



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

LUAN DANILO SILVA DOS SANTOS

**AS CONTRIBUIÇÕES DOS MAPAS CONCEITUAIS PARA A  
(RE)SIGNIFICAÇÃO DE CONCEITOS EM CÁLCULO DIFERENCIAL  
E INTEGRAL I NA FORMAÇÃO DOCENTE**

Caruaru

2019

LUAN DANILO SILVA DOS SANTOS

**AS CONTRIBUIÇÕES DOS MAPAS CONCEITUAIS PARA A  
(RE)SIGNIFICAÇÃO DE CONCEITOS EM CÁLCULO DIFERENCIAL  
E INTEGRAL I NA FORMAÇÃO DOCENTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

**Área de concentração:** Educação em Ciências e Matemática

**Orientadora:** Profa. Dra. Kátia Calligaris Rodrigues

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

S237c Santos, Luan Danilo Silva dos.  
As contribuições dos mapas conceituais para a (re)significação de conceitos em cálculo diferencial e integral I na formação docente. / Luan Danilo Silva dos Santos. – 2019.  
97f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Kátia Calligaris Rodrigues.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2019.  
Inclui Referências.

1. Mapeamento conceitual. 2. Professores - Formação (Brasil, Nordeste). 3. Cálculo diferencial. 4. Cálculo integral. I. Rodrigues, Kátia Calligaris (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-076)

LUAN DANILO SILVA DOS SANTOS

**AS CONTRIBUIÇÕES DOS MAPAS CONCEITUAIS PARA A  
(RE)SIGNIFICAÇÃO DE CONCEITOS EM CÁLCULO DIFERENCIAL  
E INTEGRAL I NA FORMAÇÃO DOCENTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 18/04/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Kátia Calligaris Rodrigues (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Ayron Lira dos Anjos (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra Naíma Soltan Ferrão (Examinadora Externa)  
Universidade Federal de Santa Maria

## AGRADECIMENTOS

Agradecer nem sempre é uma tarefa fácil, quando se têm tantas pessoas envolvidas direta e indiretamente na consolidação de algo tão importante como foi esta pesquisa para mim. Agradeço, antes de tudo e de todas as coisas, à minha família, que sempre me apoiou e sempre me fez acreditar que eu não poderia desistir, pois era um espelho para todos. Amo todos vocês e aprendo a cada dia a ser uma pessoa melhor. Obrigado!

Aos meus mestres, que tanto me ajudaram desde o período de graduação e que me mostram até hoje que nossas atitudes profissionais sempre devem convergir para o benefício dos estudantes: a verdadeira riqueza das universidades. **Kátia Calligaris, Cristiane Rocha, Simone Queiroz, Valdir Bezerra, Kátia Cunha, Ana Lúcia Leal, Paulo Peixoto, José Ayrton, Tânia Bazante, Paulo Câmara e Severino Barros.** Mesmo que indiretamente, vocês são essenciais na minha formação. Obrigado.

Agradeço ao curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste junto ao processo de interiorização das universidades públicas, por ter me garantido uma formação inicial plena, a qual me possibilitou inúmeras conquistas pessoais e profissionais, destacando a vaga para professor substituto, onde tive a oportunidade de sentir a experiência de deixar minha contribuição não só em conhecimentos matemáticos dos alunos, mas também na formação humana de cada um deles. Obrigado!

Por falar nos estudantes, eu os agradeço, pois sempre me ensinam mais do que eu a eles. Em especial, aos alunos Igor Borges, Thaís Tenório, Ellen Milena, Semar Bruno, Douglas Sena, alunos da turma de Matemática 2017.2 e da turma de Química 2018.1.

Quero agradecer à minha orientadora, Profa. Dra. **Kátia Calligaris**, por todo o conhecimento compartilhado e por todo o carinho, cuidado e zelo com que ela trata cada um dos seus orientandos e orientadas, tirando nossos pés do chão, quando precisamos voar e fazendo com que acreditemos que somos capazes. Mais do que uma orientadora, ela se torna uma amiga confiante. A cada encontro, orientação, dica, história, novos sabores descobertos, agradecemos!

Aos trabalhadores técnicos da UFPE, por me garantirem todo o equipamento necessário para a realização da pesquisa, aos vigilantes pela atenção e cuidado, à turma dos serviços gerais

pela proatividade em ajudar, aos funcionários da cantina, aos motoristas de ônibus e tias das barracas por me garantirem dias tranquilos e boas risadas. Eu só tenho a agradecer!

Por fim, queria agradecer à Tia **Lúcia**, Tia **Fátima** e Tio **Maurício** e a todos que compõem o Espaço Educacional Construtivo - porteiros, auxiliares e professores, que tanto me ajudaram. Agradeço por terem me ensinado todos os dias, por terem me preparado para que eu conseguisse alçar voos mais altos e me apoiado nas decisões que a vida me fez tomar.

## RESUMO

A componente curricular Cálculo Diferencial e Integral I (Cálculo I) é obrigatória em praticamente todos os cursos de graduação de Ciências Exatas e da Natureza e é, em geral, ministrada por docentes com formação em Matemática. Todavia, é um dos componentes curriculares que apresenta um dos maiores índices de retenção por reprovação nos mais variados cursos, inclusive no de formação de professores de Matemática. Alguns estudos reputam este problema às metodologias de ensino, outros à precária formação em Matemática Básica dos estudantes e outros ainda remetem-no a questões culturais no ensino da Matemática. No Núcleo de Formação Docente, de uma Universidade Federal do Nordeste Brasileiro, com cursos de Licenciatura em Matemática, Física e Química, observa-se uma retenção de até 85% entre os anos de 2010 e 2016. Mesmo assim, estudos realizados sobre esse fenômeno no Núcleo de Formação Docente mostram que egressos Cálculo I, mesmo quando foram exitosos, apresentam lacunas ou confusões na compreensão em alguns significados. Buscando caminhos para diminuir tais acontecimentos, baseando-nos em trabalhos que utilizam Mapas Conceituais como estratégia de estudo, a presente pesquisa, de natureza qualitativa e caráter aplicado, objetivou responder ao seguinte questionamento: Que (re)significações sobre os conceitos abordados em Cálculo Diferencial e Integral I podem ser elaborados pelos professores em formação inicial a partir do uso de Mapas Conceituais? Para isso, realizou-se um estudo da estrutura de significados sobre Cálculo I que quatro licenciandos do Núcleo de Formação Docente formavam ao se discutirem os conceitos desse componente curricular. Para realizar esse levantamento, criou-se um grupo de estudo semanal, no qual Mapas Conceituais acerca de Cálculo I eram elaborados e discutidos durante todo um semestre letivo. Os dados coletados nesse grupo de estudo apontaram que, ao longo de todo o semestre, os participantes conseguiram desenvolver a capacidade de (re)negociar significados e relacioná-los por meio de proposições adequadas elaboradas utilizando-se diferentes estratégias de mapeamento conceitual. Com isso podemos perceber que, diferentemente da grande maioria dos cursos que apenas reduzem suas ações a aprender procedimentos e técnicas, estudar Cálculo I criando, discutindo e (re)negociando significados por meio de Mapas Conceituais, possibilita uma compreensão conceitual mais coerente sobre os verdadeiros significados dos conceitos.

