



A Contribuição da Teoria dos Campos Conceituais às Pesquisas em Educação Matemática: Um Olhar sobre Estudos Realizados no EDUMATEC-UFPE

Priscila Ferreira de Lima

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica
Universidade Federal de Pernambuco - Brasil

prililafl@gmail.com

Rita Batista

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica
Universidade Federal de Pernambuco - Brasil

rita_mat@hotmail.com

Resumo

O presente artigo faz um mapeamento de pesquisas realizadas e publicadas nas dissertações de mestrado da Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica (EDUMATEC) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) que utilizaram a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) idealizada por Gerárd Vergnaud. A exploração envolve as dissertações publicadas entre 2010 e 2013 na linha de Processos de Ensino e Aprendizagem em Educação Matemática e Científica (PEAEMC) presente universidade. Inicialmente abordamos a essência da teoria em questão, as principais concepções e conceitos que a fundamentam. Focaremos dos campos conceituais, na tríade dos significados, invariantes e representações simbólicas. Abordaremos os problemas de estrutura aditiva e multiplicativa e os conceitos do “teoremas-em-ação”. Em seguida exploraremos as dissertações que versam sobre os mais variados temas matemáticos, à luz da Teoria dos Campos Conceituais. Por fim, mas, não menos importante, faremos uma abordagem como tal teoria contribui com as pesquisas em Educação Matemática do EDUMATEC-UFPE.

Palavras-chaves: EDUMATEC, Teoria dos Campos Conceituais, Estudos, Educação Matemática, Dissertações.

Introdução

Este artigo surge da inquietação de aprofundar os estudos sobre a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud, bem como de examinar sua aplicabilidade e contribuição nas pesquisas em Educação Matemática. Como alunas do mestrado da Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica (EDUMATEC) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), buscamos descobrir dentro do universo próximo à nossa realidade, as contribuições da teoria a partir das dissertações referentes ao período de 2010 a 2013 publicadas na plataforma eletrônica oficial do EDUMATEC. Foi escolhida a linha de Processos de Ensino e Aprendizagem em Educação Matemática e Científica (PEAEMC), em função dos temas terem mais similitudes com a abordagem teórica que procuramos estudar.

Para tanto, nos embasaremos primordialmente em Vergnaud (1986, 2011), Pessoa (2009), para considerar os conceitos que cercam a TCC, em especial a tríade constituída pelos significados, invariantes e representações simbólicas, adentrando nos problemas de estrutura aditiva e multiplicativa e por fim pontuando também os teoremas-em-ação.

Como o próprio nome antecipa, a TCC considera que os conceitos e como eles são constituídos, se definem a partir de uma interação complexa entre um conjunto interligado de conceitos e um conjunto de situações diversas referentes a esses conceitos, como afirma Pessoa (2009) citando Vergnaud (1986). No tocante à sua teoria, ao determinar *teorema-em-ação* como teoremas lembrados e associados pelas crianças como uma primeira base a ser aprimorada adiante, Vergnaud (1986) afirma que as crianças tomam os problemas de forma matemática (ou não) que tratam do real, com elementos e conceitos como tempo, valor monetário, dentre outros, por exemplo, para construir um teorema e axioma cognitivo sobre o conteúdo em questão a fim de resolver o problema. Para tanto, os Campos Conceituais, são sistematizados em um tripé composto, e sistematizado de forma simples, por: um conjunto de *situações* (que dão sentido ao conceito); o conjunto das *invariantes* que constituem as diferentes propriedades do conceito e o conjunto das *representações simbólicas* que podem ser utilizadas.

Fazem parte do campo conceitual das estruturas multiplicativas todas as situações em que são observadas proporções simples e múltiplas que podem ser resolvidas por multiplicação e ou divisão. Podem ainda se relacionar a diferentes outros conceitos matemáticos como funções, número racional (decimal, fração, razão e proporção), multiplicação, divisão e outros (PESSOA, 2009). Em relação às estruturas aditivas, Vergnaud classificou os problemas em conformidade com suas características: problemas de transformação, de comparação e de composição. No que diz respeito aos problemas de estrutura aditiva, Vergnaud (1986) afirma que é prioritário reconhecer a importância da variedade das classes de problemas possíveis, de analisar atentamente sua estrutura e as operações de pensamento pertinentes para resolvê-los. “O campo conceitual das estruturas aditivas fornece numerosos exemplos de situações, nas quais a escolha de uma operação e a dos dados sobre os quais ela se aplica é delicada, exigindo um arranjo específico, uma ajuda significativa do adulto, eventualmente, uma representação simbólica original”, reforça Vergnaud (2011, p.17)

Na ótica apresentada neste trabalho, notadamente a teoria de Vergnaud é importante e contribui para a Educação Matemática, especialmente no que diz respeito à construção de conceitos matemáticos, pois como o próprio defende, a TCC possibilita atribuir aos conceitos um significado de caráter educacional, que funciona como orientador para que a educação escolar

não continue na perspectiva empírica do cotidiano nem se pautar unicamente, na ciência pura, mesmo porque os conhecimentos cotidianos e científicos se interrelacionam (PESSOA, 2009). É bem certo que nossa escolha por Vergnaud se deu, por conseguinte, em função da importância e relevância de sua teoria para a Educação Matemática devido a consistência metodológica e prática apresentada pela teoria, pois, permite aprofundar a compreensão do processo de ensino e redesenhar propostas para a construção dos conceitos abordados. Sabe-se porém, que esta teoria não é única e que há diversos estudiosos que poderiam ser explorados e contribuiriam tanto quanto Vergnaud para o ensino, em especial para a Educação Matemática.

