes operatórios dos estudantes quando resolvem situações-problemas com função afim. Esse trabalho teve como Objetivo geral: Investigar possíveis relações existentes entre os invariantes operatórios mobilizados nos esquemas de estudantes do terceiro ano do ensino médio e as estratégias de resolução de situações-problemas de função afim com diferentes representações. E como objetivos específicos: 1. Identificar os invariantes operatórios mobilizados nos esquemas existentes entre os estudantes do terceiro ano do ensino médio quando resolvem situações problemas com função afim; 2. Observar se as diferentes representações de funções afins interferem na resolução das situações-problemas; 3. Analisar a relação entre os invariantes operatórios apresentados pelos estudantes e os possíveis impactos causados em sua formação no que tange a compreensão e resolução de situações-problemas utilizando função afim. A pesquisa foi realizada em uma escola pública da rede estadual do município do Jaboatão dos Guararapes – PE, em turmas do terceiro ano do ensino médio. Participaram da pesquisa 29 estudantes do terceiro ano do ensino médio do horário vespertino. Como metodologia para essa investigação foi utilizada a Teoria dos Campos Conceituais e por se tratar de um estudo de caso, os dados obtidos foram analisados de acordo com os pressupostos propostos por Bardin para a análise de conteúdo (metodologia do questionário). Os resultados obtidos mostram que os estudantes utilizaram invariantes operatórios no campo das estruturas aditivas e multiplicativas na resolução das situações-problemas propostas de forma irregular e que a maioria deles apresentam dificuldades em reconhecer problemas quando expressos em forma algébrica ou gráfica, o que não aconteceu com os dados dispostos em tabelas.

Palavras-chave: Campo Conceitual. Invariante Operatório. Função afim. Ensino médio

INTRODUÇÃO

Guimarães (2010), Filho (2011), Schonardie (2011), destacam que o estudo das funções do tipo afim tem se revelado como um componente curricular de grandes dificuldades em sua compreensão, principalmente na sua conceituação e relação com outras áreas do conhecimento. Essa dificuldade quase sempre é proveniente de uma escolarização com lacunas em estruturas aditivas e multiplicativas nas primeiras séries

¹ Mestre em Ensino das Ciências (UFRPE), professor do ensino básico (SEDUC – Vitória de Santo Antão) e superior (Professor DNS II – UNIFG-PE – Área II - Engenharia e Tecnologia) jpaulo.dssantos@gmail.com.

do ensino fundamental úteis na compreensão de conceitos matemáticos (VERGNAUD, 1988; MOREIRA, 2002).

Essa realidade também se reflete na compreensão de outras áreas do conhecimento que utiliza o conceito de função para expressar seus próprios conceitos, a exemplo da Física, da Química e da própria Matemática, fragilizando assim a interlocução do conceito matemático com outras áreas.

Na educação básica, o estudante tem contato com o conceito de função matemática bem antes de tomar conhecimento formal sobre tal conteúdo, ainda na série primária, quando o mesmo está aprendendo a utilizar a proporcionalidade através das relações com as grandezas matemáticas em situações problemas propostas em aulas de matemática. Mais tarde, no ensino fundamental II, o estudante é levado ao conceito de função afim, quase que de uma só vez, sem uma preparação mais enxuta através de uma discussão mais real, de sua utilização em problemas, e o porquê de sua utilização, gerando um clima de instabilidade entre os estudantes e o “novo conhecimento” que tem como consequência uma resistência na aprendizagem do conceito.

Para Moreira (2002) a aprendizagem de conceitos, entre eles o de função, não são tão triviais, uma vez que o mesmo, requer um conjunto de situações (tarefa) que devem ser consideradas para que o conceito seja formulado pelo estudante e, portanto, é algo complexo que leva em consideração a dimensão epistemológica da formação do conhecimento.