**Palavras-chave:** Mapas conceituais. Formação de professores. Cálculo I.

## ABSTRACT

The curricular component Differential and Integral Calculus I (Calculus I) is compulsory in practically all graduation courses of Exact Sciences and Nature and it is, in general, taught by teachers with a background in Mathematics. However, it is one of the curricular components that presents one of the highest rates of retention due to failure in the most varied courses, including on the formation of mathematic's teachers. Some studies point out that this issue is due to the methodologies of teaching, some others due to the precarious formation of the students in Basic Mathematics, and others yet, refer it to cultural questions on the teaching of Mathematics. At the Center for Teacher Training (NFD), from a Federal University of the Brazilian Northeast, with degree courses in Mathematics, Physics and Chemistry, all of them relying on the curricular component Calculus I in a compulsory way, there is a retention of up to 85% between the years of 2010 and 2016. Even with the 85% rate of non-approval, studies carried out on this phenomenon in the Teachers' Training Center show that the graduates of this component, even when successful, present gaps or confusions on the understanding of some meanings on Calculus I. Seeking ways to reduce these situations, based on works that use Concepts Maps as a study strategy, the present research, of a qualitative and applied nature, aimed to answer the following question: What (re)significations, about the concepts covered in Differential and Integral Calculus I, can be elaborated by the teachers in initial formation, starting from the usage of Concepts Maps? For that, a study of the structure of meanings on Calculus I was carried out, where four graduates from the Center of Teacher Training formed when discussing the concepts of this curricular component. In order to carry out this survey, it was created a weekly study group in which Concepts Maps regarding to Calculus I were elaborated and discussed during a whole school semester. The collected data in this study group pointed out that, throughout the whole semester, the participants succeeded on giving back the capacity of (re)negociate meanings and relate them through appropriate propositions built on different strategies of conceptual mapping. Thus, we may see that, unlike the vast majority of courses that only reduces their actions to learn procedures and techniques, studying Calculus I creating, discussing and (re)negotiating meanings through Concept Maps, enables a more coherent conceptual comprehension of the true meanings of the concepts.

**Keywords:** Concepts maps. Formation of mathematic's teachers. Calculus I.



## LISTA DE FIGURAS

|             |                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 -  | Exemplo genérico de uma Proposição .....                                                                                                                                                                                              | 26 |
| Figura 2 -  | Níveis hierárquicos de um MC genérico, indicando que a leitura começa pelos conceitos mais gerais (níveis hierárquicos menores) e termina com os conceitos mais específicos (níveis hierárquicos maiores) sobre um tema mapeado ..... | 27 |
| Figura 3 -  | Exemplo de um MC contendo diferentes elementos .....                                                                                                                                                                                  | 34 |
| Figura 4 -  | Explicação da guia "Objeto" na Paleta de Estilos do CmapTools .....                                                                                                                                                                   | 35 |
| Figura 5 -  | 1ª Versão do MC sobre Conjuntos Numéricos .....                                                                                                                                                                                       | 36 |
| Figura 6 -  | 2ª Versão do MC sobre Conjuntos Numéricos .....                                                                                                                                                                                       | 37 |
| Figura 7 -  | MC semiestruturado sobre os conceitos que embasam o Cálculo I .....                                                                                                                                                                   | 40 |
| Figura 8 -  | MC do especialista para utilização no MC Manipulável .....                                                                                                                                                                            | 41 |
| Figura 9 -  | 1ª versão do MC de P2 referente à estratégia E2 .....                                                                                                                                                                                 | 46 |
| Figura 10 - | 2ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E1 .....                                                                                                                                                                                 | 47 |
| Figura 11 - | Proposição 8 apresentada por P1 na estratégia E1 .....                                                                                                                                                                                | 47 |
| Figura 12 - | Possível melhoria para a proposição 8 .....                                                                                                                                                                                           | 48 |
| Figura 13 - | 1ª Versão do MC de P2 referente à estratégia E1 .....                                                                                                                                                                                 | 49 |
| Figura 14 - | 2ª Versão do MC de P2 referente à estratégia E1 .....                                                                                                                                                                                 | 50 |
| Figura 15 - | Relações estabelecidas por sorteio na estratégia dos Dados Conceituais .....                                                                                                                                                          | 52 |
| Figura 16 - | 1ª Versão do MC de P3 referente à estratégia E2 .....                                                                                                                                                                                 | 53 |
| Figura 17 - | 2ª Versão do MC de P3 referente à estratégia E2 .....                                                                                                                                                                                 | 54 |
| Figura 18 - | 1ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E3 .....                                                                                                                                                                                 | 56 |
| Figura 19 - | 2ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E3 .....                                                                                                                                                                                 | 57 |
| Figura 20 - | 1ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E4 .....                                                                                                                                                                                 | 60 |
| Figura 21 - | 2ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E4 .....                                                                                                                                                                                 | 61 |
| Figura 22 - | 1ª Versão do MC de P4 referente à estratégia E5 .....                                                                                                                                                                                 | 63 |
| Figura 23 - | 2ª Versão do MC de P4 referente a estratégia E5 .....                                                                                                                                                                                 | 65 |
| Figura 24 - | 1ª versão do MC de P1 referente à estratégia E1 .....                                                                                                                                                                                 | 88 |
| Figura 25   | 1ª versão do MC de P1 referente à estratégia E2 .....                                                                                                                                                                                 | 88 |
| Figura 26 - | 2ª versão do MC de P1 referente à estratégia E2 .....                                                                                                                                                                                 | 89 |
| Figura 27 - | 1ª versão do MC de P1 referente à estratégia E5 .....                                                                                                                                                                                 | 89 |