Nosso foco neste artigo será apontar a relevância da TCC e como as dissertações recortadas, dentre as demais dissertações da linha de PEAEMC (EDUMATEC-UFPE) utilizaram os estudos de Vergnaud. Abordaremos cada uma das doze (12) dissertações analisadas considerando como os estudos de cada uma apresenta e como articulam o objeto de pesquisa à essência da teoria em questão, focalizando o campo conceitual utilizado pelas mesmas, analisando semelhanças e diferenças presentes nas abordagens.

A partir da leitura exploratória das dissertações selecionadas, nosso olhar investigador voltou-se à identificação dos elementos da TCC nelas contidas. Seguindo o mesmo direcionamento, buscamos analisar como as pesquisas em educação matemática do loco do EDUMATEC/UFPE articularam a teoria em estudo, em suas diversas nuances, a seus trabalhos de pesquisa. Todas as dissertações aqui utilizadas foram obtidas entre os dias 25.06 e 03.07 na plataforma eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnologia e estavam disponíveis à consulta. Filtramos os trabalhos publicados desde 2010 até 2013.

As pesquisas no EDUMATEC e a Teoria de Vergnaud

Após breve conceituação acerca da TCC e seus desdobramentos, passaremos a apresentar o que cada dissertação selecionada apresenta como fundamentação de sua pesquisa no tocante à teoria em estudo e as imbricações dessa em relação ao seu trabalho, apontando qual aspecto da teoria a pesquisa se baseou, quer seja: o tripé composto pelos invariantes, significados e representações simbólicas, os problemas de estrutura aditiva ou multiplicativa, os conceitos-em-ação ou teoremas-em-ação.

Fizemos uma escolha cronológica para apresentar sucintamente as análises feitas nesse estudo. Assim sendo, iniciaremos com as dissertações referentes à publicação no ano 2010 e seguiremos pontuando cada uma delas na ordem crescente dos anos.

Dissertações de 2010

Lima (2010a) se propôs a estudar a construção e interpretação de gráficos por alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Sua investigação se deu em comparar os estudantes em seus diferentes desempenhos considerando seu nível de ensino: anos iniciais ou anos finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio. As comparações dos resultados foram feitas por meio de gráficos.

Encontramos em Lima (2010a) a seguinte pergunta: como o processo de escolarização ajuda na interpretação e construção de gráficos de barras e linhas?. A autora se apoia na TCC, onde o “campo conceitual” é visto “como um conjunto de situações cujo domínio requer uma variedade de conceitos, de procedimentos, de representações simbólicas em estreita conexão.”.

Lima (2010a, p.40) *apud* Vergnaud (1986 p. 84). Nessa ótica, resgata-se o tripé formado pelas situações, propriedades invariantes e representações simbólicas.

A pesquisadora salientou que as questões das atividades de interpretação de gráficos utilizados em seu estudo envolveram situações-problema referentes ao campo conceitual das estruturas aditivas.

Verificamos neste estudo que o conhecimento matemático é reelaborado a medida que os alunos são expostos a novas situações e utilizam-se dos conceitos que já dominam para resolver ao novo. Fica ao professor o papel de expor o aluno a grande variedade de situações que sejam cabíveis ao conceito a ser estudado. Assim, a TCC é “uma teoria cognitivista na qual considera que as concepções e as competências necessárias a estruturação do pensamento de conteúdos de conhecimento matemático desenvolve-se ao longo do tempo.” Lima (2010a, p.42).

Albuquerque (2010) trabalhou com alunos do 3º e 5º anos e da Educação de Jovens e Adultos procurando investigar como adultos e crianças dos anos iniciais de escolarização compreendem a escala representada em gráficos de barras e de linha. A autora fez uso das ideias teóricas desenvolvidas por Vergnaud (1982), principalmente no que tange a compreensão do que é um conceito, constituído como sendo uma terna de três conjuntos, quais sejam: o conjunto de Situações, de Invariantes operatórios e de sistemas de Representação simbólicas.

Nessa ótica, Albuquerque resgata Vergnaud (1982) que defende que a representação é um aspecto muito importante para a compreensão de um conceito matemático, uma vez que esse conceito pode ser representado através de diferentes representações simbólicas. Acerca da forma, salienta que a representação poderá agir como facilitadora ou não no processo de compreensão dos conceitos matemáticos, sendo importante que sejam trabalhados em sala de aula diversos tipos de representações gerando uma aprendizagem mais significativa. (VERGNAUD, 1998).

Melo (2010) investigou como o conceito de média aritmética é compreendido pelos professores e alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Após aplicação de testes com professores e alunos do 3º e 5º ano do Ensino Fundamental, os resultados apontaram fraco desempenho por parte dos sujeitos e mesmo sendo aplicados em diferentes níveis de escolaridade, não viu-se grande diferença nos resultados por parte dos alunos (3º e 5º ano). Já em relação aos professores, percebe-se que estes apresentam desempenho significativamente superior ao dos alunos quanto ao conceito de média.

A autora faz uma correlação com os invariantes presentes em sua pesquisa. Afirma que a média é influenciada e dentre seus estudos, comprova que os significados tem maior influência se comparado ao invariante no desempenho dos sujeitos investigados. É considerado que a multiplicidade de representações apresentadas aos alunos pode vir a favorecer a compreensão de um conceito, “uma vez no processo de conceitualização do real a dimensão representativa exerce um papel muito importante”, Melo (2010 p.23).

Percebe-se, então, o esforço pela busca em investigar como o conceito de média aritmética é compreendido pelos alunos e professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Melo (2010) considerou os diferentes invariantes, significados e representações trazidos por Vergnaud, pois, viu neste tripé grande contribuição para a compreensão da formação do conceito de média.