No entanto, o que ocorre com frequência é uma lacuna deixada em séries anteriores e que compromete potencialmente o desenvolvimento de novas competências a partir dos conceitos matemáticos formulados, o que fragiliza a capacidade de resolver problemas utilizando-se de técnicas e ferramentas matemáticas não internalizadas, geralmente necessárias nas escolas. Quando o conhecimento em séries anteriores é comprometido, alguns dos conteúdos complexos que exigem esses conhecimentos também se tornam frágeis e sem sentido para os estudantes e assim em efeito cadeia, não acontece à formação de conceitos em outras disciplinas.

Dessa forma elencando a afirmação anterior surge a necessidade de investigar o seguinte problema de pesquisa: “Quais as relações existentes entre os invariantes operatórios mobilizados nos esquemas de resolução de situações-problemas com função afim e as estratégias utilizadas na resolução de questões com diferentes representações por estudantes do terceiro ano do ensino médio?” A justificativa reside no fato de que

boa parte dos estudantes dessa etapa conclusiva do ensino básico, apresentam dificuldades em elaborar estratégias de resolução de problemas de conteúdo específicos da Matemática.

Dessa forma, pesquisadores como Boff (2010); Guimarães (2010) têm apontado que as compreensões de conceitos matemáticos são de extrema necessidade quando se leva em consideração a necessidade de o indivíduo agir em sociedade. Assim, é necessário que qualquer pessoa seja capaz de interpretar fenômenos, resolver problemas e propor ações que possam dar novo sentido a fatos ou situações. No intuito de responder à pergunta foi necessário investigar possíveis relações existentes entre os invariantes operatórios mobilizados nos esquemas de estudantes do terceiro ano do ensino médio e as estratégias de resolução de situações-problemas de função afim com diferentes representações.

E também identificar os invariantes operatórios mobilizados nos esquemas existentes entre os estudantes do terceiro ano do ensino médio quando resolvem situações problemas com função afim; observar se as diferentes representações de função afim interferem na resolução das situações-problemas; analisar a relação entre os invariantes operatórios apresentados pelos estudantes e os possíveis impactos causados em sua formação no que tange a compreensão e resolução de situações-problemas utilizando função afim. Os resultados mostraram que as diferentes representações da função afim podem influenciar na compreensão do conceito pelos estudantes.

METODOLOGIA

Bogdan (1994, p.47) afirma que *“Na investigação qualitativa a fonte direta dos dados é o ambiente natural constituindo investigador o instrumento principal”*. Assim por se tratar de um estudo de caso, os dados obtidos foram analisados de acordo com o embasamento teórico, dos pressupostos propostos por Bardin (2000) para a análise do conteúdo.

Esse estudo teve como objetivo identificar os possíveis invariantes operatórios na resolução de situações problemas mobilizados pelos estudantes, e para isso foram adotados alguns procedimentos:

a) Foram aplicados dois questionários em três turmas do ensino médio, onde os estudantes deveriam mobilizar os conhecimentos dispostos na resolução das questões propostas sem ater-se a uma fórmula, expressão etc. A resolução dada pelos estudantes ficou livre desde que fundamentada e justificada;

- b) O questionário supracitado dispôs de questões abertas sobre função afim, bem como perguntas relativas ao conceito e a dificuldades encontradas na resolução das questões;
- c) Após a aplicação foi realizada uma triagem levando em consideração três partes:
- 1) Mobilização dos invariantes operatórios na resolução (visto através das resoluções das questões pelo estudante) (identificação dos teoremas em ação na resolução).
 - 2) Formação de categorias com as possíveis estratégias de resolução;
 - 3) Análise das categorias considerando os conhecimentos mobilizados pelos alunos durante a resolução das questões a luz da Teoria dos Campos Conceituais.

Esse estudo foi realizado em uma escola pública estadual de Pernambuco localizada no município do Jaboatão dos Guararapes, PE, que congrega alunos nas modalidades: EJA (Educação de Jovens e Adultos), Ensino médio e o Novo Ensino Médio. A mesma tinha um quantitativo de 1336 estudantes, 75 educadores distribuídos entre os três turnos (manhã, tarde e noite perfazendo um total de 36 turmas).