|             |                                                       |    |
|-------------|-------------------------------------------------------|----|
| Figura 28 - | 2ª versão do MC de P1 referente à estratégia E5 ..... | 90 |
| Figura 29 - | 2ª versão do MC de P2 referente à estratégia E2 ..... | 90 |
| Figura 30 - | MC de P2 referente à estratégia E3 .....              | 91 |
| Figura 31 - | 1ª versão do MC de P2 referente à estratégia E4 ..... | 91 |
| Figura 32 - | 2ª versão do MC de P2 referente à estratégia E4 ..... | 91 |
| Figura 33 - | 1ª versão do MC de P2 referente à estratégia E5 ..... | 92 |
| Figura 34 - | 2ª versão do MC de P2 referente à estratégia E5 ..... | 92 |
| Figura 35 - | MC de P3 referente à estratégia E3 .....              | 93 |
| Figura 36 - | 1ª versão do MC de P3 referente à estratégia E4 ..... | 93 |
| Figura 37 - | 2ª versão do MC de P3 referente à estratégia E4 ..... | 94 |
| Figura 38 - | 1ª versão do MC de P3 referente à estratégia E5 ..... | 94 |
| Figura 39 - | 2ª versão do MC de P3 referente à estratégia E5 ..... | 95 |
| Figura 40 - | MC de P4 referente à estratégia E2 .....              | 95 |
| Figura 41 - | 1ª versão do MC de P4 referente à estratégia E3 ..... | 96 |
| Figura 42 - | 2ª versão do MC de P4 referente à estratégia E3 ..... | 96 |
| Figura 43 - | 1ª versão do MC de P4 referente à estratégia E4 ..... | 97 |
| Figura 44 - | 2ª versão do MC de P4 referente à estratégia E4 ..... | 97 |

## LISTA DE QUADROS

|             |                                                                            |    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 -  | Categorias elaboradas para análise .....                                   | 44 |
| Quadro 2 -  | Perguntas utilizadas para a elaboração dos Mapas Conceituais .....         | 45 |
| Quadro 3 -  | Proposição incluída no MC de P1 na E1 após a apresentação .....            | 51 |
| Quadro 4 -  | Adequações no MC de P1 referentes à estratégia E1 após a apresentação .... | 51 |
| Quadro 5 -  | Adequações no MC de P1 referente à E2 após a apresentação .....            | 54 |
| Quadro 6 -  | Adequações no MC de P2 na E2 após a apresentação .....                     | 55 |
| Quadro 7 -  | Adequações no MC de P4 na E3 após a apresentação .....                     | 58 |
| Quadro 8 -  | Proposição adequada apresentada por P4 na estratégia E3 .....              | 58 |
| Quadro 9 -  | Proposições adequadas promovidas por P2 na E4 após a apresentação .....    | 61 |
| Quadro 10 - | Proposição incluída no MC de P2 na E4 após a apresentação .....            | 62 |
| Quadro 11 - | Adequações no MC de P3 na E4 após a apresentação .....                     | 62 |
| Quadro 12 - | Adequações no MC de P4 na E4 após a apresentação .....                     | 63 |
| Quadro 13 - | Adequações no MC de P1 na E5 após a apresentação .....                     | 65 |
| Quadro 14 - | Relações retiradas do MC de P4 na E5 após a apresentação .....             | 66 |
| Quadro 15 - | Adequações no MC de P2 na E5 após a apresentação .....                     | 66 |
| Quadro 16 - | Adequações no MC de P3 na E5 após a apresentação .....                     | 67 |
| Quadro 17 - | Proposição incluída no MC de P3 na E5 após a apresentação .....            | 67 |

## SUMÁRIO

|          |                                                              |           |
|----------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                       | <b>12</b> |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                            | <b>21</b> |
| 2.1      | CÁLCULO I.....                                               | 21        |
| 2.1.1    | Cálculo I no Núcleo de Formação Docente.....                 | 22        |
| 2.2      | MAPAS CONCEITUAIS.....                                       | 24        |
| <b>3</b> | <b>ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>                           | <b>29</b> |
| 3.1      | NATUREZA DA PESQUISA.....                                    | 29        |
| 3.2      | DEFINIÇÃO DO CAMPO E DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....      | 30        |
| 3.2.1    | Campo da Pesquisa.....                                       | 30        |
| 3.2.2    | Participantes da Pesquisa.....                               | 31        |
| 3.3      | PROCEDIMENTOS INVESTIGATIVOS: MOMENTOS DA PESQUISA.....      | 32        |
| 3.4      | PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS.....                                | 42        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>                           | <b>44</b> |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                             | <b>75</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                      | <b>78</b> |
|          | <b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E</b>           |           |
|          | <b>ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS.....</b>              | <b>83</b> |
|          | <b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PARA ALCANÇAR PARTICIPANTES</b> |           |
|          | <b>PARA A PESQUISA.....</b>                                  | <b>86</b> |
|          | <b>APÊNDICE C – QUESTÕES NORTEADORAS PARA A ENTREVISTA</b>   |           |
|          | <b>SEMIESTRUTURADA SOBRE AS PERCEPÇÕES DOS ALUNOS COM</b>    |           |
|          | <b>O GRUPO DE ESTUDOS (BLOCO II).....</b>                    | <b>87</b> |
|          | <b>ANEXO A – MAPAS CONCEITUAIS ELABORADOS PELOS</b>          |           |
|          | <b>PARTICIPANTES AO LONGO DAS CINCO ESTRATÉGIAS.....</b>     | <b>88</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O meu interesse pelo estudo do aprendizado da componente curricular Cálculo Diferencial e Integral de Uma Variável Real (Cálculo I) iniciou-se por meio de algumas pesquisas que realizei, ainda durante a graduação na formação inicial em Licenciatura em Matemática. A primeira delas foi desenvolvida em 2015 por meio de uma Iniciação Científica (IC), que teve seus resultados apresentados em Santos e Cunha (2016) no primeiro semestre de 2016. No IC, investigou-se a aprendizagem do conceito de Limite de Função Real (Limite), tendo como referência a Teoria da Imagem e Definição Conceitual de Tall e Vinner (1981) e Vinner (1991). De uma forma geral, os resultados nos levaram a compreender que, de acordo com a Teoria da Imagem e Definição Conceitual, os estímulos que chegavam aos alunos não eram suficientes para que eles desenvolvessem uma relação adequada entre imagens e definições conceituais de Cálculo I (SANTOS; CUNHA, 2016).

Os resultados obtidos na pesquisa da IC, que apenas tratavam da aprendizagem de Limite, abriram novos caminhos para que pesquisas que investigassem um pouco mais sobre como os estudantes elaboravam a relação conceitual entre Limites, Continuidade, Derivada e Integral fossem realizadas. Desta forma, ao concluir o curso de Licenciatura em Matemática, elaborei uma pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), na qual introduzimos a técnica de mapeamento conceitual num formato manipulável<sup>1</sup>, como instrumento de coleta de dados, a fim de compreender as relações entre os conceitos que eram elaborados pelos estudantes egressos e exitosos de Cálculo I.

