



Interdisciplinary

**LINKSCIENCEPLACE**

DOI: 10.17115

ISSN: 2358-8411

**Scientific Journal**



Interdisciplinary Scientific Journal. ISSN: 2358-8411

Nº 3, volume 10, article nº 02, July/September 2023

D.O.I: <http://dx.doi.org/10.17115/2358-8411/v10n3a2>

Accepted: 01/03/2022 Published 09/09/2023

## CONSTRUCTION OF KNOWLEDGE IN NUMERICAL CALCULATION VIRTUAL ENVIRONMENT THROUGH COLLABORATIVE WORK

## CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM CÁLCULO NUMÉRICO VIA AMBIENTE VIRTUAL POR MEIO DE TRABALHO COLABORATIVO

**Alex Cabral Barbosa**

Doutor em Ciências Naturais

[alex.barbosa@iff.edu.br](mailto:alex.barbosa@iff.edu.br)

**Nilson Sergio Peres Stahl**

Doutor em Educação

[nilson8080@gmail.com](mailto:nilson8080@gmail.com)

**Larissa Lessa de Souza Cabral**

Especialista em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)

[larilsouza@yahoo.com.br](mailto:larilsouza@yahoo.com.br)

**Sandra Maria Schröetter**

Doutora em Ciências Naturais

[sandra-tter@hotmail.com](mailto:sandra-tter@hotmail.com)

**Rachel de Salles Freitas dos Santos**

Doutora em Ciências Naturais

[salles.rachel@gmail.com](mailto:salles.rachel@gmail.com)

### RESUMO

O presente trabalho investiga como pode ocorrer a construção do conhecimento em cálculo numérico, em ambiente virtual, em um processo colaborativo, por meio de salas virtuais no *Google Classroom*. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes das Engenharias e da Licenciatura em Matemática do campus Campos Centro do Instituto Federal Fluminense, por meio da aplicação de questões problemas relacionadas ao conteúdo programático da disciplina de Cálculo Numérico, tendo como finalidade apresentar algumas definições, investigações e reflexões sobre a

Análise de Conteúdo, enquanto metodologia de pesquisa de natureza quantitativa e qualitativa, no campo das Ciências Sociais. Embasados na abordagem de Estudo de Caso, pretendemos responder as perguntas de pesquisa, utilizando questões problemas para a análise qualitativa, e informações acerca das notas dos estudantes para a análise quantitativa. Para a primeira, aplicamos as situações problemas com temas do cotidiano aos participantes do projeto, a fim de aplicarem conteúdos da disciplina de Cálculo Numérico. Para a segunda, pretendemos fazer uma análise dos conceitos dos educandos os quais estudaram e não estudaram com esta metodologia. Como esta análise de antes e após foi de forma não pareada, utilizamos como instrumento de análise o teste estatístico de “Mann – Whitney”. Com base em ambas as análises e discussão dos dados, concluímos que o uso de ambiente virtual para construção de conhecimento em Cálculo Numérico pode proporcionar melhor compreensão dos conteúdos e um melhor rendimento se estiver agregado a uma série de ações do planejamento docente.

**Palavras-chave:** Cálculo Numérico ; Ambiente Virtual; Análise Qualitativa.

## **ABSTRACT**

The present work investigates how the construction of knowledge in numerical calculation can occur, in a virtual environment, in a collaborative process, through virtual rooms in Google Classroom. The research was developed with Engineering and Mathematics Licentiate students from the Campos Centro campus of the Instituto Federal Fluminense, through the application of problems related to the syllabus of the Numerical Calculus subject, with the purpose of presenting some definitions, investigations and reflections on Content Analysis, as a research methodology of a quantitative and qualitative nature, in the field of Social Sciences. Based on the Case Study approach, we intend to answer the research questions, using problem questions for the qualitative analysis, and information about the students' grades for the quantitative analysis. For the first one, we apply problem situations with everyday themes to the project participants, in order to apply contents of the Numerical Calculus discipline. For the second, we intend to analyze the concepts of the students who studied and did not study with this methodology. As this analysis of before and after was unpaired, we used the statistical test of “Mann – Whitney” as an instrument of analysis.

Based on both analysis and discussion of the data, we concluded that the use of a virtual environment to build knowledge in Numerical Calculus can provide a better understanding of the contents and a better performance if it is added to a series of actions in the teaching planning.

**Keywords:** Numerical Calculus, Virtual Environment, Qualitative Analysis.

## **1. Introdução**

O ensino de Matemática em cursos da área de ciências exatas tem se caracterizado didaticamente, pelo modelo aula-expositiva-exercícios e epistemologicamente, pela execução de algoritmos e construção matemática dos conceitos. “Uma das consequências dessa forma de ensinar é a passividade, a insegurança do aluno e a dependência da palavra do professor para decidir se os resultados obtidos são corretos ou não” (SOARES e SAUER, 2004, p. 245). Outra consequência dessa forma de ensinar é a dificuldade de mostrar a importância que a matemática tem nos cursos em que é ensinada. Existe uma cobrança dos alunos em relação à aplicabilidade do que estão aprendendo.

Segundo Martins (2007) as Instituições de Ensino Superior (IES) vêm se deparando com o fenômeno da evasão, considerado um dos problemas mais graves do ensino superior brasileiro desenhando no cenário atual a evasão escolar, que é um fator que afeta as respectivas instituições em geral e conseqüentemente a sociedade no seu campo social, acadêmico, econômico e político, seja na instituição pública ou privada.

Nas engenharias de forma geral a matemática se faz presente com grande força, seja servindo de base para as físicas, seja em aplicações diretas ou indiretas nas disciplinas técnicas. As disciplinas matemáticas, apesar do reconhecimento como necessárias e imprescindíveis, têm sido, ao longo da história, consideradas como difíceis e elitistas.