Lima (2010b) analisa, em seus estudos, a compreensão de alunos da Educação de Jovens e Adultos em processo de escolarização sobre problemas de estrutura multiplicativa, especificamente os que envolvem o raciocínio combinatório. A autora se apoia na TCC no tocante, especialmente, ao campo das estruturas multiplicativas que envolve as operações multiplicação, divisão ou ambas. Amparada na teoria de Vergnaud, Lima (2010b) afirma que, concernente ao campo conceitual das estruturas multiplicativas muitos são os conceitos matemáticos envolvidos nas situações e no pensamento necessário para realização de tais situações e dentre os conceitos citados por Vergnaud estão o de função linear, função não-linear, espaço vetorial, análise dimensional, fração, razão, taxa, número racional, multiplicação e divisão.

Aponta ainda as diferenças conceituais existentes, indicando que, mesmo quando os procedimentos de cálculos são iguais, a ampliação da perspectiva conceitual de uma criança exige a competência para a realização do *cálculo relacional* (operações de pensamentos para compreensão das relações) que a torna capaz de escolher a operação adequada ao que o problema propõe e para realizar o cálculo numérico (resolução e procedimentos de resolução) apropriado.

Nesta ótica, Lima (2010b), em seu trabalho procurou elencar os esquemas e teoremas-em-ação utilizados pelos alunos da EJA, que evidenciam os conceitos-em-ação por eles já construídos, bem como os que ainda necessitam desenvolver, com vistas à ampliação do conhecimento envolvendo o raciocínio combinatório.

Dissertações de 2011

Santana (2011) em sua pesquisa de natureza qualitativa, que versa sobre conhecimentos probabilísticos, teve como objetivo principal identificar como professores do Ensino Fundamental concebem o ensino de probabilidade, analisando as concepções e conhecimentos dos mesmos. A autora fez uso da TCC proposta por Vergnaud para estabelecer uma compreensão acerca de como se dá a construção de um conceito, alegando que a teoria é adequada pois possibilita tratar de um conteúdo como a Probabilidade, onde estão envolvidos uma diversidade de outros conteúdos e conceitos como, por exemplo, os conceitos de fração, razão, porcentagem, chance, acaso, entre outros e esses conceitos articulados são necessários para que se possa proporcionar um amplo aprendizado de Probabilidade.

Assim, Vergnaud (1986, p.84) afirma que “um campo conceitual pode ser definido como um conjunto de situações, cujo domínio requer uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em perfeita conexão”. Santana (2011) justifica ainda a utilização da TCC apontando, em consonância com Vergnaud, que um conceito não se forma a partir de um tipo de situação e que numa situação não se analisa apenas um só conceito, ela é rica em variados conceitos matemáticos, bem como considera a trajetória de aprendizagem na construção e apropriação do objeto ao qual se relaciona o conceito.

Rocha (2011) se propõe em sua pesquisa, a analisar os conhecimentos que os professores do Ensino Fundamental e Médio têm acerca da combinatória e o seu ensino. Semelhantemente a Santana (2011), a pesquisadora faz uso da TCC de Vergnaud para analisar e compreender as escolhas docentes na construção do raciocínio combinatório em alunos, através da ideia da construção dos conceitos defendida por essa teoria, além de usar a classificação dos tipos de problemas combinatórios (produto cartesiano, permutação, arranjo e combinação) fundamentada

nas pesquisas desenvolvidas no Grupo de Estudos em Raciocínio Combinatório do Centro de Educação (Geração- UFPE).

A TCC de Vergnaud contribui para a construção dos conceitos matemáticos envolvidos em situações-problema, na qual se identifica três dimensões que influenciam sua apreensão: os significados envolvidos; as propriedades invariantes e representações simbólicas, onde um conceito só tem sentido se for oportunizado ao aluno a experiência com uma variedade de situações e suas relações com outros conceitos, cabendo ao professor o papel de mediar essa construção. Nesta perspectiva, a construção de conceitos matemáticos, conforme Rocha (2011, p.38) “se dá por meio da proposta de uma gama de situações que proporcionem a oportunidade para os alunos reconhecerem os invariantes e utilizarem variadas representações simbólicas, permitindo aos mesmos a visão do conhecimento matemático com sentido e significados.”

Em relação aos problemas de estrutura multiplicativa, a pesquisadora se apoia em Vergnaud que identifica três classes de problemas: *isomorfismo de medidas* que envolve uma relação quaternária entre quantidades, numa proporção direta simples; *produtos de medidas* que estabelece uma relação entre três variáveis; e *proporções múltiplas* onde as medidas de quantidade em um campo são proporcionais às medidas em dois tipos de quantidades independentes. No entanto, problemas como esses que se resolvem por multiplicação ou divisão, dependendo de como a situação os envolve podem causar dificuldades, principalmente no que diz respeito ao cálculo relacional dos problemas, alerta.

Em sua pesquisa, Cavalcanti (2011) teve como foco investigar as compreensões apresentadas por estudantes do 2º e 5º ano a respeito do conceito de variabilidade estatística. Considerando a teoria de Vergnaud (1996), a pesquisadora aponta que o desenvolvimento da variabilidade enquanto conceito e a melhor compreensão do mesmo pelos alunos pedem práticas de ensino que abracem situações diversas, representações distintas e conhecimento dos invariantes (propriedades) da mesma. E alerta quanto a necessidade de investigações futuras a respeito da tríade (S, I, R) que compõe o conceito de variabilidade estatística, pois não se tem ainda na literatura discussões a esse respeito, o que é fundamental para o desenvolvimento do estudo de todo campo conceitual. Com os resultados de seus estudos, a autora afirma que o conceito de variabilidade mantém uma estreita ligação com diversos outros e que compreender a variabilidade numa determinada situação não garante que a mesma seja entendida numa outra.