Por meio da análise dos resultados que o TCC nos proporcionou, conseguimos verificar que, mesmo com alguns conceitos intrinsecamente ligados como Limite e Derivada, Limite e Integral, por exemplo, os estudantes, em sua maioria, não conseguiam relacioná-los e, quando conseguiam, algumas dessas relações não se faziam de forma adequada.

Como motivação pessoal para a realização desta dissertação que vai além dos resultados observados no IC e no TCC, tenho a reflexão sobre minha vivência enquanto estudante de Cálculo I, nessa mesma Universidade, no ano de 2013, que pode ser considerada como uma vivência sem muita discussão sobre o porquê de tantos procedimentos e conceitos. Isso só

---

<sup>1</sup> A técnica de MC Manipulável foi desenvolvida no Trabalho de Conclusão de Curso (SANTOS, 2016) e pode ser encontrada em mais detalhes no trabalho de Santos e Rodrigues (2017).

motivou o desejo por pesquisar sobre a aprendizagem e, desta vez como mestrando, intervir diretamente no processo de estudo de Cálculo I. Essa intervenção que foi consequência de minha motivação acadêmica ao citar os dois estudos anteriores, além da motivação pessoal, se materializa na possibilidade de realizar uma pesquisa que utilizasse a técnica de Mapas Conceituais<sup>2</sup> (MC) como ferramenta facilitadora para hierarquizar, organizar e relacionar conceitos no estudo de Cálculo I, de modo que pudéssemos alcançar uma aprendizagem mais significativa, ou seja, uma aprendizagem que não só memoriza fórmulas e realiza procedimentos mecânicos, por muitas vezes exaustivos, mas que vai além.

A saber, os MC foram desenvolvidos por Joseph Donald Novak junto a sua equipe na década de 1970 durante um estudo na Universidade de Cornell em que analisavam como crianças apresentavam conhecimentos científicos. (CANÃS; CARVALHO, 2005; CANÃS; NOVAK, 2006; NOVAK, 2010; NOVAK; MUSONDA, 1991). Desde então, a aplicabilidade dessa ferramenta vem sendo desenvolvida e aprimorada. Apesar de ter novos objetivos atrelados a essas novas aplicabilidades, o intuito principal segue ainda o fundamento encontrado na psicologia cognitiva de Ausubel (1963, 1968), que pode ser entendida como: desenvolver a compreensão de um conceito e relações existentes (aprendizagem de forma significativa) em detrimento de uma aprendizagem mecânica e carregada de procedimentos, na maioria das vezes, sem sentido para o estudante (aprendizagem de forma memorística) (CANÃS; NOVAK, 2006). Nesta dissertação, os MC entraram na tentativa de acompanhar alguns estudantes na disciplina de Cálculo I durante todo um semestre letivo, contribuindo para uma (re)significação profunda e dinâmica dos conceitos que estão envolvidos nessa componente curricular.

Vale salientar que o Cálculo I é o primeiro contato com a Matemática de nível superior que é proporcionado ao estudante de graduação. Esse primeiro contato, por muitas vezes, não gera bons resultados (DIOGO, 2015; GARZELLA, 2013; MEYER; SOUZA JUNIOR, 2002; NASSER 2007, 2009). De acordo com estes autores, o Cálculo é responsável pela evasão, bem como por reprovações de muitos estudantes, por trazer um excesso de rigor e complexidade apresentada, em sua maioria, de maneira mecânica e em um curto período de tempo.

No Núcleo de Formação Docente (NFD) não é diferente. Pudemos constatar esta mesma problemática, não só pelos dados discutidos do IC e do TCC, mas também por um levantamento quantitativo sobre o número de reprovações comparado aos de matrículas no curso de Cálculo I ofertado pelo NFD. Nesse levantamento, constatamos que de todas as turmas de Cálculo I que

---

2 Discorreremos acerca da Técnica de Mapas Conceituais no subtópico 1.2 localizado na página 22.

o curso de Licenciatura em Matemática ofertou, do período de 2010.2 até 2016.2, há uma taxa total de 46% de reprovação ou evasão. Isso, de fato, é um número de reprovações alto e que se acentua, quando recordarmos que no TCC a pesquisa foi realizada com estudantes exitosos e, que mesmo assim, pudemos constatar que o nível de relações entre os conceitos deu-se de forma insatisfatória. Assim, o percentual nos deixa ainda mais em alerta para buscar estratégias que minimizem esse fato.

Para que melhor compreendêssemos o que a literatura nos traz sobre Cálculo I e sua relação com os MC, e assim pudéssemos pensar em como preparar a nossa intervenção para essa pesquisa, recorremos às seguintes bases de pesquisas: portal de Periódicos da Capes, SciELO, Google Acadêmico, Banco de Teses e Dissertações da USP e Sistema de Bibliotecas da Unicamp (SBU). Realizando a busca com a palavra-chave “Ensino de Cálculo Diferencial e Integral” e em seguida incrementando “Mapas Conceituais” para refinar, sem restringir a um período de tempo, encontramos um total de 588 trabalhos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Levantamento bibliográfico nas principais plataformas sobre “Ensino de CDI<sup>3</sup>” e “Ensino de CDI e MC”.

| Plataforma                  | Ensino de CDI | Ensino de CDI + MC |
|-----------------------------|---------------|--------------------|
| CAPE                        | 102           | 5                  |
| SCIELO                      | 12            | 0                  |
| Google Acadêmico            | 340           | 33                 |
| Teses e Dissertações da USP | 113           | 1                  |
| SBU                         | 20            | 3                  |
| <b>Total</b>                | <b>588</b>    | <b>42</b>          |

Fonte: O Autor (2019)

Desses 42 trabalhos, que envolviam CDI e MC, existem cinco que tratam do ensino de Cálculo I, ou de algum conceito específico, e que utilizam MC de alguma forma. Esses trabalhos são o de Cargnin e Barros (2013), Ferrão e Manrique (2014), Miranda (2016), Meira (2015) e o de Junqueira e Manrique (2015). Trataremos brevemente de como cada um dos autores desenvolveu sua pesquisa, indicando como coletaram e analisaram os dados e quais resultados obtiveram. Em algumas das pesquisas, houve outros instrumentos para a coleta de dados além dos MC, porém só focaremos nos instrumentos semelhantes aos do nosso trabalho.