Bacich e Tanzi Neto (2015) afirmam que os alunos já não se apropriam do conhecimento da mesma maneira que os alunos do século passado. E Belloni (2009) que a associação das TICs à educação, deve ser implementada como ferramentas pedagógicas e como objetos de estudo, orientando os professores a integrarem os conteúdos estudados ao dia a dia da escola ou da universidade.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Análise Qualitativa de Dados**

Toda escolha que o pesquisador faz em sua pesquisa terá consequências para a análise dos dados. Nesse sentido, “A análise está presente em vários estágios da investigação, tornando-se mais sistemática e mais formal após o encerramento da coleta de dados” (ANDRÉ; LÜDKE, 1986, p. 45). Por exemplo, se o questionário for fechado, não será permitido que o seu sujeito de pesquisa tenha de discorrer sobre um assunto.

Kuhn (1987) afirma que em toda pesquisa, pressupõe-se a identificação com um determinado paradigma teórico – o compartilhamento de certa constelação de crenças, valores e técnicas que define o conjunto de regras metodológicas apropriadas para a atividade de investigação e em cujo universo as regras podem ser cientificamente aplicadas atendendo aos critérios de verdade e validade científica. É notória a persistência da relação entre sujeito e objeto do conhecimento como um tema clássico nas reflexões sobre metodologia científica.

Segundo André e Lüdke (1986, p. 45), “Analisar os dados qualitativos significa trabalhar todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos das observações, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis”. O primeiro movimento que o pesquisador precisa fazer é o de organizar seu material coletado. Existem muitas metodologias de análises e todas dizem respeito às concepções epistemológicas do pesquisador.

Segundo Bardin (2011) a análise do conteúdo tem como uma das suas funções a heurística, que é uma técnica de análise do conteúdo, a qual surgiu pelas necessidades no campo da sociologia e na psicologia, marcada pela sistematização das regras e o interesse pela simbólica política, entre 1940 e 1950 nos Estados Unidos; pelo alargamento das aplicações da técnica a diferentes contextos e pelo surgimento de novas problemáticas no campo metodológico, entre 1950 e 1960; e, devido aos três fenômenos que afetaram as investigações e as análises de conteúdo: o recurso de computador, os estudos sobre comunicação não verbal e os trabalhos linguísticos, de 1960 até a atualidade; objetivando a análise do conteúdo e enriquecendo a tentativa exploratória e a seguinte, como função de “administração da prova”, que verificava-se os achados da análise, que eram verdadeiros ou não.

De acordo com Minayo (2007, p. 57), [...] o método qualitativo é o que se aplica ao estudo da história, das relações, das representações, das crenças, das

percepções e das opiniões, produtos das interpretações que os humanos fazem a respeito de como vivem, constroem seus artefatos e a si mesmos, sentem e pensam.

Flick e cols. (2000) apontam a primazia da compreensão como princípio do conhecimento, que prefere estudar relações complexas ao invés de explicá-las por meio do isolamento de variáveis. Uma segunda característica geral é a construção da realidade. A pesquisa é percebida como um ato subjetivo de construção.

No decorrer dos anos, uma pluralidade de abordagens se organizou na pesquisa qualitativa. Segundo Creswell (2014) a identificação da abordagem adotada na investigação permite um encaminhamento característico dentro do fenômeno pesquisado. O pesquisador apresenta a seguir, cinco abordagens, sendo elas: a Pesquisa Narrativa, Fenomenologia, Teoria fundamentada, Etnografia e Estudo de Caso.

### **2.1.1 Pesquisa Narrativa**

O pesquisador estuda sobre a vida dos indivíduos e pede a um ou mais indivíduos para contarem sobre suas vidas. Essas histórias são recontadas geralmente pelo pesquisador seguindo uma cronologia narrativa. Muitas vezes as histórias do pesquisador, as visões dele são misturadas às histórias dos participantes, contando com uma forte interação entre pesquisador e participantes da pesquisa. Essas histórias narradas revelam experiências individuais das quais podem emergir as identidades de cada indivíduo participante (RIESSMAN,2008 apud CRESWELL, 2014, p.69). O autor cita que esta abordagem é mais adequada para narrar as experiências de vida de um indivíduo ou de um grupo reduzido de participantes.

### **2.1.2. Teoria Fundamentada**

A metodologia da Teoria Fundamentada (TF) foi em sua origem desenvolvida pelos americanos Barney Glaser e Anselm Strauss. Esta foi denominada *Grounded Theory*, traduzida para o português como Teoria Fundamentada. O pesquisador tenta deduzir uma teoria geral e abstrata de um processo, de uma ação ou de uma interação com base nas visões dos participantes de um estudo. Esse processo

envolve o uso de estágios múltiplos de coleta de dados e o refinamento e a inter-relação de categorias de informações. (CRESWELL, 2007).

### **2.1.3. Etnografia**

Segundo Creswell (2014), a etnografia como uma abordagem de pesquisa científica é investigada para demonstrar como esta abordagem de investigação com importantes contribuições na área das pesquisas qualitativas, principalmente as que se dedicam às desigualdades/exclusões sociais. É importante ressaltar que a coleta de dados nesta abordagem ocorre em seu local natural e não em laboratórios.

### **2.1.4. Estudo de Caso**

Segundo Creswell (2014), esta abordagem busca estudar uma situação atual dentro de um contexto da vida real, dando ênfase em entender o que acontece por meio da perspectiva do(s) ator(es) da pesquisa. O autor define que, nesta abordagem, um ou mais casos da vida real são analisados por meio de múltiplas fontes de informação, podendo esta coleta de dados se dar por meio de entrevistas, fotos, áudios, observações, documentos, entre outros.

### **2.1.5. Fenomenologia**

De acordo com Creswell (2014), a abordagem fenomenológica busca apresentar as particularidades comuns de indivíduos que experimentaram situações semelhantes. O pesquisador coleta os dados dos indivíduos que presenciaram o fenômeno e descreve a experiência para todos, ressaltando em “o que” foi vivenciado e “como” o foi.

