



EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO AO RESOLVEREM SITUAÇÕES DE CONCENTRAÇÃO COMUM DE SOLUÇÕES EM QUÍMICA: UM ESTUDO À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Juliane Washov Pereira¹

GD nº18 - Didática da Matemática

Resumo: Este artigo apresenta os aspectos gerais que fazem parte do projeto de uma dissertação de mestrado em andamento, que tem como objetivo: analisar conhecimentos matemáticos manifestados por estudantes do segundo ano do ensino médio, ao resolverem situações-problema relacionadas à Química, especificamente de Concentração Comum de Soluções. Considerando que este conteúdo químico está diretamente relacionado às operações de multiplicação e divisão, as situações que constituirão o percurso metodológico serão selecionadas a partir da diversidade de classes multiplicativas estabelecidas por Gérard Vergnaud, para o Campo Conceitual Multiplicativo. O percurso metodológico da pesquisa será baseado na pesquisa diagnóstica, e, a construção do instrumento de pesquisa consistirá de diferentes classes de situações-problema relacionadas à concentração comum de soluções, e será experimentado com estudantes do 2º ano do Ensino Médio. As análises dos conhecimentos matemáticos dos alunos serão fundamentadas na Teoria dos Campos Conceituais.

Palavras-chave: Concentração de soluções. Química. Matemática. Teoria dos Campos Conceituais.

INTRODUÇÃO

A escolha da temática de pesquisa, que diz respeito às disciplinas de química e matemática presentes no Ensino Médio, se deu principalmente pelo fato de a autora deste projeto ser professora de Química, finalizou no ano de 2017 o Curso de Licenciatura em Química e no ano de 2023 ingressou no Mestrado em Educação Matemática. Além disso, trabalha na rede pública estadual desde 2013, com as disciplinas de química, física e matemática, percebendo assim, a dificuldade dos estudantes quando necessitam realizar cálculos matemáticos principalmente quando envolve a química. No que se refere ao Ensino Médio, e diante da nossa experiência em sala de aula, percebe-se que os alunos têm mais dificuldade nesta referida etapa escolar, sendo, dentre todas as fases escolares, a etapa da Educação Básica que mais merece atenção, devido ao baixo nível de aprendizado, de acordo com os índices apresentados no IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) 2019, pois o Ensino Médio foi classificado no nível 2 de proficiência em

¹ Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR; Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática -PRPGEM – Nível de Mestrado; jwashovpereira@gmail.com; orientadora: Doutora Veridiana Rezende.



EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



matemática e português. Em matemática, 71,67% dos estudantes têm nível insuficiente de aprendizado, 23% desses estão no nível 0, o mais baixo da escala de proficiência. Fica nítida, portanto, a dificuldade dos estudantes em compreender alguns conceitos envolvidos nas disciplinas de matemática e química no Ensino Médio (BRASIL, 2019).

A química é uma ciência que estuda a estrutura da matéria, suas propriedades, composição, e as mudanças que ela sofre em um meio. Ela está presente em todos os aspectos da nossa vida, desde os elementos químicos que compõem o universo até as reações químicas que ocorrem em nosso próprio corpo (BRASIL, 1999).

O tema relacionado à Concentração Comum de Soluções foi definido para realizar a pesquisa pelo fato de ser um conteúdo de fácil contextualização, podendo ser abordado por meio de situações que ocorrem em fatos do cotidiano, como por exemplo, a quantidade de pó e de água para fazer café, diluição de pó para refresco, composição de medicamentos, entre outros.

O cálculo de concentração comum é uma parte importante da química analítica, a qual é apresentada aos estudantes do 2º ano do ensino médio, e envolve os cálculos matemáticos na determinação da quantidade de uma substância presente em uma solução. A concentração comum (também conhecida como concentração em quantidade de matéria) é expressa em termos de quantidade de soluto por unidade de volume de solvente. É uma maneira de quantificar a "força" de uma solução. A fórmula geral para o cálculo da concentração comum é dada por $C = m/V$. Sendo, C: concentração comum; m: massa do soluto/substância; V: volume da solução. Os valores de concentração podem ser expressos em várias unidades, como molaridade (mol/L), porcentagem em massa, porcentagem em volume, entre outras, dependendo das necessidades específicas da análise química (VOGEL, 1981, 2002).