3 Utilizaremos CDI para representar a componente curricular Cálculo Diferencial e Integral de Uma ou mais de uma Variável Real.

Cargnin e Barros (2013) utilizaram MC em Cálculo I para um curso de Engenharia Ambiental com o intuito de acompanhar o aprendizado desse conceito e oferecer ao docente uma forma de avaliar quais os equívocos que os estudantes estavam cometendo e, a partir disso, elaborar estratégias para minimizar essas falhas. Foi estabelecido que os MC seriam parte da avaliação somativa da disciplina. Inicialmente, foi solicitada a entrega dos MC no dia da primeira avaliação escrita regimental. Essa turma contava com 46 alunos e o uso dos MC nesse primeiro momento apenas serviu para que os alunos estudassem mais o assunto, “percebendo as relações entre os diferentes tipos de função, os detalhes da definição, reestudar os conteúdos do Ensino Médio e relacioná-los com os ministrados nas 20 primeiras aulas de Cálculo”. (CARGNIN; BARROS, 2013, p. 4).

Foram analisadas qualitativamente as relações entre os conceitos a fim de apontar dificuldades dos estudantes na diferenciação de alguns conteúdos considerados, pelo autor, importantes para o estudo de funções. Essa análise mostrou que, na sua maioria, os alunos conseguiram identificar os conceitos relevantes, mas apresentaram dificuldades em estabelecer as frases de ligação entre os conceitos. Para o docente, foram evidenciadas as confusões entre os tipos de função, nomenclaturas etc. Em geral, notou-se por meio desse trabalho que as atividades com os MC foram muito úteis para que o professor acompanhasse o aprendizado dos estudantes e para que os próprios buscassem outros materiais além do que é usado em sala de aula.

O trabalho de Ferrão e Manrique (2014) buscou aplicar e analisar a utilização de MC para sinalizar uma possível aprendizagem significativa em Derivada. Tiveram como participantes 12 licenciandos em Física, matriculados entre o 5º e o 7º período do curso e que foram exitosos em Cálculo I. Para a coleta de dados, utilizaram observações na sala de aula, questionários, *brainstorming* e MC elaborados no *CmapTools*. As observações objetivaram verificar a participação, as dificuldades e o empenho dos estudantes durante a elaboração dos MC. O questionário foi dividido em duas partes. A primeira delas tinha o objetivo de caracterizar o perfil acadêmico dos estudantes e a segunda objetivava obter a percepção dos estudantes quanto à utilização dos MC no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos.

O *brainstorming* entrou na pesquisa para elencar conceitos a serem utilizados nos mapas. Esses conceitos eram evocados por todos ao mesmo tempo em uma sessão. Além desses conceitos selecionados pelo grupo, foi dito que os alunos poderiam acrescentar outros que



considerassem relevantes. O que as autoras analisaram nos MC seguiu quatro parâmetros: (1) se as proposições formadas com os conceitos eram válidas (2) se os MC apresentavam uma hierarquização dos conceitos; (3) se havia reconciliações integradoras; e (4) se havia aplicações do conceito. Apesar das características, o trabalho segue as ideias de Moreira (2006, p. 8), quando o mesmo afirma que: “o professor, em vez de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa”.

A partir da análise qualitativa, Ferrão e Manrique (2014) puderam constatar que os MC podem ser utilizados no Ensino Superior, pois agregam profundidade e individualidade ao processo de avaliação. Os MC construídos puderam evidenciar ricas relações cruzadas entre os conceitos de Derivada, com a maioria dos estudantes hierarquizando bem os conceitos e mostrando onde aplicar os conhecimentos abstratos vistos na universidade.

Por outro lado, em Miranda (2016), não temos uma relação tão forte com o nosso trabalho em comparação ao de Ferrão e Manrique (2014) naquilo que trata do uso efetivo dos MC no estudo ou na análise de conceitos de Cálculo I. O autor traz uma pesquisa que envolve a aprendizagem significativa em geral, objetivando uma aprendizagem no conceito de Limite de Funções. O autor, por considerar que o conteúdo de Limites apresenta dificuldades, tanto no ensino, quanto na aprendizagem, usa a Teoria da Aprendizagem Significativa atrelada com a Teoria da Imagem e Definição Conceitual (TALL; VINNER, 1981) para propor uma intervenção para ensinar e aprender Limites.

Para essa intervenção, foram criadas situações didáticas e estratégias metodológicas como dois questionários, observações e entrevistas. Nos questionários, foram trazidas perguntas sobre o conceito de Função e sobre a abordagem do conteúdo de Funções e Limite. As observações foram feitas num grupo de estudantes que estavam cursando uma disciplina Pré-Cálculo. Eles constituíam um grupo de estudos onde havia ciclos semanais que discutiam algumas atividades que pudessem servir de estímulo à compreensão de Limite, como, por exemplo, pensamentos intuitivos sobre a infinidade de números reais que existem entre dois números naturais.

Ainda no semestre em que os alunos estavam cursando Pré-Cálculo, no final do ciclo de estudos, após todas as discussões intuitivas, foi apresentada a definição formal de Limites e pediu-se que os estudantes construíssem um primeiro MC. Esses discentes tiveram um prazo de uma semana e, necessariamente, teriam de elaborá-los por meio do *CmapTools*. Foram

discutidas as dificuldades de construir os MC e, em seguida, foi solicitado que os apresentassem de forma individual. Nesses MC, foram analisados conceitos intuitivos, que o autor, baseado em Tall e Vinner (1981), classificou como as imagens conceituais evocadas pelos alunos.

No semestre seguinte, agora com os estudantes cursando Cálculo I e após terem visto mais sobre a definição de Limites, foi solicitada a elaboração de um novo MC. Essa elaboração foi semelhante ao que Ferrão e Manrique (2014) efetuaram em sua pesquisa, pois o uso desses segundos MC, para Miranda (2016), serviu para reelaborar ou aprimorar o MC inicial e, assim, poder enxergar como a experiência que os alunos tiveram beneficiou no aprendizado de Limite. Os resultados finais também foram expostos para todo o grupo, onde este elegeu a elaboração mais adequada, dando sugestões de conceitos, de melhoria estética do mapa e das relações. Esse mapa foi classificado então como um MC coletivo.

As entrevistas foram realizadas com os estudantes e alguns professores participantes. Para os professores, o intuito era de esclarecer sobre possíveis estratégias metodológicas para incluir no ciclo de estudo que mencionamos acima. Para os estudantes, o propósito era para analisar como eles avaliaram o ciclo de estudos para a sua formação. Como resultados alcançados, limitando-nos apenas ao uso dos MC. O autor aponta que houve uma contribuição para a aprendizagem significativa do conceito de Limite, na medida em que os alunos trocaram informações sobre os seus conhecimentos prévios e puderam observar como outros estudantes organizam os conceitos na sua estrutura cognitiva.