## **2.2. Análise de Conteúdo**

A Análise de Conteúdo é um meio de análise interpretativa e uma das técnicas de pesquisa mais antigas. No passado, em meados de 1780, os cientistas americanos começaram a empregar em suas pesquisas e surgiu como estratégia de

aprendizagem por volta da década de 1920 com o progresso das Ciências Sociais, no momento em que a Ciência clássica iniciava seu declínio. Como se sabe, a conduta interpretativa é uma característica inerente à personalidade do ser humano o qual almeja alcançar o conhecimento (OLIVEIRA et al., 2003).

De forma inicial, pode-se afirmar que análise de conteúdo é uma técnica requintada, a qual requer bastante paciência, dedicação e tempo do pesquisador, que tem de se valer da imaginação, intuição e criatividade, em especial na definição de categorias de análise. Por isso, se torna essencial perseverança, rigor e disciplina (Freitas, Cunha, & Moscarola, 1997).

Segundo Chizzotti (2006, p. 98), “o objetivo da análise de conteúdo é compreender criticamente o sentido das comunicações, seu conteúdo manifesto ou latente, as significações explícitas ou ocultas”.

De acordo com Minayo (2001, p. 74), a análise de conteúdo é “compreendida muito mais como um conjunto de técnicas”. Na ótica da autora, compreende-se como a análise de dados sobre o comportamento humano, viabilizando uma execução bastante heterogênea, e tem duas funcionalidades: investigação de questões e/ou hipóteses. Essas funções se complementam, viabilizando aplicação tanto em pesquisas qualitativas como quantitativas ou mistas.

Ainda segundo Bardin (2011) é definida uma descrição analítica apresentando as prováveis aplicações da análise de conteúdo como um método de categorias que permite a classificação dos componentes do significado da mensagem em espécie de gavetas. Segundo a autora, uma análise de conteúdo não deixa de ser uma análise de significados, ao contrário, ocupa-se de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação.

### **2.3. A Análise Quantitativa de Dados**

Segundo Creswell (2014), a pesquisa quantitativa é aquela a qual faz uso de estratégias de investigação (tais como coleta de dados, levantamentos e experimentos), além de instrumentos pré estabelecidos que geram informações estatísticas.

Os métodos quantitativos são mais recomendados nas investigações da orientação filosófica positivista ou paradigma sociológico funcionalista. Segundo

Godoy (1995), em uma pesquisa quantitativa, o pesquisador norteia seu estudo a começar de um plano pré estabelecido, com hipóteses inicialmente especificadas e variáveis definidas. Ainda segundo o mesmo autor, estes métodos preocupam-se com a quantificação dos resultados e com a medição objetiva, buscando a precisão, preservando de interferências na etapa de análise e interpretação dos dados.

Appolinário (2004) define a pesquisa quantitativa como sendo a modalidade de pesquisa na qual variáveis predeterminadas são mensuradas e expressas numericamente. Os resultados também são analisados com o uso preponderante de métodos quantitativos (ex.: estatística); Modalidade de pesquisa que investiga fatos.

### **3. Metodologia**

Este trabalho, como já mencionado, tem como objetivo analisar as reflexões escritas pelos discentes em ambiente virtual os quais, em grupos, discutem formas de solucionar problemas da atualidade de forma colaborativa. Objetivamos neste processo, compreender de que forma ocorre a construção de conhecimentos na disciplina de Cálculo Numérico. Sendo assim, inicialmente foram criados pelo pesquisador três projetos (questões-problemas) a fim de serem trabalhados junto aos estudantes que serão apresentados posteriormente. A temática dos assuntos abordados foi sugestão proposta por este pesquisador que também é o professor regente das turmas, com o objetivo de trabalhar situações atuais e do cotidiano, explorando o conteúdo programático da disciplina de Cálculo Numérico.

Destacamos nestas questões-problema a Questão Ambiental – Nível de Oxigênio; Calor específico de uma molécula e instante em que a lava de um vulcão atinge uma aldeia indígena. Posteriormente, este pesquisador criou fóruns de discussão no *Google Classroom*. A aplicação das atividades se desenvolveu envolvendo estudantes de um Instituto Federal no município de Campos dos Goytacazes no estado do Rio de Janeiro. Participaram da pesquisa 74 discentes, sendo 58 cursando Engenharia e 16 Licenciatura em Matemática.

As intervenções ocorriam no sentido de organizar as interações, focando nos reais interesses do projeto ou ainda incentivando os indivíduos a alcançarem o objetivo. No encerramento das discussões de cada projeto os dados, ou seja, os textos produzidos pelos educandos e registrados nos fóruns de discussões foram



transcritos em arquivo tipo DOC. Ao fim dos três projetos os arquivos foram importados para o Nvivo utilizando ferramentas do próprio software. Na sequência deu-se início a análise do material tendo como fundamentação teórica a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011).

Durante a execução da pesquisa, com a aplicação das questões problema, em conformidade com o que já foi explicitado, coletamos dados para a realização das análises:

- ✓ **Qualitativa:** por meio de Questões-Problema aplicadas aos estudantes;
- ✓ **Quantitativa:** por meio dos conceitos antes e depois da metodologia aplicada, analisando assim se a metodologia auxiliou os estudantes no conceito final da disciplina de Cálculo Numérico.

Essas análises são realizadas de forma a responder às questões de pesquisa propostas.

### **3.1. Participantes da Pesquisa**

As atividades foram realizadas entre os meses de fevereiro a novembro de 2021 com um total de 58 estudantes de engenharia e 16 de licenciatura de uma Instituição Pública no Município de Campos dos Goytacazes/RJ, os quais aceitaram participar da pesquisa, sendo estes divididos em grupos de quatro/cinco estudantes no Google Classroom.

Em tempo, os participantes da pesquisa foram informados de que se tratava de um trabalho destinado à tese de doutoramento, e que suas interações no AVA seriam observadas, monitoradas e também que a partir de seus acessos seriam gerados relatórios para a realização do estudo.

Participaram alunos dos períodos finais dos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação e Engenharia de Controle e Automação, além de estudantes do curso de Licenciatura em Matemática, sendo todos estes matriculados na disciplina de Cálculo Numérico do ciclo básico.