O público alvo dessa pesquisa foram estudantes do terceiro ano do ensino médio do turno da tarde tendo em vista a heterogeneidade dos estudantes no que tange as idades e tempo em que estudam na escola, uma vez que nessa fase os mesmos precisam demonstrar aprendizado em conteúdos específicos de Língua Portuguesa e Matemática através de avaliações externas aplicadas anualmente pela Secretaria de Educação do Governo do Estado de Pernambuco.

REFERENCIAL TEÓRICO

Teoria dos Campos Conceituais (Os invariantes Operatórios)

A Teoria dos Campos Conceituais tem sua origem a partir dos estudos de Gerard Vergnaud em meados da década de 70 com a intenção de apontar situações de aprendizagem complexas a partir do erro, principalmente na Matemática. Por ser Piagetiano (Pesquisador doutorado por Jean Piaget), Vergnaud segue os pressupostos de seu mestre, ancorando-se em conceitos como esquemas e acomodação, necessários na estruturação nos estágios de desenvolvimento piagetiano.

No entanto Vergnaud vai mais além, pois a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) por ser cognitivista, neopiagetiana oferece um referencial mais completo do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas, particularmente aquelas implicadas nas ciências e na técnica,

levando em conta os próprios conteúdos do conhecimento e a análise conceitual de seu domínio (MOREIRA, 2002).

Vergnaud desenvolveu a TCC com o intuito de compreender as relações entre as rupturas que ocorrem na construção dos conhecimentos, na aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo, onde o foco principal era o porquê do erro ocorrer entre os estudantes na resolução de situações-problemas.

Portanto, mostrava-se mais abrangente que a Teoria de Piaget uma vez que leva em consideração diversos fatores necessários para a formação do conceito, entre eles os próprios conteúdos do conhecimento e a análise conceitual de seu domínio. Assim a TCC tem sido utilizada não só no domínio da Matemática, mas também na Física, Química e outras áreas uma vez que nessas disciplinas existem conteúdos que não podem ser ensinados fora do período de escolarização correto devido aos diversos campos conceituais para os quais os estudantes devem desenvolver esquemas e concepções necessários no desenvolvimento dos conceitos.

Os conceitos-chaves da teoria dos campos conceituais são, além do próprio conceito de campo conceitual, os conceitos de esquema (a grande herança piagetiana de Vergnaud), situação, invariante operatório (teorema-em-ação ou conceito-em-ação), e a sua concepção de conceito.

Vergnaud (1993) e Moreira (2002) apresentam um conceito chave da Teoria dos Campos conceituais que é o conceito de esquema. Entende-se por esquema uma organização invariante do comportamento para um dado conjunto de situações. Essa organização invariante pode ser traduzida como um conjunto de procedimentos que por vezes pode ser automatizado e que pode conduzir o indivíduo à realização de tarefas sempre com a mesma forma de resolução.

Vergnaud salienta que a automatização é uma manifestação visível do caráter invariante da organização da ação. Mas, no entanto, as diferentes situações podem exigir do aluno a realização e procedimentos que requerem uma ação consciente, sem abandonar métodos e procedimentos já internalizados que podem servir de estímulo para a resolução de uma classe de problemas, pois para ele o nosso comportamento abrange uma parte de automatismo e outra de decisões conscientes.

O automatismo citado aqui pode ser compreendido como os mais diversos procedimentos utilizados de forma algorítmica, ou seja, sempre com as mesmas características. Exemplifica bem esse automatismo, os critérios que as crianças estabelecem na forma de contar sempre olhando para o objeto, apontando para ele e

elevando a voz em relação à quantidade observada. No entanto, esse algoritmo conforme aponta Vergnaud pode não ser eficaz e assim o indivíduo pode perceber a necessidade de modificar o esquema, pois o mesmo se encontra no processo de adaptação das estruturas cognitivas: assimilação e acomodação (VERGNAUD, 2009).