Em seu trabalho sobre média, Carvalho (2011) afirma que “apesar da simplicidade do seu algoritmo de resolução, a média apresenta dimensões conceituais que precisam de um estudo mais sistemático em todos os níveis escolares”. Nessas dimensões, diversos invariantes do conceito são apontados como importantes no ensino da média, em concomitância com a compreensão do conceito onde diversas situações dão significados aos variados conceitos e assim como em todos os outros conceitos matemáticos, a média aparece a partir de diferentes representações.

Esta foi a razão pela qual a pesquisa analisou a abordagem de média aritmética presente nos livros didáticos de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental, aprovados pelo PNLD 2011, tendo como base a TCC de Gerard Vergnaud. Justificando o uso da teoria supracitada, o pesquisador afirma que é necessário contar com uma teoria que ofereça possibilidades de compreensão da formação conceitual da média aritmética a qual integra, junto com a moda e mediana, denominadas de medidas de tendência central, reforçando que “TCC

tem contribuído de forma significativa com o campo da Educação Matemática, ajudando no entendimento de educadores e pesquisadores com relação ao desenvolvimento e a formação dos conceitos matemáticos pelos estudantes” (Carvalho, 2011, p. 47).

Carvalho (2011) defende que é importante aprofundar a epistemologia de um conceito e que para a compreensão e apropriação de um saber é primordial o estudo de um vasto conjunto de situações e conceitos, citando Vergnaud que afirma ser necessário numa investigação didática, investigar, analisar e diversificar exaustivamente as situações que conferem significado a um conceito. Mas alerta que a TCC não é uma teoria de ensino de conceitos explícitos e formalizados, sua finalidade primeira é fornecer um quadro que permita compreender as filiações e as rupturas entre conhecimentos, onde se entende por conhecimentos, tanto o saber fazer como os saberes expressos.

Nesta perspectiva, Carvalho (2011) considera a TCC como uma ferramenta poderosa para a análise das atividades propostas em sua pesquisa, investigando invariantes, significados e representações, e como os livros didáticos propiciam a formação do conceito de média aritmética a partir das atividades.

Segundo Luz (2011), saber classificar é fundamental para a construção de representações em gráficos e tabelas. Assim, classificar e representar os dados são atividades imprescindíveis ao cidadão razão pela qual, a pesquisadora realizou sua pesquisa procurando investigar como alunos e professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental classificam objetos e representam em gráficos e tabelas. O estudo pioneiro foi realizado com alunos do 3º ano e professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, com uma análise refinada das classificações e representações realizadas e foco nas diferentes formas de aprendizagem de alunos e professores.

Luz (2011) se apoia na teoria de Vergnaud (1986) a qual considera que a aprendizagem de um conceito não se dá de forma isolada uma vez que todos os conceitos fazem parte de um campo conceitual. Desta forma, ao buscarmos investigar a compreensão das pessoas em relação a qualquer conceito, e em especial ao conceito de classificação, precisa-se propor diferentes situações; diferentes invariantes (relações/propriedades) e diversas formas de se representar. Assim, um dos objetivos do trabalho foi identificar o papel das diferentes representações na classificação, pois como afirma Vergnaud (1986), a representação é um dos elementos que compõem o tripé de um conceito, ou seja, ela influencia na compreensão do conceito.

Dissertações de 2012

Trabalhando com o mesmo nível de ensino que Melo (2010), Silva (2012) apresenta uma dissertação voltada à análise da transformação entre gráfico e tabela. Os sujeitos de sua pesquisa (alunos do 3º e 5º anos), responderam atividades de construção de gráficos e tabelas. A pesquisadora considerou a TCC como justificativa para apoiar seu trabalho, considerando que, estudar um conceito envolve a interrelações com outros conceitos e o trabalho com gráficos e tabelas, considera prioritariamente as representações que aparecem no tripé da teoria de Vergnaud. A autora considerou ainda outro teórico que também ressalta a relevância das representações para a evolução do pensamento matemático, Raymond Duval (2004).

Melo (2012) alerta que compete ao professor a responsabilidade de delimitar os conceitos que vão ser abordados em sala, da mesma forma e promover interrelações com outros conceitos para que o aluno experimente e vivencie diferentes situações e representações em sua

aprendizagem. Chama a atenção ao fato de que a escola ao invés de fazer um trabalho sistemático e que leve em conta a abrangência e eficácia trazida pela TCC, reforça o decorar de fórmulas e modelos prontos, sem reflexão metodológica ou sentido.

Para a autora, a TCC articula o desenvolvimento de competências e concepções. Segundo Melo (2012), por meio das situações propostas e problemas o conceito passa a adquirir sentido e o conhecimento se “solidifica” de modo a abranger a ampliação da realidade para estimular o aluno a resolver problemas complexos por fazer uso de representações simbólicas, na ótica de Vergnaud.

Alves (2012) realizou em sua pesquisa, uma análise para avaliar a compreensão dos estudantes sobre os números inteiros no que se refere à multiplicação e divisão. Foram escolhidos para sujeitos da pesquisa, alunos da 4ª fase da EJA e do 8º ano do Ensino Fundamental, em função de serem “escolarizados na multiplicação e divisão de números inteiros”. Foram aplicadas situações envolvendo multiplicação e divisão de números inteiros relativos, baseados nos problemas de estrutura multiplicativa da teoria de Vergnaud.

O pesquisador pontua que para a elaboração e análise das questões, fez uso da TCC pois se configura numa ferramenta tanto para o desenvolvimento das situações de aprendizagem quanto para a sua análise, uma teoria capaz de explicar o processo de conceitualização da multiplicação e divisão, envolvendo números relativos, permitindo identificar a natureza das potencialidades e resistências dos estudantes ao trazerem à tona as suas competências sobre um conceito ou sobre um campo conceitual.