### **3.2. Delineamento do trabalho**

A construção das questões-problemas foi amparada na disciplina de Cálculo Numérico (Métodos Numéricos), sendo esta ministrada por mim nos cursos de Bacharelados em Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação e no curso de graduação de Licenciatura em Matemática no campus Campos Centro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) no município de Campos dos Goytacazes situado no norte do Estado do Rio de Janeiro.

Facilitando o procedimento de análise das interações, implementamos um estudo acerca das bases da Pesquisa Qualitativa e suas várias abordagens incluindo o método de Análise de Conteúdo para tratamento dos dados. A partir deste estudo optamos pela abordagem do **Estudo de Caso**, já explicada anteriormente que nos permitiu reunir fundamentações teóricas que nos auxiliaram na condução da pesquisa de campo e em nossas discussões frente aos objetivos de nossa pesquisa.

Após a coleta dos dados, implementou-se o teste estatístico de diferença entre médias para duas medições de uma amostra. Utilizamos o teste Mann-Whitney com nível de significância ( $\alpha$ ) de 0,002 a fim de verificar se houve um incremento nos conceitos dos estudantes a partir da utilização desta metodologia. Observou-se que para os estudantes dos Bacharelados em Engenharias, não houve alteração significativa na média e no desvio-padrão dos conceitos dos alunos. Em contrapartida, nos educandos da licenciatura, houve uma diferença significativa nas informações acerca do conceito dos mesmos.

### **3.3. A Condução das atividades: aplicação dos projetos**

Conforme já foi mencionado, inicialmente houve uma sensibilização com os estudantes objetivando explicar a importância do Projeto. Em seguida, a elaboração do cronograma de execução das atividades, bem como a criação dos projetos a serem trabalhados junto aos educandos. Em momento posterior, foram criadas salas no Google Classroom e fóruns de discussão.

Logo após a criação do Projeto no *Google Classroom*, foi feita uma sensibilização com os estudantes onde foi realizada uma explanação acerca do

trabalho a ser desenvolvido. Os discentes foram informados de que se tratava de uma pesquisa para tese de doutoramento, que suas interações no AVA seriam observadas, monitoradas e também que a partir de seus acessos seriam gerados relatórios para a realização da pesquisa. Dando sequência, os participantes se dispuseram a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido a fim de utilizarmos as informações no presente trabalho. Em seguida foram divididos os grupos, e os educandos inseridos no sistema.

### **3.4. Coleta e Análise dos dados qualitativos**

Ausubel (2003) e Vygostsky (2007) da mesma forma ratificam a proeminência de a aprendizagem fazer sentido para o aluno, ou seja, que esta tenha ligações com contextos cotidianos, de tal forma que o aprendizado possa ser fortalecido.

Após aprofundadas e inúmeras leituras dos textos provenientes dos registros das interações foram escolhidas as palavras-chaves. Esta fase foi bastante morosa, porque demandou um grande tempo deste pesquisador em leituras e releituras objetivando compreender o significado de cada palavra ou ideias contidas em cada trecho.

Sucedendo-se a etapa anterior, a partir das palavras-chave houve o processo de relação das mesmas por semelhança de significados determinando os códigos, resultando na definição das categorias.

O tratamento dos dados foi amparado nas instruções já abordadas da Análise de Conteúdo, preconizada por Laurence Bardin (2011). Utilizamos o *software* NVivo como ferramenta auxiliar para melhor organização, estruturação e visualização.

Os códigos e as categorias, são gerados de acordo com a análise e perspectiva do pesquisador. No decorrer do processo de análise e tratamento dos dados, uma certa quantidade pode sofrer modificações em suas nomenclaturas e também nas alocações dos mesmos.

<b>Questão Problema</b>	<b>Nº de Alunos Envolvidos</b>	<b>Q<sup>de</sup> de Interações entre os Estudantes</b>
<u><i>Aplicadas aos Estudantes dos Bacharelado em Engenharias</i></u>		
Questão Problema 1	58	123
Questão Problema 2	57	118
<u><i>Aplicada aos Estudantes da Licenciatura em Matemática</i></u>		
Questão Problema 3	16	99
<b>Total</b>		<b>340</b>

### **Quadro 01 – Interações entre os Estudantes**

Fonte: Próprio Autor

No total, tivemos nas três questões problemas 340 **interações** as quais formaram nosso banco de dados.

Conforme já mencionado em momento anterior, no final as discussões nos fóruns de cada grupo acerca das Questões-Problema trabalhadas, os textos produzidos foram importados para um arquivo tipo DOC e, posteriormente exportados para software Nvivo. Na Figura 01, podemos visualizar a seleção de categorias no NVivo

The screenshot shows the NVivo software interface. On the left is a dark blue sidebar with navigation options: 'Acesso rápido', 'IMPORTAR' (Dados, Arquivos, Classificações de ar..., Externas), 'ORGANIZAR' (Codificação - Códigos, Sentimento, Relacionamentos, Tipos de relaciona...), 'Casos', 'Notas', 'Conjuntos', and 'EXPLORAR'. The top menu includes 'Arquivo', 'Início', 'Importar', 'Criar', 'Explorar', 'Compartilhar', and 'Módulos'. Below the menu is a toolbar with icons for 'Área de transferência', 'Item', 'Organizar', 'Consulta', 'Visualizar', 'Código', 'Autocodificar', 'Código de intervalo', 'Descodificar', 'Classificação de caso', 'Classificação de arquivo', and 'Espaço de trabalho'. The main area displays a table titled 'Códigos' with a search bar. The table has the following data:

Nome	Arquivos	Referências	Criado em	Criado por	Modificado em	Modificado por
Palavras-Chave	3	109	30/11/2021 17:46	AC	30/11/2021 18:30	AC
Colaboratividade	2	23	30/11/2021 18:35	AC	01/12/2021 18:57	AC
Determinação de	2	8	30/11/2021 18:36	AC	01/12/2021 18:45	AC
Elaboração de co	1	16	30/11/2021 18:36	AC	01/12/2021 18:52	AC
Interatividade Co	2	12	30/11/2021 18:34	AC	01/12/2021 18:40	AC
Questionamento	2	22	30/11/2021 18:35	AC	01/12/2021 18:49	AC
Sistematização	3	29	30/11/2021 18:35	AC	05/12/2021 05:56	AC

**Figura 01 – Tela apresentando seleção de categorias do NVivo**

Fonte: Próprio Autor

## 4. Discussão

### 4.1. Discussão e Análise de Conteúdo referente à Questão-Problema 1

Tal investigação, conforme foi mencionado anteriormente realiza a análise dos diálogos dos educandos, em grupos nos fóruns de discussão no ambiente virtual *Google Classroom* e de maneira colaborativa.