O trabalho de Meira (2015) é uma tese de doutorado, orientada pela pesquisadora Ana Lúcia Manrique, que trata da aprendizagem significativa e dos registros de representação semiótica de conteúdos de Cálculo I. As teorias envolvidas nas investigações foram as teorias da Aprendizagem Significativa, da Assimilação, a dos Registros de Representação Semiótica e a técnica dos MC. Participaram 15 estudantes de Cálculo I de seis testes de conhecimento de conteúdos de Cálculo e da elaboração de MC correspondentes a esses conteúdos.

A elaboração de cada MC sempre sucedeu a aplicação dos seguintes testes: (1) Teste de Funções que trazia dez tipos de funções para análise gráfica; (2) Teste de Limites: contou com oito questões que envolviam conceitos sobre Limites Laterais, Limite no Infinito etc; (3) Teste de Derivadas I: continha sete questões que tratavam da definição de Derivada, Derivada de Funções Implícitas entre outros; (4) Teste de Derivadas II: apresentava quatro questões que versavam sobre Derivadas exponenciais, Logarítmicas e Trigonométricas; (5) Teste de Aplicação de Derivadas: continha oito questões e tinha o intuito de investigar sobre possíveis

aplicações do conceito de Derivada; (6) Teste Complementar: nesse teste foram trazidas questões de todos os outros testes anteriores.

A análise seguiu critérios semelhantes aos estabelecidos por Ferrão e Manrique (2014) apresentados anteriormente. Nos MC, Meira (2015) buscava: (i) relações de significados entre os conceitos, (ii) proposições válidas, (iii) hierarquização entre os conceitos, (iv) ligações transversais (reconciliações integradoras) e (v) apresentação de exemplos válidos. A análise dos testes e das construções só foi feita com um estudante. A escolha desse participante deu-se por apresentar maiores índices de questões com erro.

No que tange aos resultados, o autor salienta que, mesmo havendo relações de significados, proposições válidas e uma hierarquia dos conceitos, não foi notada a presença de reconciliações integradoras e nem de exemplos válidos. Diante disso, respaldando-se também nos resultados quantitativos dos testes, Meira (2015) pôde constatar que não houve uma aprendizagem significativa durante o curso, mas sim uma aprendizagem por recepção. Destacamos o uso dos MC no trabalho como de caráter avaliativo da aprendizagem.

O trabalho de Junqueira e Manrique (2015), assim como o de Ferrão e Manrique (2014), também é um recorte de uma pesquisa. Participaram dessa pesquisa 186 estudantes de Cálculo I, matriculados em cursos da área de Ciências Exatas de uma Universidade Pública Federal Brasileira. Com exceção de 15 estudantes, que entregaram folhas em branco, os demais construíram, em um único momento, MC que abordavam seus conhecimentos acerca do conteúdo de Derivada. Esses MC foram denominados: Mapas Conceituais Iniciais (MCI), e foram utilizados como aporte para a análise da pesquisa, que foi considerada qualitativa e quantitativa, e esteve atrelada à compreensão das estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas (LIPHs<sup>4</sup>) de Novak (2002).

Deste modo, durante a análise dos MC, as autoras estiveram atentas às apresentações que continham proposições com clareza semântica, isto é, observaram se eram apresentadas nos MCI, proposições limitadas (com baixa clareza semântica), inapropriadas (com erro conceitual), adequadas (sem erro conceitual) e “não é uma proposição”, levando em consideração o termo de ligação no contexto matemático da Derivada.

Os resultados obtidos mostraram que, em alguns MCI, os estudantes apresentaram proposições limitadas e inadequadas. Em outros casos, houve clareza semântica e adequação ao tema, mas os estudantes não trouxeram a proposição na forma: “Conceito - Termo de Ligação

---

4 Sigla oriunda do inglês: *Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies*

- Conceito”. Toda a proposição estava dentro de um único retângulo. Os casos que apresentaram proposições inadequadas não foram computados pelas autoras. Vale sublinhar que 45 estudantes apresentaram, com mais evidência, o conhecimento das regras de Derivada, todavia não conseguiam conceituá-las. Segundo Junqueira e Manrique (2015), esta forma de abordagem pode ser consequência de como foi vivenciado o estudo deste conteúdo em Cálculo I.

De acordo com as pesquisadoras, quando os estudos são de estruturas memorizadas ou realizados com cálculos exaustivos, o estudante não consegue atribuir um significado para o que está sendo estudado, implicando em aplicações inapropriadas e ingênuas do conteúdo em qualquer outra situação, como foi observado na pesquisa desenvolvida.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, tomamos como base muitos caminhos trilhados pelos trabalhos descritos acima, todavia entendemos que, para responder a nossa pergunta norteadora, uma intervenção, que não aconteceu nos trabalhos citados, era necessária. A pergunta a que buscamos responder nesta pesquisa foi:

***“Que (re)significações, sobre os conceitos abordados em Cálculo Diferencial e Integral I, podem ser elaboradas por Professores em Formação Inicial a partir do uso de Mapas Conceituais?”***

Para responder à pergunta norteadora, determinamos os seguintes objetivos:

## **OBJETIVO GERAL**

Investigar as possíveis contribuições das estratégias de estudo em Cálculo Diferencial e Integral I ao utilizar Mapas Conceituais na Formação Docente.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar o desenvolvimento dos participantes enquanto Mapeadores técnicos;
- Identificar as contribuições das apresentações para o desenvolvimento dos Mapas Conceituais;

- Verificar como as estratégias de mapeamento conceitual contribuíram no estudo de Cálculo I;
- Analisar as percepções dos participantes em relação à utilização de Mapas Conceituais para o estudo de Cálculo I.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste primeiro capítulo, apresentamos estudos sobre as dificuldades de ensino e aprendizagem de Cálculo I, observáveis na literatura e os dados colhidos no NFD. Além disso, apresentamos os Mapas Conceituais.

### 2.1 CÁLCULO I

Entre os referenciais teóricos citados na introdução, há aqueles que nos chamam a atenção por suas pesquisas se assemelharem a esta, seja pelo tipo de metodologia, seja pelo levantamento realizado que, como exposto, apontam as dificuldades que estão presentes há tanto tempo no ensino de Cálculo I, tanto quanto as pesquisas que buscam minimizá-las.