Ao identificar as competências mobilizadas pelos alunos quanto à multiplicação e divisão de números inteiros e analisar as possíveis especificidades de cada grupo de características, Alves (2012) utiliza uma sistematização de dados segundo as terminologias usadas por Vergnaud. Estuda-se as estratégias mobilizadas pelos estudantes de cada grupo por ele pesquisado e verifica as aproximações e distanciamentos entre os grupos. As variáveis foram observadas na busca de conhecer o que pode dificultar ou facilitar a aprendizagem do conceito de números relativos.

Citando o teorema-em-ação de Vergnaud, Alves (2012), afirma que por meio de um “conjunto de situações, de invariantes operatórios e de formas de representação, o teorema-em-ação, assim como o conceito-em-ação funcionam como unidades dos invariantes operatórios.” (p.111). Para Alves (2012), no conjunto de números inteiros, ser competente, é conseguir efetuar operações entre a multiplicação e divisão, uma vez que a aprendizagem requer o domínio de situações que mobilizam esse conceito.

No âmbito da Alfabetização Matemática, Lobo (2012) analisou a presença da imagem e textos nos enunciados da Provinha Brasil. Investigou a presença das estruturas aditivas aplicando pré e pós-teste, no ano de 2010. A pesquisadora utilizou o estudo de caso e aplicou no total, três testes com 188 alunos do Ensino Fundamental. Analisou-se nos enunciados a ideia aditiva de juntar, acrescentar, retirar, completar e comparar quantidades. Em seguida, em conjunto e por bloco, cinco ideias aditivas foram analisadas. Os resultados foram melhores quando as imagens reforçavam os dados do texto.

Lobo (2012) buscou investigar como as imagens associadas aos elementos presentes nos itens referentes a problemas de estruturas aditivas, interferem no desempenho do aluno na

resolução de problemas. Do mesmo modo que se propôs a identificar ideias aditivas associadas à presença ou ausência de imagem, analisando, quando presente ou ausente, as imagens, como as crianças respondiam a estas. A forma como os enunciados eram colocados, relaciona-se com o que Vergnaud (2009 p.213) aponta: “ a forma pela qual as informações são apresentadas tem, naturalmente, um papel na complexidade dos problemas.”

A autora cita a teoria de Vergnaud no tocante ao campo conceitual das estruturas aditivas, que segundo o teórico, concebe-se como um conjunto de situações cujo desenvolvimento implica nas operações adição e ou subtração, bem como o conjunto de conceitos e teoremas que permitem analisar as situações, como tarefas matemáticas. A teoria investiga ainda as filiações e rupturas entre conhecimentos, abordando o desenvolvimento cognitivo, a aprendizagem de habilidades, buscando compreender o conhecimento das crianças e adolescentes. No entanto, em seu estudo, Lobo(2012) optou por não utilizar as relações de base de Vergnaud, usando as categorias propostas por Carpenter e Moser (1982) apud (Borba e Santos, 1997), em problemas que envolvem: mudança (“Change”); igualização (“Equalize”); comparação (“Compare”); combinação (“Combine”).

Para estudar a influência de diferentes tipos de representações simbólicas na resolução de problemas combinatórios por alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), Barreto (2012), fez uma pré-testagem, uma intervenção e um pós-teste com um grupo de 24 alunos da EJA correspondente ao 4º e 5º anos, considerando a listagem e a árvore de possibilidades como forma de representação de problemas combinatórios. O estudo ressalta a importância de trabalhos sistematizados que abordam as dimensões conceituais propostas por Vergnaud (1986): as situações e seus significados, as propriedades e relações invariantes e as representações simbólicas que, por sua vez, passam a ser mais bem estruturadas à medida em que há uma melhor compreensão dos conceitos em que são estabelecidas as diferenças entre os significados envolvidos nas situações.

A pesquisadora evidencia que é importante que a abordagem de determinados conceitos apresente situações que envolvam conceitos correlatos como a Combinatória e a multiplicação com o objetivo de que os alunos percebam as conexões entre esses conceitos e ressalta que para Vergnaud no estudo das situações que dão sentido aos conceitos há duas ideias essenciais: a da variedade que está associada a diversidade de situações e da história que se referem às situações experienciadas que o sujeito passa a dominar.

Barreto (2012) comunga com Vergnaud quando afirma que os significados dos conhecimentos matemáticos não repousam unicamente nas situações, nem nos significantes (representações simbólicas), os significados dizem respeito especialmente às relações do indivíduo com as situações e os significantes, constituídos por esquemas usados pelos sujeitos.

A pesquisadora faz ainda um paralelo, estabelecendo as semelhanças entre as propostas de Vergnaud (1983), Nunes e Bryant (1997) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997) no que se refere à classificação dos problemas de estrutura multiplicativa.

Se apoiando na TCC entre outros, Barreto (2012) defende que é fundamental o desenvolvimento de um trabalho que estimule o aluno a descobrir a diferença entre problemas aditivos e multiplicativos através de variadas situações-problema de forma a estabelecer diferentes relações, conduzindo o aprendiz a reflexão e utilização do cálculo relacional e do cálculo numérico, especialmente em operações multiplicativas.

Dissertações de 2013

Azevedo (2013) analisa a influência da construção de árvore de possibilidades na resolução de problemas combinatórios. Em seu trabalho realizado com 40 alunos do 5º ano de duas escolas públicas, a pesquisadora fez um trabalho de intervenção com duplas de estudantes, antecedido por pré-teste e posteriormente realizou dois pós-testes (um imediato e outro após 9 semanas da intervenção). Era objetivo da autora investigar se na construção de árvore de possibilidades os alunos achariam melhor fazer uso do lápis e papel ou do computador. Para tal, foi utilizado o software Diagramas de Árbol.