Vergnaud salienta a existência de dois tipos de classes:

- a) O Conjunto das classes de situações em que o sujeito dispõe, no seu repertório, em dado momento de seu desenvolvimento e sob certas circunstâncias, das competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação.
- b) Classes de situações em que o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que o obriga a um tempo de reflexão e exploração, a hesitações, a tentativas frustradas, levando-o eventualmente ao sucesso ou ao fracasso. (Vergnaud, 2009, p.2).

A compreensão dessas duas classes é importante uma vez que o conceito de esquema não funciona do mesmo jeito nas duas. Na primeira classe a existência de um algoritmo pronto, já é suficiente para que o aluno realize as situações propostas pelo professor em sala de aula. A segunda, no entanto, exige um processo de confronto com a realidade uma vez que o esquema pode não responder satisfatoriamente a situação desejada e, portanto, requer um processo de reestruturação do esquema unindo a outros ou reconfigurando-os, combinando-os e descombinando o esquema para que situações novas possam ser respondidas.

Na Teoria dos Campos Conceituais também é apresentado por Vergnaud as expressões conceito – em – ação e teorema – em – ação que são conhecimentos contidos nos esquemas também chamados de invariantes operatórios. O invariante operatório é chave mestre para a generalização do esquema uma vez que permite que padrões sejam reconhecidos pelos sujeitos.

O invariante operatório pode ser considerado um dos pilares da Teoria dos Campos Conceituais, uma vez que abre portas para a generalização de esquemas. Pode ser dividido em três tipos, a saber: 1) Invariantes do tipo proposição; 2) invariantes do tipo função proposicional e 3) invariantes do tipo argumento. A primeira apresenta como característica de proposições verdadeiras ou falsas, podendo assumir valor lógico de V ou F devido a sua forma de apresentar-se através de teoremas - em - ação. Um exemplo clássico desse tipo proposição descrito por Vergnaud é a forma que as crianças associam o valor total a ser pago variando a quantidade de objetos disponíveis para a venda, configurando a existência do teorema – em – ação:

$$f(nx) = nf(x) \text{ para todo } n \text{ inteiro e simples. (1)}$$

Outro invariante a ser considerado aqui é o tipo proposicional caracterizado por não assumir valores booleanos do tipo verdadeiro ou falso, mas necessário para a formação dos conceitos. Para Vergnaud são os conceitos – em – ação e sua compreensão está associada ao indivíduo saber como se escreve uma proposição. Pois bem, em lógica, proposição pode ser caracterizada como uma frase que pode ser declarativa ou negativa na qual é possível atribuir um valor lógico (verdadeiro ou falso). No entanto, Vergnaud, não se refere a esse tipo de proposição com valores lógicos de verdadeiro ou falso, mas, como funções proposicionais, como uma relação entre variáveis que não necessitam de valor lógico.

Já o invariante do tipo argumento é caracterizado pela existência de argumentos em proposições que culminam em um processo de transformação desse argumento em função proposicional. Segundo Vergnaud os conceitos–instrumentos transformam-se em conceitos objetos, ou seja, necessários a conceitualização do real.

Agora é pertinente olharmos para o “conceito”, que não se resume apenas aos teoremas em ação ou a um conjunto deles, e sim, uma extensão que considera as diversas propriedades do mesmo, nas mais diversas situações. Dessa forma o próprio Vergnaud considera o conceito como uma tríplice formada por:

$$C = (S, I, Y) \text{ onde :}$$

S – Representa o conjunto de situações que dão sentido ao conceito (referência);

I – Conjunto das invariantes em que se baseia a operacionalidade dos esquemas (significado);

Y – Conjunto das formas de linguagem (ou não) que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (significante). (VERGNAUD, 2009 p. 8).

Não sendo, portanto, trivial, o Conceito assume uma dimensão mais central na Teoria dos Campos Conceituais, uma vez que sua compreensão se dá nas mais diversas áreas do conhecimento. Gerard Vergnaud ao escrever sobre a Teoria dos Campos conceituais o fez após diversos estudos com crianças em idades de escolarização observando como as mesmas se comportavam diante de diversas situações-problemas propostos por ele e assim entender quais os invariantes operatórios mobilizados nos esquemas para a solução desafiadora proposta.