Os cálculos matemáticos envolvidos na resolução de situações-problema de concentração comum de soluções exigem conhecimentos matemáticos que são relativos às operações de multiplicação e divisão, entre outros que envolvem proporção, números inteiros, decimais, frações, e suas operações (CIESLAK, 2021).

A matemática tem um vasto campo de aplicação, principalmente em química e física, onde faz parte dos cálculos. No ensino do conteúdo de concentração de soluções, observa-se uma grande dificuldade por parte dos alunos, em resolver situações que envolvam cálculos matemáticos. Sendo a base de continuação de outros conteúdos da química, é de suma importância saber realizar





EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



os cálculos matemáticos para a compreensão do conceito de concentração de soluções (FIGUEIREDO, 2013).

Especificamente, considerando a natureza do conceito de concentração comum de soluções, e que pode ser representado pela expressão: $C = m/V$ (VOGEL, 1981).

Cieslak (2021) mostrou que os problemas de concentração comum de solução são caracterizados, à luz da teoria dos campos conceituais proposta por Vergnaud (2009a), como sendo de proporção simples, podendo admitir as suas variações nas subclasses: Partição, Cota, Multiplicação um para muitos e Quarta Proporcional.

Em sua pesquisa de mestrado, Cieslak (2021) analisou 11 livros didáticos da disciplina de Química, e mostrou que nas situações-problema analisadas não foram apresentadas todas as classes, pois não identificou nenhuma situação de Multiplicação um para muitos. Foram identificadas apenas duas situações-problema de Cota e três de Quarta proporcional, e, seis situações-problema de Partição, as quais apareceram em maior número, totalizando as onze obras analisadas sobre o conteúdo de Concentração Comum de Soluções.

Assim, tendo como base a teoria dos campos conceituais, que tem como um dos princípios a diversidade de situações para serem apresentadas aos estudantes no decorrer da escolarização, para a aprendizagem do conceito em questão, a presente pesquisa se propõe a produzir tarefas relativas ao conceito de Concentração Comum de Soluções, elaboradas considerando a diversidade de classes de situações do campo conceitual multiplicativo, particularmente a proporção simples, para serem resolvidas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio. O objetivo da pesquisa é analisar os conhecimentos matemáticos de estudantes do segundo ano do ensino médio, por meio dos esquemas realizados ao resolverem situações-problema de concentração comum de soluções em química.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com relação ao tema de química, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1999 p. 31) diz que:

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática
Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES
12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.



EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica.

O documento enfatiza também que o conhecimento químico deve ser uma construção da mente do sujeito, que está em contínua transformação e não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, pois, deve possibilitar ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos, contribuindo para que ele se veja como participante de um mundo em constante transformação.

A aquisição do conhecimento, mais do que a simples memorização, pressupõe habilidades cognitivas lógico-empíricas e lógico-formais. Alunos com diferentes histórias de vida podem desenvolver e apresentar diferentes leituras ou perfis conceituais sobre fatos químicos, que poderão interferir nas habilidades cognitivas. O aprendizado deve ser conduzido levando-se em conta essas diferenças. [...] enfim, as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão. Para seguir o fio condutor aqui proposto para o ensino de Química, combinando visão sistêmica do conhecimento e formação da cidadania, há necessidade de se reorganizar os conteúdos químicos atualmente ensinados, bem como a metodologia empregada (BRASIL, 1999 p. 32).

Desse modo, Ferreira (2015) verificou em sua tese de doutorado que, além de utilizar seus conhecimentos químicos prévios, os alunos devem integrar os conteúdos conceituais com a linguagem matemática, para que os auxiliem na compreensão do tema abordado e apresentem os procedimentos de resolução de exercícios que envolvem concentração comum de soluções.