A pesquisadora utilizou a TCC de Vergnaud (1986) em sua fundamentação. Ela alega que as relações combinatórias, em diferentes situações, por meio da representação árvore de possibilidades está em conformidade com a teoria de Vergnaud (1986), pois o mesmo enfatiza que o aprendizado dos conceitos se apoiam em três dimensões fundamentais: as situações que dão significado ao conceito (S); as relações e propriedades invariantes desse conceito (I) e as representações simbólicas que são usadas para representar o conceito (R).

Azevedo (2013) reafirma que cada tipo de problema combinatório tem relações específicas – o que Vergnaud (1986) denominou de *invariantes* e que esses são fundamentais para o desenvolvimento de conceitos, uma vez que os mesmos são desenvolvidos em campos conceituais e se articulam por relações em comum. Citando, Pessoa e Borba (2009a), a pesquisadora destaca dois invariantes das situações combinatórias: o primeiro relacionado às escolhas dos elementos que farão parte das distintas possibilidades e o segundo relacionado à ordenação dos elementos, ressaltando que os invariantes da combinatória podem ser trabalhados por meio da análise de diagramas de árvores, em particular as construídas virtualmente.

Eugênio (2013) realizou uma análise das explorações sobre média realizadas por alunos do 5º e 9º anos do Ensino Fundamental na interpretação de gráficos no software *TinkerPlots*. Ele fez uso da TCC, justificando que a compreensão do conceito de média envolve um campo conceitual relacionado a diferentes ideias, comungando com Vergnaud (1991) que discute elementos teóricos relativos à construção de conceitos como sendo o centro do desenvolvimento cognitivo, mas destacando que os processos cognitivos variam de acordo com as situações em que os sujeitos são confrontados. Assim, a construção do conhecimento se dá a partir da relação entre os problemas e situações já conhecidos pelos sujeitos e outros em que serão confrontados no percurso da vida. Nessa ótica, Vergnaud defende que um campo conceitual inclui não apenas as propriedades, objetos e relações, denominado por ele de *invariante*, mas também as *situações* que são os problemas por eles expressos e as *representações simbólicas* que realçam os aspectos do invariante.

O objetivo do estudo de Cruz (2013) foi investigar como a classificação vem sendo tratada na Educação Infantil, considerando as atividades propostas em livros didáticos de Matemática e a atuação de professores em sala de aula. Para responder a esse objetivo, a pesquisadora realizou análise de livros didáticos de Matemática da Educação Infantil, observações da sala de aula e entrevistas com professoras das turmas observadas.

Entre as orientações recomendadas para a Educação Infantil, encontra-se o trabalho com conceitos importantes para o desenvolvimento matemático, tais como classificação, seriação, inclusão hierárquica, conservação de número, entre outros. Muitos destes conceitos foram

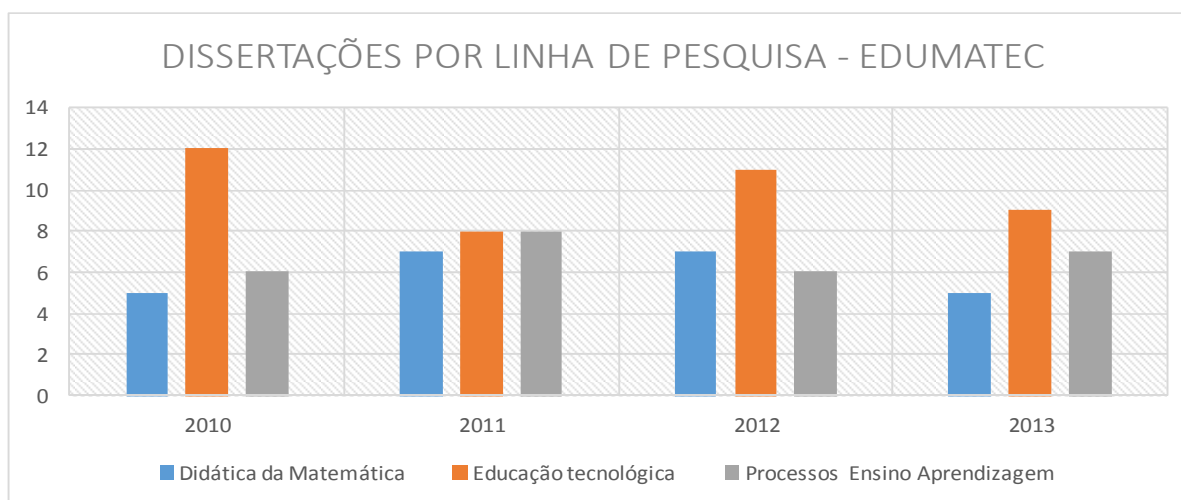
estudados por vários pesquisadores, destacando-se Piaget e Inhelder (1983), Vygotsky (1991), Vergnaud (2009).

Cruz (2013) cita Vergnaud (2009) afirmando que o mesmo relaciona os estudos sobre classificação à aprendizagem dos conceitos matemáticos. Vergnaud (2009) considerou a análise sobre as representações utilizadas na lógica da atividade de classificação, permitindo a percepção das relações estabelecidas entre as diferentes classes, bem como a ideia de união, intersecção e inclusão presentes em algumas classificações. As representações apresentadas por Vergnaud são: a cruzada, em rede, em árvore e de Euler-Venn.

Um desdobramento importante da abordagem da TCC para o conceito de média é apontado por Eugênio (2013) quando afirma que a teoria situa a média num lugar matemático que vai além dos procedimentos de cálculo que normalmente são enfatizados pela escola; nessa ótica são consideradas a diversidade de invariantes e significados que podem estar envolvidos na compreensão de seu conceito.