Moreira (2002) afirma que a principal premissa de Vergnaud é que o conhecimento é organizado em Campos Conceituais e dessa forma é importante compreender que ao longo dos anos o sujeito vai se apropriando e amadurecendo suas experiências transformando-as em aprendizagem. Entende então que Campos

Conceituais é acima de tudo um conjunto de: “*Problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros (...)*” (p.8).

O próprio Vergnaud afirma que campo conceitual é um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados (1983b, p.12). Dessa forma poderemos pensar em campos conceituais nas mais diversas áreas do conhecimento, pois, em outros campos do saber é possível observar a necessidade da existência do conceito para a compreensão da sua relação com problemas do contexto do estudante. O conceito de calor, por exemplo, pode ser abstrato suficiente para a compreensão dos fenômenos associados à sua existência e sua construção pelo estudante está associada à experiência do aluno com situações cotidianas e pode variar de acordo com essas experiências tornando-o abstrato.

Pensando nas estruturas estudadas por Vergnaud é possível afirmar que em uma estrutura multiplicativa, diversos conceitos estão associados a elas, como a multiplicação, a divisão ou a combinação dos dois conceitos. Analogamente no campo conceitual das estruturas aditivas as situações problemas necessariamente o conjunto de situações, requerem a utilização de uma adição, uma subtração ou uma combinação dessas operações.

Ao criar a Teoria dos Campos Conceituais Vergnaud basicamente recorreu a três argumentos: a) o conceito não é formado apenas por um único tipo de situação; b) uma situação não se analisa com um só conceito; c) a construção de um conceito não é algo rápido, mas que pode levar anos considerando as concepções, procedimentos e significantes. Assim, é possível concluir através da TCC que quando os estudantes são imersos a um novo conhecimento, estes não são totalmente novos, é comum eles recorrerem a situações passadas e experiências anteriores na tentativa de adaptá-la as novas (Moreira, 2002).

Logo é pertinente compreender que existem distintos campos conceituais e que é praticamente impossível estudar um a um de forma separada. No entanto para que cada um deles seja explorado e compreendidos faz-se necessário realizar recortes e assim observar quais os esquemas de resolução de situações problemas são mobilizados na resolução de situações-problemas.

Realizando uma pesquisa em plataformas como a Capes verifica-se que sua utilização não se limita apenas a didática da Matemática, mas em campos do

conhecimento como a Física, a exemplo do trabalho de Anjos, Sena dos Anjos, Sahelices e Moreira (2017) intitulado: *“A matemática nos processos de ensino e aprendizagem em física: funções e equações no estudo da quantidade de movimento e sua conservação”*, que teve como objetivo: verificar como as possibilidades dos conteúdos matemáticos contribuem para o aprendizado significativo dos conteúdos da Física e estes para com o aprendizado significativo das funções e equações lineares, no âmbito da Matemática.

Outro trabalho o de Santana, Alves e Nunes (2015) intitulado: *“A Teoria dos Campos Conceituais num Processo de Formação Continuada de Professores”*, os autores investigaram como os professores viam a TCC em atividades que exploram os conceitos das Estruturas Aditivas nos anos iniciais. Em outro trabalho intitulado: *“Teoria dos Campos Conceituais aplicada na verificação dos avanços e retrocessos no campo conceitual de soluções”*, Pane *et al.*, (2012) apresenta um estudo exploratório sobre os avanços e retrocessos dos alunos do terceiro ano do ensino médio no que tange a compreensão do campo conceitual de soluções na construção de modelos que permitissem interpretar o processo de dissolução como um conjunto de interações entre as partículas constituintes do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as respostas dos 29 estudantes que participaram da pesquisa, ficou claro a priori que boa parte deles não conseguiu definir o que era uma função polinomial do 1º grau, pois apenas 5 estudantes responderam de forma satisfatória, enquanto 24 não responderam ou responderam de forma incompleta. Dessa forma percebe-se que o conceito de função não foi construído pela maioria dos estudantes o que representa um problema a ser enfrentado no ensino da Matemática. Essa dificuldade conforme apontada em trabalhos anteriores, existe na grande maioria dos estudantes devido à necessidade de interação e tempo necessário para formação do conceito.