Assim, observa-se que as situações que envolvem a quantidade dos componentes de uma solução, abordados no tema Concentração Comum de Soluções, necessitam de conceitos matemáticos, mais especificamente os de estrutura multiplicativa para as respectivas resoluções, classificando as situações-problema de acordo com o Campo Conceitual Multiplicativo. (VERGNAUD 2009a), as quais, Cieslak (2021) verificou que, as situações-problema de Concentração Comum de Solução, são do tipo proporção simples, apresentando a variedade de suas quatro subclasses: um para muitos, partição, cota e quarta proporcional.



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática
Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES
12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.



EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



Portanto, encontrou-se na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) a base para a pesquisa mencionada, pois ela valoriza a importância das situações variadas, de conceitos e conhecimentos necessários para a efetivação da aprendizagem do indivíduo, os quais serão analisados através dela.

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) proposta pelo pesquisador e psicólogo Gérard Vergnaud foi desenvolvida principalmente na década de 80, mas foi formalizada por ele em 1990. Se trata de uma teoria cognitivista a qual busca, por meio do estudo do desenvolvimento e aprendizagem do saber fazer e dos saberes expressos, uma forma de entender como os conceitos matemáticos são construídos e como o pensamento matemático se desenvolve nos sujeitos (NOGUEIRA, REZENDE, 2014). Porém destaca:

A teoria dos campos conceituais não é específica da Matemática, embora inicialmente tenha sido elaborada para explicar o processo de conceitualização progressiva das estruturas aditivas, das estruturas multiplicativas, das relações número-espaço e da álgebra[...]. Esta não é específica da matemática, mas é no campo da matemática que foram desenvolvidas as pesquisas mais sistemáticas. Estas pesquisas continuam, no entanto, incompletas ainda hoje (VERGNAUD, 1993, p. 1. 2017 p.63).

Sendo assim, a TCC busca compreender como os conceitos matemáticos são construídos e organizados pelos estudantes, enfatizando a importância das relações entre esses conceitos e um conjunto de situações. Para Vergnaud (1986):

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 estreita conexão. [...] A descrição de um campo conceitual requer ao mesmo tempo a análise das situações (ou dos problemas), a análise dos procedimentos de tratamento utilizados pelos alunos, os propósitos que têm e suas argumentações, as representações simbólicas que utilizam.

Segundo Vergnaud (2003), é a conceitualização que por meio do desenvolvimento concebe que o processo cognitivo não é só aquele que organiza as atividades, mas, também o modo de desenvolver formas inteligentes de organização, ao serem realizadas pelo sujeito.

Essas situações-problema que serão selecionadas para esta pesquisa, se estabelecem como um conjunto das situações que envolvem uma (ou mais) multiplicação e/ou divisão, sendo assim, a multiplicação não deve ser apresentada ao aluno somente como uma soma de parcelas iguais, mas abranger todos os conceitos que decorrem da multiplicação, que podem abranger proporcionalidade, divisão, combinatória, adição de parcelas iguais e organização retangular (VERGNAUD, 2009b).



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.