Análises e Considerações

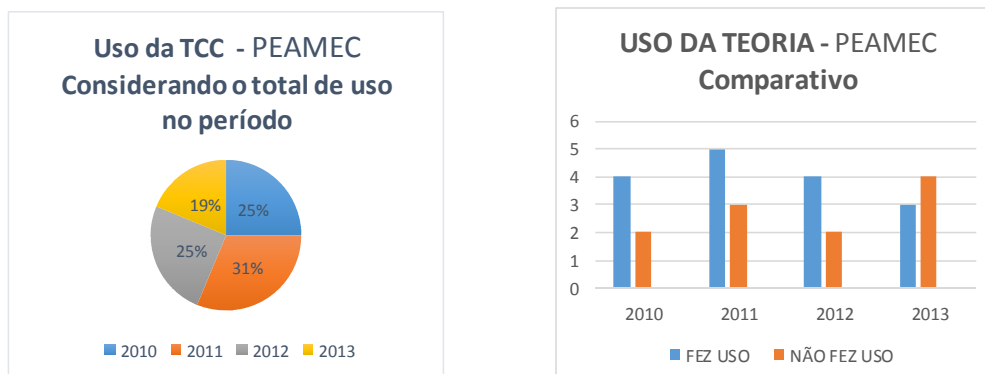
Das 97 dissertações publicadas na plataforma do EDUMATEC no período de 2010 a 2013, 27 são da linha de PEAEMC, ou seja, um total de aproximadamente 28% das produções e estudos pertencem a essa linha de pesquisa. Dessas, 16 utilizaram a TCC de Gérard Vergnaud



para fundamentar suas pesquisas, o que equivale a mais de 59%.

Observamos que a utilização da TCC nas produções científicas na linha de PEAEMC ao longo dos anos estudados se manteve em equilíbrio, sendo 4 trabalhos publicados no ano de 2010, 5 em 2011, 4 em 2012 e 3 em 2013. Os gráficos abaixo apontam quão utilizada a teoria de Vergnaud tem sido nas pesquisas em Educação Matemática do EDUMATEC, no recorte realizado. Na comparação entre a utilização ou não da TCC, verificamos que apenas em 2013 o volume de pesquisas utilizando outras teorias que não incluíssem a de Vergnaud, foi superior, nos demais o uso da teoria se sobressai aos demais trabalhos. Isso não significa dizer que as dissertações analisadas se utilizaram unicamente da TCC para fundamentar seus trabalhos, nem que as demais pesquisas não estudadas no nosso recorte não utilizaram uma teoria relevante com

consistência teórico-conceitual, inclusive, algumas citaram Vergnaud, mesmo não usando sua teoria como sustentação principal para suas pesquisas.



Dos 8 professores da linha de PEAMEC, há trabalhos orientados por 5 deles utilizando a Teoria do Campos Conceituais. Das 16 dissertações que adotaram a TCC, 5 delas foram orientadas pelo mesmo professor, 4 por outro orientador e ainda 3 por um outro. Nas demais dissertações analisadas ocorreu uma relação biunívoca, ou seja, cada dissertação foi orientada por um professor diferente, sendo duas delas orientadas por professores de outra linha de pesquisa. Acharmos importante ressaltar a figura do orientador da dissertação, pois acreditamos que os mesmos têm influência nas escolhas do percurso teórico e metodológico dos estudos realizados por seus respectivos orientandos.

As dissertações de uma forma geral, apontaram a contribuição da TCC, especialmente em relação à formação de conceitos, que está estreitamente ligado a outros conceitos, ou seja, os campos conceituais, pois como afirma Vergnaud (1992, p.7) “estudar a aprendizagem de um conceito isolado, ou de uma técnica isolada, não tem praticamente sentido”, razão pela qual é imprescindível uma diversidade de situações que são necessárias à construção dos conceitos, margeando o tripé: S – o conjunto das situações que dão sentido ao conceito; I – o conjunto de invariantes que constituem as diferentes propriedades do conceito e ϕ – o conjunto das representações simbólicas (Vergnaud, 1992).

O quadro abaixo, traz uma síntese envolvendo os conteúdos, denominado aqui de teor pedagógico abordado nas dissertações, bem como os sujeitos das pesquisas e os campos conceituais prioritários aos quais os autores se filiaram para fundamentar seus trabalhos.

Autor ano	Teor pedagógico	Sujeitos da pesquisa	Foco abordado
Lima (2010a)	Construção e interpretação de gráficos	EJA – alunos	Representações simbólicas
Albuquerque (2010)	Escala em gráficos	3º e 5º e EJA – alunos	Representações simbólicas
Lima (2010b)	Est. Multiplicativa – raciocínio combinatório	EJA –alunos	Representações, invariantes operatórios e construção de conceitos
Melo (2010)	Média aritmética	3º e 5º anos – alunos e professores	Significados, invariantes e representações
Santana (2011)	Conhecimento probabilísticos	EF – professores	Construção de conceitos
Cavalcanti (2011)	Variabilidade estatística	2º e 5º anos	Construção de conceitos –

			SRI
Carvalho (2011)	Média aritmética	Pesquisa bibliográfica	Significados, invariantes e representações
Rocha (2011)	Combinatória	EF e EM – professores	Construção de conceitos, invariantes, representações e situações
Luz (2011)	Classificações e representações	3º ano – alunos EF - professores	Representações
Barreto (2012)	Problemas combinatórios: listagem ou árvore de possibilidades	EJA – alunos	Representações simbólicas
Silva (2012)	Gráfico e tabela – transformação	3º e 5º anos – alunos	Representações simbólicas
Alves (2012)	Multiplicação e divisão de números inteiros	EJA - 4ª Fase (alunos) EF – 8º ano (alunos)	Invariantes operatórios
Lobo (2012)	Estruturas aditivas	EF – 3º anos (alunos)	Significados, invariantes e representação simbólica
Azevedo (2013)	Árvore de possibilidades (Diagramas de Árbol)	EF – 5º ano (alunos)	Situações combinatórias, significados, representações e invariantes
Eugênio (2013)	Média (software Tinkerplots)	EF - 5º e 9º anos (alunos)	Representações, invariantes e significados
Cruz (2013)	Classificação	Ed infantil – livros e professores	Construção de conceitos Representações