Outra questão proposta foi a seguinte: *“Um taxista cobra uma taxa fixa de R\$ 5,00 correspondente a bandeirada e mais R\$ 3,00 por cada quilômetro percorrido. a) Como você representaria a situação anterior? Justifique. b) Quanto custará uma corrida de 20km? Justifique.”*.

Essa questão, 21 estudantes, responderam satisfatoriamente, 7 responderam de forma inadequadamente e 1 não respondeu. Foram observados que os estudantes

apontaram que a função afim pode ser representada por meio de uma expressão matemática (toda função é uma relação) e que existem relações entre funções e as operações básicas de multiplicação e adição. Além disso, alguns estudantes não consideraram as condições iniciais do problema (invariante inadequado).

Outra questão proposta foi *“Um vendedor recebe mensalmente um salário composto de duas partes: uma parte fixa, no valor de R\$ 1.000,00 e uma parte variável que corresponde a uma comissão de 20% do total de vendas que ele fez durante o mês”*.

a) *Você consegue representar a situação? Como? Justifique.*

b) *“É possível calcular o salário do vendedor durante um mês, sabendo-se que ele vendeu R\$ 10.000,00 em produtos? Justifique”*.

A questão anterior traz evidências sérias em relação à aprendizagem das estruturas multiplicativas, pois apenas 6 estudantes responderam de forma satisfatória e a grande maioria ou não respondeu à questão ou responderam de forma inadequada. Observando as resoluções dadas, alguns até conseguem escrever a porcentagem associada ao problema, mas não conseguem relacionar com o todo o que configura um sério problema de aprendizagem estruturas aditivas e multiplicativas. Alguns invariantes para essa questão seriam: *“separar as partes da situação-problema pode conduzir a sua resolução”* e *“A utilização do princípio multiplicativo pode ajudar na resolução da situação-problema”*.

Outra questão proposta foi a seguinte: *“Encontre uma solução para a seguinte situação - problema: Uma pessoa vai escolher um plano de saúde entre duas opções: A e B. Condições dos planos: Plano A: cobra um valor fixo mensal de R\$ 140,00 e R\$ 20,00 por consulta num certo período. Plano B: cobra um valor fixo mensal de R\$ 110,00 e R\$ 25,00 por consulta num certo período. Temos que o gasto total de cada plano é dado em função do número de consultas x dentro do período pré – estabelecido. Em qual situação o plano A é mais econômico; o plano B é mais econômico; os dois se equivalem? Justifique. ”*

O desempenho dos estudantes nessa questão foi baixo, pois apenas 3 estudantes responderam satisfatoriamente mesmo a maioria utilizando do conceito formal de função afim para a solução. Outros partiram da ideia de que a comparação das grandezas envolvidas pode conduzir a uma solução, mas não obtiveram sucesso.

Outra questão apontava três representações diferentes para a mesma situação-problema. As questões propostas solicitavam que os estudantes representassem

algebricamente a situação proposta, em seguida que escolhessem o melhor gráfico que representasse a situação, e por fim que os mesmos observassem os dados em uma tabela proposta e escolhessem dentre os dados solicitados àqueles que satisfaziam o que estava sendo solicitado na questão.

Assim 18 estudantes responderam de forma equivocada o que foi solicitado de forma algébrica, e o grande problema residiu na interpretação da pergunta. Já em relação aos invariantes operatórios predominou a utilização das estruturas aditivas na tentativa de solucionar o problema como uma soma de parcelas iguais.

Observando o desempenho deles na resolução do que foi solicitado na forma gráfica percebe-se também um baixo desempenho (19 estudantes responderam inadequadamente ou não respondeu ao que foi solicitado). A dificuldade que os estudantes têm na representação gráfica não é uma surpresa, pois em grande parte das avaliações externas essas são as que mais aparecem, pois, falta em boa parte dos estudantes dessa pesquisa a competência de interpretar problemas com representações gráficas.