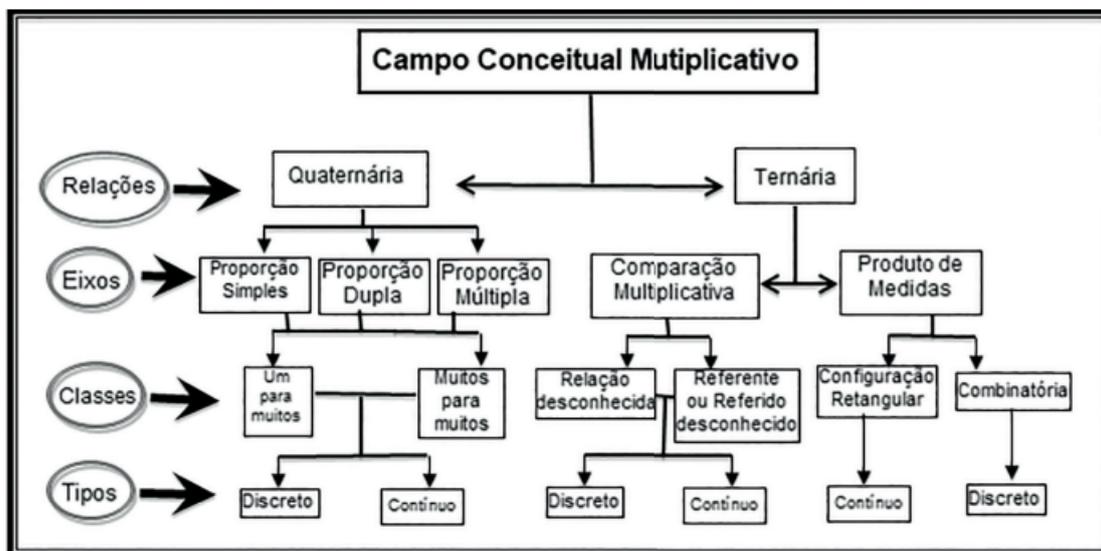
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES

12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.



Na Figura 1 é apresentado um esquema do Campo Conceitual Multiplicativo, incluindo os elementos dessas relações da estrutura multiplicativa:

Figura 1: Estrutura multiplicativa



Fonte: Magina, Santos e Merlini (2014)

Baseando-se nesses conceitos da Teoria dos Campos Conceituais, a qual fazem parte, o Campo Conceitual Multiplicativo, em sua pesquisa, Cieslak (2021), diz que:

Enquanto aporte teórico, a TCC possibilita compreender as situações de Concentração Comum de Soluções, expressa por uma razão entre a massa do soluto e o volume de uma solução, permitindo, assim, associar tais situações-problema ao Campo Conceitual Multiplicativo. Nesse contexto, as resoluções dos problemas de química dependem principalmente de conhecimentos matemáticos associados às operações de multiplicação e divisão, também de outros conceitos e ideias matemáticas, tais como números decimais, frações, proporções entre grandezas, conversão de unidades de medida, funções, volume, entre outros.

Conforme a seleção de problemas nos diferentes livros didáticos, feita por Cieslak (2021), que optou por elencar os que representam diferentes classificações de Proporção Simples, apresenta-se no quadro 1, uma situação-problema da classe de Multiplicação um para muitos. Segundo Gitirana *et al.* (2014 *apud* CIESLAK 2021), para os problemas do tipo Proporção Simples–Multiplicação um para muitos, a quantidade que se relaciona à unidade é dada e deseja-se saber o valor correspondente à segunda grandeza de mesma espécie, cuja razão entre as duas espécies é a mesma. Observa-se o seguinte exemplo selecionado presente no livro didático:

Quadro 1 – Problema proporção simples multiplicação um para muitos

XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática
Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES
12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.





EBRAPEM 027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



Para um frasco de cloridrato de nafazolina (0,25mg/ml) contendo 15 ml, por exemplo, tem-se:

$$0,25 = x/15$$

$$0,25 \times 15 = x$$

$$x = 3,75 \text{ mg de nafazolina}$$

Fonte: Lisboa (2016, p. 17 *apud* CIESLAK 2021)

Assim, a representação por meio de um esquema sagital de um problema de proporção simples envolve a correspondência de dois tipos de medidas distintas. Desse modo, o esquema sagital abaixo representa o problema apresentado no quadro 1:

Como demonstra a figura 2, Cieslak (2021):

Figura 2: Esquema sagital para representação da classificação da situação-problema

$C = 0,25 \text{ mg/ml}$

Volume (ml)	Massa (mg)
1	0,25
15	x

Fonte: Cieslak 2021

Nesta representação, as grandezas envolvidas são volume e massa, e Cieslak (2021) verificou que:

Especificamente para problemas que envolvem Concentração Comum de Solução, com base em Vergnaud (2009), nossos estudos mostram que a Concentração Comum de Soluções, dada por $C = m/V$, é o operador-função que permite passar de uma categoria a outra (VERGNAUD, 2009a), ou seja, a concentração C (miligramas/mililitros) permite passar de volume (mL) para massa (mg).