Esses problemas dividem-se especificamente entre a falta de base em Matemática Elementar e o excesso de formalidade, indo de encontro à imaturidade dos estudantes, que ainda prevalece, devido ao curso ser um dos primeiros que a Licenciatura oferece. Para muitos, o primeiro pesadelo (DIOGO, 2015).

Essa formalidade também contraria a formação vivenciada na Educação Básica, que é basicamente pautada na rotina de resolver exercícios e reprodução exacerbada dos livros didáticos ou afins. A cultura na escola é de mecanização, de decorar fórmulas, processos mnemônicos, regras e “macetes”, sem a necessidade de reflexão para com aquilo que está sendo estudado. Acreditamos que cobrar isso no Ensino Superior, logo no início do curso, tem grandes pontos contra, pois na Educação Básica é muito raro haver aprendizagem sem ensino, ou seja, os estudantes não são autônomos, são, em geral, dependentes das informações e diretrizes fornecidas pelo professor. E com isso, quando o conteúdo não é ensinado, é mais difícil efetivar a aprendizagem.

Entretanto quais são os requisitos necessários para que os alunos possam chegar com uma preparação prévia para enfrentar as complexidades de Cálculo I? Nasser (2007, p. 2) aponta para:

a carência de pesquisas sobre o domínio da habilidade de argumentação por alunos do ensino superior. Em geral, não se exige que os alunos justifiquem suas soluções para as tarefas propostas, ou apresentem conjecturas cuja validade devem discutir por meio de argumentação adequada. Não tendo uma formação reflexiva sobre as questões matemáticas e suas variáveis, surgem os efeitos no Cálculo I: reprovações e evasões. Essas duas consequências podem se configurar como sendo um fracasso no ensino e

aprendizagem de Cálculo e são apresentadas em muitos dos trabalhos pesquisados e levantados até o momento, inclusive enfatizando que a questão de reprovações surge como algo natural e aculturado.

Segundo Oliveira e Raad (2012), mesmo com estratégias para reduzir as reprovações em disciplinas de Cálculo, o número delas permanece alto, como se não dependesse da apresentação do conceito.

Ainda conforme as autoras (p. 125), temos que:

[...] apesar da didática empregada pelo professor, do uso de bons livros, dos esforços dos Departamentos de Matemática das instituições de ensino superior em ofertar cursos intensivos, em aumentar o número de aulas, em estabelecer cursos de Matemática Básica, em redirecionar a disciplina de seu aspecto teórico-formalista para uma abordagem mais aplicada; a reprovação se constitui num problema crônico, uma verdadeira tradição.

Acerca disso, pensamos de forma otimista, uma vez que acreditamos que as estratégias usadas podem surtir efeito positivo na aprendizagem dos estudantes. Principalmente quando essas estratégias tenham o objetivo de promover uma aprendizagem significativa na perspectiva de Ausubel (1963), que consiste em aprender um conceito não de forma arbitrária e sem conexão com conhecimentos anteriores do estudante.

Conforme Barufi (1999), a taxa de não aprovações em algumas universidades e/ou instituições de Ensino Superior, para a disciplina de Cálculo I, chega a apresentar uma máxima de 79,0% e uma mínima de 13,7%.

Rezende (2003, p. 1) aponta que os resultados ainda conseguem ser mais catastróficos, como por exemplo, a taxa de reprovações do curso de Cálculo Aplicado 1, oferecido ao curso Básico de Engenharia que, segundo o autor, foi de 45% no primeiro semestre de 1998 e uma taxa máxima superior a 80% de reprovações no segundo semestre de 1999.

Seguindo a linha de discussão apresentada, resultados semelhantes foram encontrados no curso de Licenciatura em Matemática do NFD.

### **2.1.1 Cálculo I no Núcleo de Formação Docente**

Por meio de um levantamento, em relação às reprovações de todas as turmas de Cálculo I de 2010.2 a 2016.2, do Curso de Licenciatura em Matemática do NFD, pudemos observar que

foram compostas 25 turmas de Cálculo I, cujas taxas de não aprovação são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Taxas de não aprovação em Cálculo I de 2010.2 a 2016.2

| <b>Semestre Letivo<sup>5</sup></b> | <b>Taxa de não aprovação (%)</b> |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 2010.2                             | 15                               |
| 2011.1                             | 39                               |
| 2011.2                             | 69                               |
| 2012.1                             | 50                               |
| 2012.2                             | 34                               |
| 2013.1                             | 53                               |
| 2013.2                             | 21                               |
| 2014.1                             | 54                               |
| 2014.2 (M3)                        | 6                                |
| 2014.2 (Q2)                        | 84                               |
| 2014.2 (F2)                        | 57                               |
| 2014.2 (TE)                        | 26                               |
| 2015.1 (M3)                        | 42                               |
| 2015.1 (Q2)                        | 68                               |
| 2015.1 (F2)                        | 73                               |
| 2015.1 (TE)                        | 81                               |
| 2015.2 (M3)                        | 48                               |
| 2015.2 (Q2)                        | 22                               |
| 2015.2 (F2)                        | 18                               |
| 2015.2 (TE)                        | 25                               |
| 2016.1 (M3)                        | 54                               |
| 2016.1 (F2)                        | 76                               |
| 2016.1 (TE)                        | 41                               |
| 2016.2 (M3)                        | 85                               |
| 2016.2 (TE)                        | 28                               |

Fonte: Dados da escolaridade do NFD.

O objetivo da oferta de TE, a partir de 2014.2, foi o de diminuir o excesso de alunos retidos em Cálculo I e evitar que as turmas regulares ficassem superlotadas. Nesse semestre, dois professores ministraram a disciplina às turmas.

Para os discentes de M3, há uma base de disciplinas como Matemática Básica, Matemática I e II, Fundamentos de Estatística e Geometria Analítica, que são ministradas antes de Cálculo I, todavia, dessas disciplinas, apenas Matemática Básica é apresentada antes do

5 As siglas M3, F2, Q2 e TE referem-se às turmas regulares do curso de Licenciatura em Matemática, Física, Química e à Turma Extra, respectivamente.



Cálculo I para as turmas de F2 e Q2. Esse fato, no entanto, não garante que o aproveitamento das turmas M3 seja sempre superior ao das turmas F2 e Q2.

No semestre letivo de 2015.1, chamou-nos a atenção o fato de, em uma turma teoricamente de alunos que cursaram a disciplina de Cálculo I, a taxa de não aprovação ser bem alta, comparada com a taxa de outras turmas. Esse fato fez com que Cálculo I tivesse um acúmulo de estudantes para uma próxima turma, pois, além dos 81% de não aprovação da TE, M3 apresentou outros 42%.