A Questão-problema 1 versa sobre a relação entre a distância  $y$  (milhas) percorrida pela lava e o tempo  $t$  (horas) de um vulcão em erupção. Apresentamos

abaixo a situação-problema.

A figura representa um vulcão em erupção. A relação entre a distância  $y$  (milhas) percorrida pela lava e o tempo  $t$  (horas) é dada por:

$$y = 7(2 - 0.81^t)$$

Existe uma aldeia no sopé da montanha a uma distância de  $y = 10$ . O gabinete de proteção civil advertiu os moradores da aldeia de que a lava chegaria às suas casas em menos de 6 horas. Calcule utilizando um método iterativo que recorre ao cálculo de derivadas o instante de tempo em que a lava do vulcão atinge a aldeia. Considere  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 10^{-3}$  ou no máximo 3 iterações. Utilize nos cálculos 4 casas decimais.

**Nota:  $(ax)^t = ax \cdot \ln(a)$**



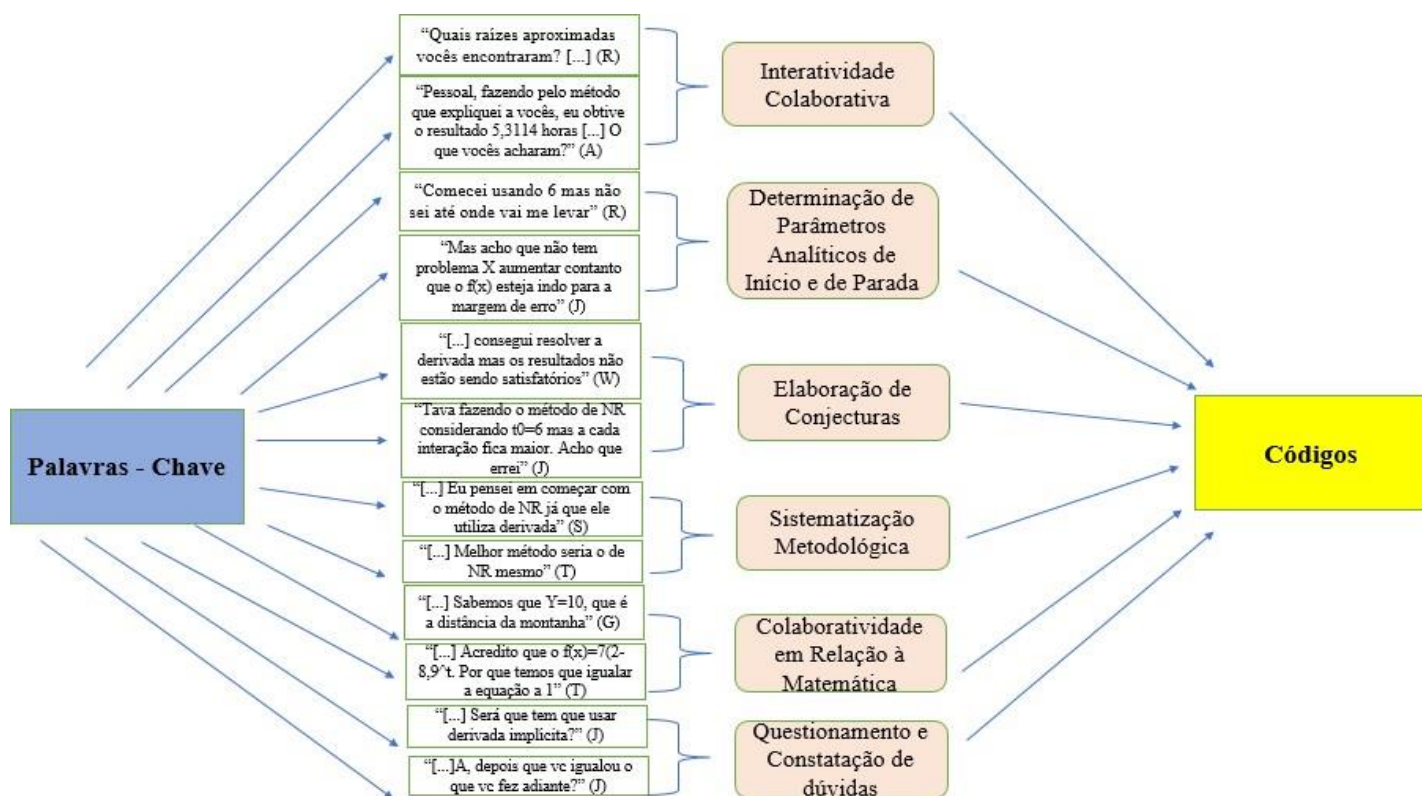
**Figura 02 – Ilustração referente ao Projeto 01**

Fonte: Próprio Autor

Realizou-se a seleção das palavras-chave logo após de ser realizada a leitura aprofundada dos textos produzidos pelas interações dos estudantes nos fóruns de discussão dos grupos. Tal ação consiste em selecionar do texto palavras, frases e/ou textos os quais pudessem responder à questão de pesquisa.

Após a escolha das palavras-chave prosseguimos para a próxima fase da análise que é o agrupamento das mesmas por relações e similaridade de significados criando os códigos. A culminância desse processo viabiliza uma melhor visualização das diferentes mensagens, vistas anteriormente por meio das palavras-chave. Foram obtidos 6 códigos, sendo eles: **Determinação de Parâmetros Analíticos de Início e de Parada; Elaboração de Conjecturas; Interatividade**

**Colaborativa; Colaboratividade Relacionada à Matemática; Sistematização Metodológica e Questionamento e Constatação de Dúvidas.** Por meio da figura 03, podemos observar uma exemplificação de como ocorre o processo de passagem de **palavras-chave** para **dados codificados**, resultado das interações entre os educandos dos Cursos Superiores em Engenharia.