O campo conceitual apontado na tabela acima não extingue nem elimina a utilização de outros enfoques da teoria de Vergnaud nas pesquisas analisadas, apenas, representa sinteticamente, a nosso ver, o foco mais forte da teoria que foi utilizado com mais ênfase para o desenvolvimento dos trabalhos de cada pesquisador, considerando a pluralidade das nuances que abarcam a teoria e os objetivos dos trabalhos em estudo.

Os trabalhos de Albuquerque (2010), Cavalcanti (2011) e Cruz (2013) não explicitaram em seus textos a expressão “Teoria dos Campos Conceituais”, mas trazem repetidas vezes, seu mentor, Vergnaud e os elementos constitutivos de sua teoria.

Enfatizamos que o estudo de Lobo (2012) cita a TCC, se apoia nela em relação à conceitualização e ao significado e importância do campo conceitual de estrutura aditiva, mas não utiliza a categorização proposta por Vergnaud, optando por utilizar a proposta de Carpenter e Moser (1982), justificando que “segundo Borba e Santos(1997, p.128), a classificação de Vergnaud envolve tanto números naturais quanto inteiros relativos, ou seja, números com sinais, e no caso até o 5º ano do ensino fundamental, apenas os números naturais são apresentados às crianças” (Lobo, 2012, p.27).

Com o estudo realizado, constatamos a relevância e contribuição da TCC à Educação Matemática no recorte realizado das publicações na linha de Processos de Ensino e Aprendizagem em Educação Matemática e Científica do EDUMATEC. É bem verdade que a diversidade de conteúdos discutidos não é tão ampla e diversa como poderia, margeando muitas vezes a combinatória relacionada ou não às estruturas multiplicativas, explorando média, conhecimentos probabilísticos e possibilidades, representações e classificações, além de gráficos e tabelas, com uma pluralidade de sujeitos e objetos de pesquisa, com foco primordial no ensino e aprendizagem dos conhecimentos matemáticos.

Assim sendo, cremos que a teoria de Vergnaud tem um espaço considerável nas pesquisas que versam sobre os mais variados temas, pois se configura numa teoria abrangente e que proporciona à Educação Matemática uma amplitude cognitiva. É, assim, “uma excelente ferramenta didática, e, permite identificar a natureza das potencialidades e resistências dos estudantes ao trazerem à tona as suas competências sobre um conceito ou sobre um campo conceitual” (Alves, 2012, p.23).

Referências e bibliografia

- Albuquerque, Rossana G. C. (2010). *Como adultos e crianças compreendem a escala representada em gráficos* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Alves, Evanilson. L. (2012). *Menos com Menos é Menos ou é Mais? Resolução de problemas de multiplicação e divisão de números inteiros por alunos do ensino regular e da Educação de Jovens e Adultos* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Azevedo, Juliana. (2013). *Alunos de anos iniciais construindo árvore de possibilidades: é melhor no papel ou no computador?* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Barreto, Fernanda L. S. (2012). *O papel das representações simbólicas no desenvolvimento do raciocínio combinatório na educação de jovens e adultos* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Carvalho, José Ivanildo Felisberto de. (2011). *Média aritmética nos livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Cavalcanti, Érica M. S. (2011). *Para variar: Compreensões de estudantes dos anos iniciais diante de aspectos da variabilidade* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Cruz, Edneri P. (2013). *Classificação na Educação Infantil: o que propõem os livros e como é abordada por professores* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Eugênio, Robson S. (2013). *Explorações sobre média no software Tinkerplots 2.0 por estudantes do Ensino Fundamental* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Lima, Izauriana. B. (2010^a). *Investigando o Desempenho de Jovens e Adultos na Construção e Interpretação de Gráficos* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Lima, Rita de Cássia G. (2010b). *O raciocínio combinatório de alunos da educação de jovens e adultos: do início da escolarização até o ensino médio* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Lobo, Karla. A. B. M. S. (2012). *Investigando a Presença de Imagem na Resolução de Problemas com Ideias Aditivas na Provinha Brasil de Matemática* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Luz, Patrícia S. (2011). *Classificações nos anos iniciais do Ensino Fundamental: o papel das representações* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Melo, Cristina. M. M. (2010). *Fazendo Média: compreensões de alunos e professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.
- Pessoa, Cristiane A. S. (2009). *Quem dança com quem: o desenvolvimento do raciocínio combinatório do 2º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio* (Tese. Pós-graduação em Educação da UFPE). UFPE, Recife.
- Rocha, Cristiane A. (2011). *Formação docente e o ensino de problemas combinatórios: diversos olhares,*

diferentes conhecimentos (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.

Santana, Michaelle Renata M. (2011). *O acaso, o provável, o determinístico: concepções e conhecimentos probabilísticos de professores do ensino fundamental* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife

Silva, Dayse. B. (2012). *Analisando a transformação entre gráficos e tabelas por alunos do 3º e 5º ano do ensino fundamental* (Dissertação de Mestrado). EDUMATEC/UFPE, Recife.

Vergnaud, G. (1986). Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas. Um exemplo: as estruturas aditivas. *Análise Psicológica*, 1, 75-90.

Vergnaud, G. (2011). O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. *Educar em Revista*, n. Especial: 1/2011, 15-27. Curitiba, Brasil,