Desse modo podemos afirmar que as resoluções das situações-problema de Concentração Comum de Soluções, as quais serão analisadas, articulam ideias e conceitos matemáticos, de acordo com a Teoria dos Campos Conceituais. Pois, as pesquisas analisadas, indicam que essas





EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



situações-problema pertencem ao Campo Conceitual Multiplicativo na classificação de Proporção Simples.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A realização desta pesquisa ocorre por meio de estudo teórico e empírico. O estudo teórico está sendo construído, tendo como tema, Concentração Comum de Soluções, transcorre por meio de textos científicos (artigos, dissertações e teses), para a construção da fundamentação desse projeto de dissertação e a revisão de literatura. A revisão da literatura aborda os textos referentes ao ensino/aprendizagem dos cálculos matemáticos envolvidos no conteúdo de concentração comum de soluções, por meio de uma revisão dessas situações-problema de Química. A teoria dos Campos Conceituais é a base teórica para a pesquisa.

O estudo empírico será construído para investigar conhecimentos matemáticos manifestados por estudantes do segundo ano do Ensino Médio, ao resolverem situações-problema pertencentes a classes distintas do Campo Conceitual Multiplicativo, abordados no tema Concentração Comum de Soluções.

Para que essas etapas da pesquisa possam ser realizadas, o percurso metodológico da pesquisa terá uma abordagem qualitativa, em que Creswell (2007) propõe que o pesquisador utilize para explorar e entender como os indivíduos ou os grupos de indivíduos denotam a um problema social ou humano. Envolvendo questões e procedimentos dos quais surgem os dados coletados no ambiente do participante, cuja análise é realizada pelo pesquisador a partir das interpretações e das particularidades e suas significâncias.

A investigação qualitativa envolve diferentes demonstrações de conhecimentos, estratégias de investigação, método de coleta e análise de dados. Neste modelo de investigação podemos empregar diferentes formas de conhecimento, estratégias e métodos para coleta e análise de dados coletados (CRESWELL, 2007). Sendo considerada uma pesquisa interpretativa:

A pesquisa qualitativa é uma forma de investigação interpretativa em que os pesquisadores fazem uma interpretação do que enxergam, ouvem e entendem. Suas interpretações não podem ser separadas de suas origens, história, contextos e entendimentos anteriores. Depois de liberado um relato de pesquisa, os leitores, assim como os participantes, fazem uma interpretação, oferecendo, ainda, outras interpretações do estudo. Com os leitores, os participantes e os pesquisadores realizando interpretações, ficam claras as múltiplas visões que podem emergir do problema (CRESWELL, 2007).



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática
Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES
12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.



EBRAPEM 027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



Dessa forma, a construção do instrumento de pesquisa será respaldada na teoria dos Campos Conceituais e na diversidade de situações-problema relacionadas à Concentração Comum de Soluções.

Primeiramente, para o início do desenvolvimento da pesquisa está sendo pesquisados trabalhos relacionados ao tema, como artigos científicos em anais de eventos, dissertações e teses, de periódicos (brasileiros e estrangeiros) como o catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), *SciELO* e *Google Scholar*, que contemplassem no seu título Teoria dos Campos Conceituais, teoria dos campos conceituais e química, teoria dos campos conceituais e Concentração Comum de Soluções, conceitos de proporcionalidade e Concentração Comum de Soluções, fazendo um estudo prévio para a construção deste projeto.

Na segunda etapa, serão selecionadas dos livros didáticos, situações-problema que envolvem cálculos de concentração comum de soluções, para fazer um estudo dos problemas, exemplos e abordagem do tema químico em questão.

A terceira etapa ocorrerá com a experimentação da sequência didática, realizada em sala de aula, individualmente, sem consulta a livros ou outros materiais, com alunos do 2º ano do Ensino Médio em instituições públicas estaduais, sendo uma cidade situada no sul do estado do Paraná e outra ao norte do estado de Santa Catarina, a qual fazem divisa geográfica.