**Figura 03 – Códigos oriundos das palavras-chave da questão problema 01**

Fonte: Próprio Autor

No terceiro momento, os códigos foram agrupados obedecendo a similaridade de seus significados comuns, criando as categorias, a partir das quais realizaram-se inferências e interpretações.

Logo após termos gerado os **códigos**, geramos as **categorias**. A partir destes, foram obtidas três categorias, sendo elas:

- i. Análises Dedutivas;
- ii. Trabalho Colaborativo;

### iii. Reflexões e Análises Metodológicas.

Uma vez criadas as categorias, estas foram analisadas evidenciando a reflexão crítica e a intuição do pesquisador (BARDIN, 2011). Logo após, foram aparecendo argumentações e reflexões relativas à variedade de significados que emergiram no processo. Vale ressaltar, que exibiremos somente as informações consideradas importantes e indispensáveis para a compreensão do processo, ou seja, os diálogos fundamentais relativos ao contexto abordado naquele momento. Podemos exemplificar da seguinte forma: quando relacionarmos com a categoria “Elaboração de Conjecturas”, as interações listadas serão, em sua maioria relativas a esta situação.

Observando o modo de como ocorre a construção do conhecimento, precisamos analisar a peculiaridade com as ferramentas utilizadas, compreendendo que para ocorrer uma aprendizagem significativa o estudante precisa estar em pleno conhecimento com a proposta de ensino, e assim atingir resultados que permitam que ele assuma o controle da construção do seu próprio conhecimento.

#### 4.2. Discussão e Análise de Conteúdo referente à Questão-Problema 2

O Projeto 2 tem como Problema gerador referente à engenharia ambiental, calculando o nível de concentração de oxigênio  $c$  num rio, em função da distância  $x$ , medida a partir do local de descarga de poluentes.

Em engenharia ambiental, a seguinte equação pode ser usada para calcular o nível de concentração de oxigênio  $c$  num rio, em função da distância  $x$ , medida a partir do local de descarga de poluentes:

$$c(x) = 10 - 40(e^{-0.2x} - e^{-0.75x})$$



**Figura 04 – Figura ilustrativa da questão problema 02**



Fonte: Próprio Autor

Calcule, usando um método que recorre ao cálculo de derivadas, a distância para a qual o nível de oxigênio desce para o valor 5. Utilize para aproximação inicial o valor  $x_1 = 1.0$  e considere  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 10^{-2}$  ou no máximo 3 iterações. Utilize nos cálculos 4 casas decimais.

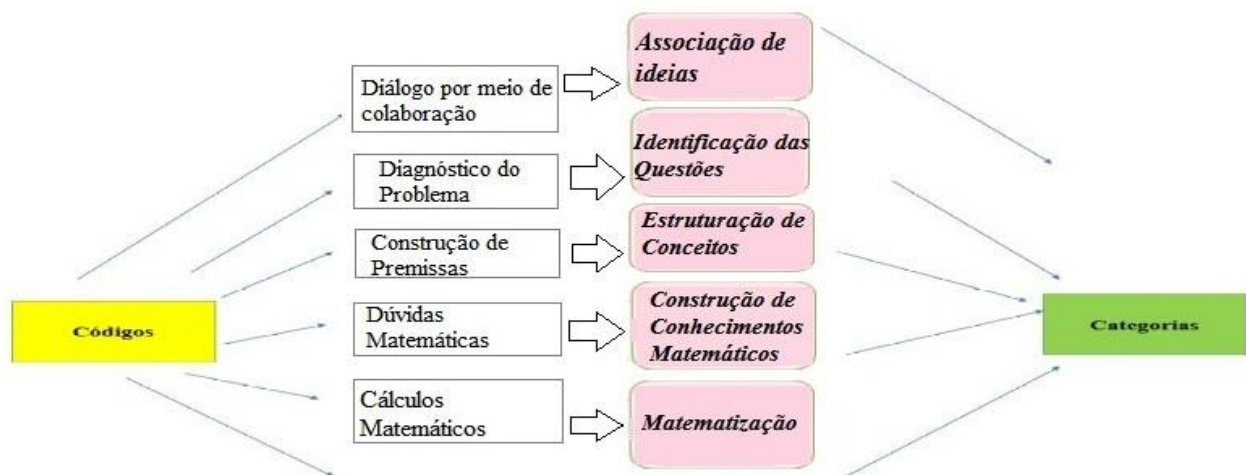
Continuando a sequência das atividades, vale ressaltar que os mesmos estudantes que iniciaram o Projeto 1 deram prosseguimento ao processo continuando no Projeto 2, sem baixas e nem entrada de novos educandos. Porém, precisamos ressaltar algumas ocorrências durante o trabalho. Da mesma maneira do projeto 1, alguns participantes quiseram tentar resolver sozinhos as questões, algumas vezes de forma correta e muitas vezes de forma incorreta, expressando seus pontos de vista que nada acrescentavam ao trabalho. Tais atitudes, compreensíveis para este pesquisador, resultavam da inexperiência dos educandos com essa metodologia.

De acordo com Bairral et al. (2015), o estímulo e os questionamentos aos interagentes realizados por quem coordena os trabalhos no fórum são fundamentais para a atuação e a interação. Bicalho e Oliveira (2012) destacam o papel do professor ou tutor como essencial para a qualidade da aprendizagem em ambientes a distância.

Ao selecionarmos as **palavras-chave**, logo após as agregamos por similaridade de significados e relações, denominando os **códigos**. O resultado desse processo possibilita uma análise das diferentes mensagens, denominadas no primeiro momento pelas palavras-chave.