Quando a resolução partia da análise de uma tabela, 28 estudantes conseguiram responder de forma satisfatória a questão proposta, o que nos leva a crer que desenvolveram a competência de ler dados em tabelas e transformá-las em informações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa, procuramos identificar alguns invariantes operatórios que foram recorrentes nas respostas dos estudantes, e que serviram de base para entendermos quais foram mobilizados na resolução de situações-problemas pospostos nessa pesquisa. Observamos que as estruturas aditivas e multiplicativas foram mobilizadas de forma direta e indireta, as ideias de equiparação entre as grandezas, à representação formal da função afim. Observamos que diversas lacunas existem na interpretação da situação apresentada o que impedem a compreensão exata do problema.

Também foi observado se a forma de representação da situação-problema influencia na compreensão e resolução. Constatou-se que os estudantes apresentaram quase que o mesmo nível de dificuldades quando tiveram que resolver a situação representada de forma gráfica e algébrica, mas, no entanto, com os dados dispostos em forma de tabela, o grau de dificuldade foi minimizado. Assim, a forma como os dados

foram organizados ou a forma como a situação-problema foi apresentada para o estudante influenciou na compreensão e resolução.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. Investigação qualitativa em educação. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BOFF, D.S; ZANNETE, C.R.S. O desenvolvimento de competências, habilidades e a formação de conceitos: eixo fundante do processo de aprendizagem. In: V CINFE Congresso Internacional de Filosofia e Educação, 2010, Caxias do Sul-RS. Anais do Congresso Internacional de Filosofia e Educação, 2010.

FILHO, M.A.S. Possibilidades e dificuldades de uma sequência didática para o ensino de funções instrumentalizado por uma ferramenta computacional. XIII conferência interamericana de educação matemática – CIAEM, julho de 2011.

GUIMARÃES, R.S. Atividades para aprendizagem do conceito matemático de função. Universidade Federal de São Carlos - Programa de Pós-Graduação em Ciências Exatas - Departamento de Matemática -São Carlos – SP, 2010.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. Investigações em Ensino de Ciências, 7 (1), 2002. <http://www.if.ufrgs.br/ienci>, acessado em 10 de outubro de 2019.

PANE, M.C; CARMO, M.P; ARAGÃO, S.B.C; NETO, T.S. Teoria dos Campos Conceituais aplicada na verificação dos avanços e retrocessos no campo conceitual de soluções. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

SANTANA, Eurivalda; ALVES, Alex Andrade; NUNES, Célia Barros. A Teoria dos Campos Conceituais num Processo de Formação Continuada de Professores. Bolema, Rio Claro, v. 29, n. 53, p. 1162-1180, Dec. 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2015000301162&lng=en&nrm=iso>. access on 18 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v29n53a18>.

SENA DOS ANJOS, Antonio Jorge; MOREIRA, Marco Antonio; SAHELICES, M^a Concesa Caballero. A matemática nos processos de ensino e aprendizagem em Física: funções e equações no estudo da quantidade de movimento e sua conservação. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 34, n. 3, p. 673-696, dez. 2017. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n3p673/35413>>. Acesso em: 18 nov. 2019. doi:<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n3p673>.

SCHONARDIE, B. Modelagem Matemática e Introdução da Função Afim no Ensino Fundamental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

VERGNAUD, G. A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino da matemática na escola elementar. Tradução Maria Lucia Faria Moro. Curitiba: Editora UFPR, 2009.

VERGNAUD, Gérard. **Teoria dos campos conceituais**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO RIO DE JANEIRO, 1., Rio de Janeiro, 1993. *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ Projeto Fundação, Instituto de Matemática, 1993. p. 1-26.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In. HIEBERT, H. and BEHR, M. (Ed.). Research Agenda in Mathematics Education. Number Concepts and Operations in the Middle Grades. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1988. p. 141-161.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In Lesh, R. and Landau, M. (Eds.) Acquisition of Mathematics Concepts and Processes. New York: **Academic Press Inc.** 1983b, p. 127-174.