Destarte, na quarta etapa, presume-se que os dados a serem produzidos pelos registros escritos dos alunos, por meio da aplicação de situações-problema, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular, irão fornecer subsídios para auxiliar a pesquisadora nas análises e tratamento dos dados colhidos na experimentação e na produção dos alunos em sala de aula.

REFERÊNCIAS

BITTAR, M. **Contribuições da teoria das situações didáticas e da engenharia didática para discutir o ensino de matemática.** In: Rosinalda Aurora de Melo Teles; Rute Elisabete de Souza Rosa Borba; Carlos Eduardo Ferreira Monteiro. (Org.). *Investigações em didática da matemática.* 1ed. Recife: UFPE, 2017, v. 1, p. 101-132.





EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 1999.

CHIARI, A. S. **A utilização do escalonamento na resolução de sistemas lineares por alunos do ensino médio**. 118 f, 2011. Mestrado em educação matemática. Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul Em Campo Grande.

CIESLAK, A. M. **Problemas de concentração comum de soluções em livros didáticos de química: um estudo à luz da teoria dos campos conceituais**. 116 f, 2021. Mestrado em educação matemática Instituição de Ensino: Universidade Estadual Do Paraná

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa e métodos qualitativos, quantitativos e mistos**; Tradução: Luciana de Oliveira Rocha. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007

FERREIRA, J. A. M. G. **Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de soluções: proposta de ensino contextualizada**. 26/02/2015. 118 f. Doutorado em química. Universidade Federal de Rio Grande do Norte Natal, 2015.

FIGUEIREDO, A. P. N. B. **Resolução de problemas sobre a grandeza volume por alunos do ensino médio: um estudo sob a ótica da teoria dos campos conceituais'** 20/02/2013 182 f. Mestrado em educação matemática e tecnológica Instituição de Ensino: Universidade Federal de Pernambuco, Recife Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UFPE

GITIRANA, V. *et al.* **Repensando multiplicação e divisão: contribuições da teoria dos campos conceituais**. 1ed. – São Paulo, PROEM, 2014.

LISBOA, J. C. F. **Ser protagonista: Química, 2º ano do ensino médio**. 3º ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

MAGINA, S.; MERLINI, V.; SANTOS, A. **A estrutura multiplicativa sob a ótica da Teoria dos Campos Conceituais: uma visão do ponto de vista da aprendizagem** In: III SIPEMAT. Universidade Estadual do Ceará. 2012.

MAGINA, S. M. P.; SANTOS, A.; MERLINI, V. L. **O raciocínio de estudantes do ensino fundamental na resolução de situações das estruturas multiplicativas**. Ciência e Educação, São Paulo, UNESP, v. 20, n. 2, p. 517-533, 2014.

NOGUEIRA, C. M. I., REZENDE, V. **A Teoria dos Campos Conceituais no Ensino de Números Irracionais: Implicações da Teoria Piagetiana no Ensino de Matemática**. *Schème*. V.6, n.1, Unesp, 2014.

SANTANA, J. E. O. **Matemática aplicada a química**. 2016 9 f. Mestrado em Matemática Instituição de Ensino: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES

12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.



EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



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

VERGNAUD, G. **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 Fundão, Instituto de Matemática, 1993.

VERGNAUD, G. **A gênese dos campos conceituais**. Livro de Esther Pillar Grossi (org.). Por que ainda há quem não aprende? Editora Vozes, 2003.

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

VERGNAUD, G. **O que é aprender?** In: BITTAR, M., MUNIZ, C. A. (Org). A aprendizagem Matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais. Editora CRV, Curitiba, 2009 b.

VERGNAUD, G. **Piaget e Vygotsky em Gérard Vergnaud Teoria dos Campos Conceituais**. GEEMPA. 2017.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Quantitativa**. 5 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VOGEL, A. I. **Análise química quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro (RJ): LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2002





EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES

12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.