Portanto, foram obtidos cinco **códigos**, sendo eles, exibidos na Figura XXX:

- i. Diagnóstico do Problema;
- ii. Dúvidas Matemáticas;
- iii. Cálculos Matemáticos
- vi. Diálogo por meio de colaboração ;
- v. Construção de Premissas ;



**Figura 05 – Códigos/categorias oriundos da questão problema 02**

Fonte: Próprio Autor

Continuamos de forma análoga ao Projeto 1 o processamento das fases desde a aplicação até a análise do conteúdo nos fóruns de discussão. Finalizadas as discussões, em ambiente virtual, da questão-problema, iniciamos o processo profunda de leitura das discussões. Da mesma forma como realizado no projeto anterior foram selecionadas as palavras-chave, criados os códigos e as categorias. Posteriormente discorreremos sobre as categorias.

Analisando as **categorias**, pretendemos descobrir de que forma os discentes dialogam nos fóruns de discussão “chats” e de que maneira contribuiu para a solução das situações problemas, sendo esta a forma como os educandos se posicionaram a frente da questão problema 2. É perceptível que os estudantes foram construindo a resolução da questão almejando chegar na matematização, objeto de convergência entre eles no *chat*. Com isso, eles puderam aprender novos caminhos matemáticos visando chegarem a um resultado final de forma totalmente colaborativa.

As tomadas de decisões dos educandos perante às dificuldades apresentadas, principalmente na base do conteúdo, foram fundamentais para a construção do conhecimento na disciplina. As contribuições de todos na construção da solução emergiam de forma positiva e sem obstáculos impostos pelos colegas e

pelo pesquisador.

Analisando a maneira de que forma acontece a construção do conhecimento entre os discentes, é necessário ressaltarmos que os estudantes estavam em pleno ensino remoto, ainda sem saber muito acerca dos softwares e programas a serem utilizados. Porém, eles conseguiram provocar neles a vontade de participar deste Projeto, com bastante maturidade e responsabilidade, entendendo que seria uma importante metodologia para crescimento intelectual de cada um deles. Atingimos os objetivos, ocorrendo a aprendizagem significativa nos estudantes e de forma mais profícua, os mesmos sendo autores e protagonistas no processo.

#### **4.3 Discussão e Análise de Conteúdo referente à Questão-Problema 3**

Tal investigação, conforme foi mencionado anteriormente realiza a análise dos diálogos dos educandos, em grupos nos fóruns de discussão no ambiente virtual *Google Classroom* e de maneira colaborativa.

A Questão-problema 3 versa sobre a relação do calor específico de algumas moléculas e/ou substâncias com a resolução de problemas de cunho prático e cotidiano. Portanto, faz-se necessário saber o calor específico da água a uma certa temperatura. Apresentamos abaixo a situação-problema.

Como sabemos a termologia e a termologia se relacionam diretamente com temperaturas nas três escalas termométricas já conhecidas, ou em outra escala qualquer criada em alguma situação. Com isso, sabermos o calor específico de algumas moléculas e/ou substâncias resolvem muitos problemas de cunho prático e cotidiano.

Precisa-se saber o calor específico da água a 31° C, dispondo de três pontos citados abaixo. Seguem os pontos:

P (20; 0,99907) Q (30; 0,99826) S (40; 0,99828)

Ao determinar as **palavras-chave**, logo após as identificamos por familiaridade de significados e relações estabelecendo os **códigos**. A consequência desse processo viabiliza uma observação das distintas mensagens, reconhecidas inicialmente pelas palavras-chave.

Portanto, foram obtidos seis **códigos**, sendo eles, exibidos na Figura XXX:

- i: Estabelecimento de Relações;
- ii: Estruturação de Premissas;
- iii: Organização Metodológica;
- iv: Procedimentos Metodológicos;
- v: Hipótese e Certificação de Dúvidas;
- vi: Indagações.

Ao selecionar as palavras-chave, serão criados os **códigos** e logo após as **categorias**. A partir destes, foram obtidas três categorias, sendo elas:

- i: Ordenação de Conexões;
- ii: Matematização;
- iii: Validação acerca dos Resultados.

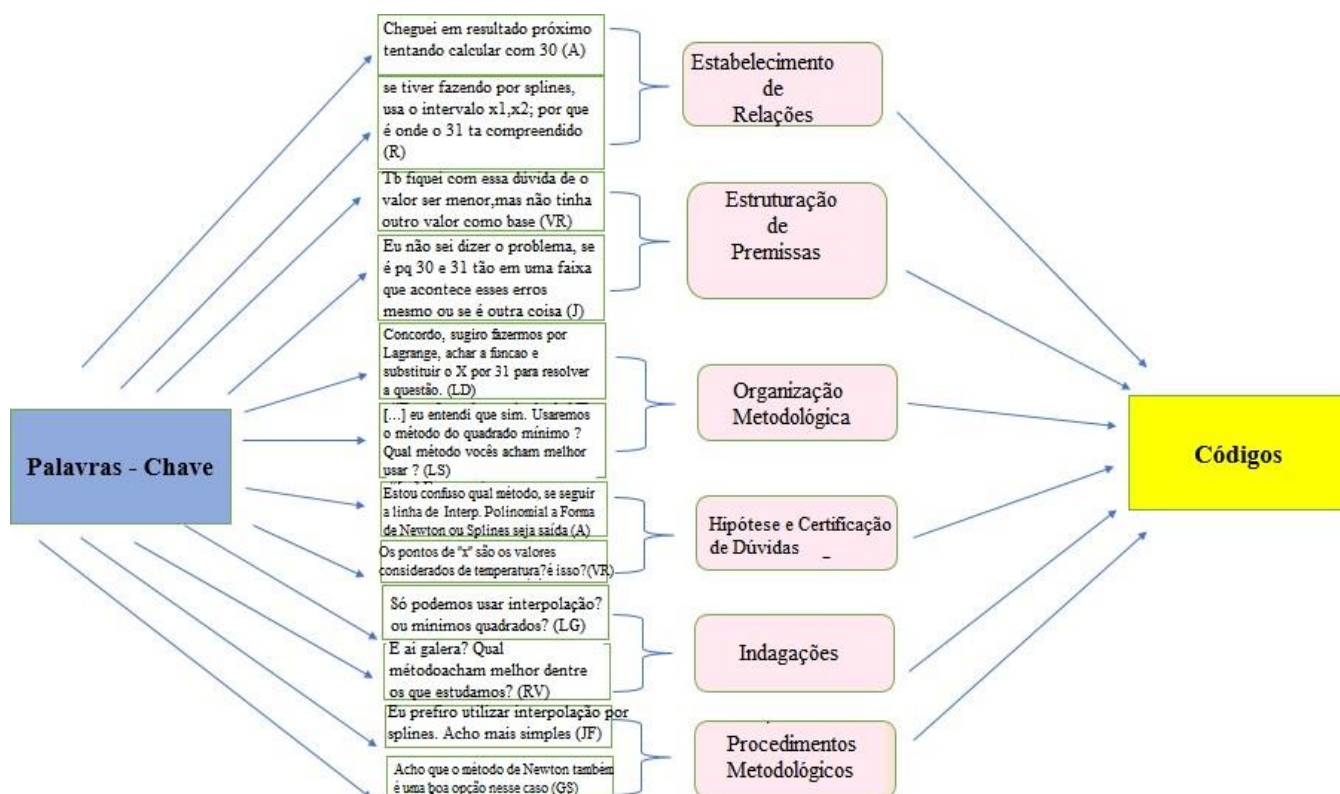


Figura 06 – Palavras-Chave/Códigos oriundos da questão problema 03

Fonte: Próprio Autor

## 5. Conclusão

Amparados na abordagem de investigação de Estudo de Caso, realizamos análise dos dados e reflexões acerca dela, selecionando inicialmente as palavras-chave, bem como constituindo códigos e categorias. Passamos a interpretá-las, procurando explicar, como ocorre o processo de construção do conhecimento em Cálculo Numérico entre grupos formados por alunos dos cursos de Engenharia e Licenciatura em Matemática de um campus do Instituto Federal Fluminense, em ambiente virtual.

Conforme novas manifestações são apresentadas, relacionadas, investigadas e categorizadas, as categorias surgem-se complexas e consistentes e suas

correlações e significados começam a ter mais sentido.

A partir das análises das discussões com as informações desta pesquisa, da mesma forma de interpretações e reflexões a partir de observações geradas, amparadas no estudo de caso, buscamos compreender o que está acontecendo a partir da perspectiva do(s) participante(s) do nosso estudo: “Construção do conhecimento em Cálculo Numérico em ambiente virtual via trabalho colaborativo” sendo a coleta de dados por meio de várias fontes (observações, entrevistas, material audiovisual, documentos, relatórios, entre outros), coletados e analisados sistematicamente.

Essa pesquisa se dá a partir de preocupações específicas, ou seja o ambiente virtual e suas discussões com seus manejos os quais viabilizam a construção do conhecimento. Também procuramos investigar se houve um aumento significativo nas notas finais desses estudantes a partir do uso desta metodologia, de modo a responder nossas perguntas de pesquisa e cumprir com os objetivos propostos, buscando investigar de que maneira a utilização dessa metodologia, em aulas de Cálculo Numérico, pode auxiliar os educandos na melhor compreensão dos conteúdos.

De forma bastante específica, na disciplina de Cálculo Numérico, almejando compreender de que maneira os estudantes realizam suas proposições e de que forma estas podem viabilizar a construção do conhecimento na disciplina citada em ambiente virtual. As categorias foram reunidas a partir do reconhecimento das discussões as quais as constituíram. Ao finalizarmos nossa pesquisa, ressaltamos que a construção do conhecimento em Cálculo Numérico em ambiente virtual aconteceu de forma significativa. Os estudantes compreenderam os manejos e de maneira dinâmica desenvolveram as táticas para a resolução das questões problemas. Pudemos verificar que no ambiente virtual as interações entre os educandos aconteceram de forma significativa, e em muitas situações, mais valorizadas quando comparadas com o ambiente presencial.

Pudemos entender que a proposta viabilizou agregar contribuições à prática dos docentes de Cálculo Numérico, já que os estudantes se valeram de conceitos

amparados na ciência sem necessitar da intervenção do docente, permitindo aos discentes correlacionar de maneira significativa o Cálculo Numérico com a modelagem Matemática.

## 6. Referências

ABREU, José Ricardo Pinto de. Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas - Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas. 2011. 105 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática. 1 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006, 160p.

APPOLINÁRIO, F. Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2004.

AUSUBEL, D.P. Psicología educativa: um punto de vista cognoscitivo. México, Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view, 2000.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil. Resolução nº 1 de 26 de março de 2021. Estabelece Diretrizes e Normas Nacionais para a Oferta de Programas e Cursos de Educação Superior na Modalidade a Distância. CNE/CES. Brasília, 2021.  
CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto; tradução Magda Lopes. – 3 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. Educar, n. 31, p. 213-230. Curitiba: Editora UFPR, 2008.

DEVORE, J. L. Probabilidade e Estatística: para Engenharia e Ciências. 6ª ed., São Paulo, 2006.

GADOTTI, Moacir. *Concepção Dialética da Educação*. 14 ed. São Paulo: Cortez Editora, 1999.

GUBA, Egon; LINCOLN, Yvonna. *Fourth generation evaluation*. Newbury Park: Sage, 1994.

PIAGET, Jean. *Fazer e compreender*. Tradução de Christina Larroudé de Paula Leite. São Paulo: Melhoramentos Editora da Universidade de São Paulo, 1978.

SAVIANI, D. *Contribuições da filosofia para a educação*, 1989. Disponível em: [www.rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/715/638](http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/715/638). Acesso em: 19 out. 2021.

STAHL, G.; KOSCHMANN, T.; SUTHERS, D. *Aprendizagem colaborativa com suporte computacional: Uma perspectiva histórica*. *Boletim Gepem* (53), 11-42, 2008.

VYGOTSKY, L.S. *A formação social da mente*. 2º ed. brasileira. São Paulo, Martins Fontes, 1988.