Desta forma, observamos que em 2015.2, tivemos um número de matriculados elevado, a turma Q2 com 60 alunos e a turma TE com 57 alunos. Contudo, apesar de duas turmas superlotadas, tivemos uma taxa inferior às apresentadas até aqui. Esse fato fez com que o número de retidos em Cálculo I diminuísse.

No semestre letivo de 2016.1, não foi mais oferecido o curso à turma Q2. Todas as três turmas restantes apresentaram uma taxa alta de não aprovação. Em F2, a taxa superou as da TE e da M3, contrariando os resultados no semestre letivo anterior, onde F2 apresentou os melhores índices.

Em 2016.2, foi o nosso último semestre letivo analisado. Nele, o curso de Licenciatura em Matemática só foi destinado a duas turmas: M3 e TE. Mais da metade dos alunos que cursaram Cálculo I não foram aprovados. M3 apresentou a maior taxa de não aprovação das 25 turmas analisadas com 85%, com apenas seis alunos aprovados num total de 40.

Por fim, fazendo o balanço das 25 turmas no período de tempo que mostramos acima, das 993 matrículas realizadas, o número de não aprovados foi de 457. Em porcentagens, temos que 46% dos matriculados não obtiveram êxito. Por esse motivo, uma atitude que busque minimizar esses problemas pode vir a partir da escolha de caminhos que conduzam a um processo mais reflexivo no ensino de Cálculo I.

Para esta pesquisa, o caminho escolhido passa pela utilização de MC. Mas por que essa técnica? Qual o sentido do seu uso em uma disciplina de Cálculo I? Para responder a essas e outras perguntas, discorreremos um pouco mais sobre essa ferramenta.

## 2.2 MAPAS CONCEITUAIS

A ferramenta MC surgiu nos anos de 1970 a partir das necessidades vivenciadas por Joseph Novak em sua investigação. Novak e sua equipe precisavam realizar levantamentos e registros daquilo que crianças sabiam acerca de conhecimentos científicos, antes e depois da

instrução (NOVAK, 2002, 2010). Muitas formas de registro dos eventos foram testadas, mas nenhuma delas foi tão eficaz quanto o MC que surgiu, ainda segundo o autor (2010, p. 27), “depois de tentar várias formas de organizar as palavras e proposições conceituais”.

Esses mapas são construções bidimensionais que podem ser elaboradas por meio digital ou manual (lápiz/papel), com a finalidade de representar possíveis relações conceituais presentes na estrutura cognitiva de quem os constrói. Para nós, em um bom MC, é notada a presença de elementos que, em conjunto, visam a responder a uma Pergunta Focal. Esses elementos são (i) Conceitos; (ii) Linhas direcionadas ou bidirecionadas; (iii) Frases de Ligação; (iv) Proposições (v) Organização hierárquica dos conceitos; (vi) Elementos pictóricos (AGUIAR; CORREIA, 2013; CAÑAS; CARVALHO, 2005; MOREIRA, 1986, 1997; NOVAK; CAÑAS, 2010).

Seguindo aquilo que é apresentado por Cañas e Novak (2006), entendemos que as Perguntas Focais têm muita importância para a elaboração dos MC, pois elas garantem que o mapa não se estenda além daquilo que interessa ao mapeador. As perguntas orientam e delimitam até onde o mapa pode ir sem que haja excesso. Moreira (1986, p.19), ao se referir a esse excesso de informações num MC, alerta que: “mais importante do que modelos ou regras, é evitar que este fique muito complexo (pela inclusão de muitos conceitos e muitas ligações entre eles).”

Sobre os conceitos, Cañas e Carvalho (2005, p. 1) trazem a definição encontrada em Novak e Gowin (1984), quando esclarecem que conceitos são “regularidades em eventos, ou objetos, ou registros de eventos ou objetos, designados por um nome”. Por exemplo, quando falamos a palavra “Barco”, podemos associar a ela tudo o que entendemos sobre, como por exemplo: “meio de transporte”, “água”, “remo” e afins. Nos MC, esses conceitos podem vir dentro de alguma Figura Geométrica (retângulos, quadrados, elipses, circunferência etc) e para conectar o conceito “Barco” com algum dos três citados, são necessárias setas que direcionem a leitura, tal que, em alguns casos, podem ser bidirecionadas, indicando ao leitor que, independente da direção de leitura, haverá uma sentença<sup>6</sup>.

O que pode garantir que a sentença seja verdadeira ou falsa são os termos de ligação. Eles se posicionam próximos ou entre as setas, esclarecendo a conexão que o mapeador deseja

---

6

<[http://skat.ihmc.us/rid=1265230237143\\_328908151\\_23627/Conceito%20de%20Mapa%20Conceitual.cmap](http://skat.ihmc.us/rid=1265230237143_328908151_23627/Conceito%20de%20Mapa%20Conceitual.cmap)> Acesso em: 15/02/2018.

explicitar. É aconselhável que haja um verbo nesse termo de ligação para garantir uma relação com significado próprio (AGUIAR; CORREIA, 2013; MOREIRA, 1997).

Ao ligar dois conceitos por um termo de ligação, a estrutura formada é chamada de Proposição. A proposição deve ter alto grau de clareza semântica, isto é, vista isoladamente, sem levar em consideração o contexto do MC, deve trazer um sentido ao leitor.

Chamamos a atenção a esse importante elemento dos MC, pois entendemos que as Proposições são as principais fontes de análise, visto que é por meio delas que o mapeador mostra que sabe relacionar conceitos de forma adequada<sup>7</sup>.

A Figura 1 exemplifica como a proposição é formada no MC.

Figura 1 - Exemplo genérico de uma Proposição.



Fonte: Extraída de Santos (2016).

Seguindo os apontamentos de Aguiar e Correia (2013) daquilo que concerne a um bom MC, entendemos que uma organização hierárquica dos conceitos traz uma facilidade em passar informações sobre a estrutura cognitiva do mapeador. Logo, é essencial que esteja presente nas construções.

Essa organização deve trazer o conceito mais geral no topo da rede proposicional que, segundo os autores, é o Nível 1. Os conceitos mais específicos vão compondo, por meio das diferenciações progressivas, os outros níveis. Essa hierarquização pode evidenciar, para o mapeador, possíveis falhas em determinados conteúdos e/ou pode indicar onde ele tem mais domínio.

Vale salientar que ao descrever níveis e subníveis dessa hierarquização, não quer dizer que a elaboração deve ser engessada e, em casos em que a hierarquização não seja apresentada com conceitos de um nível perfeitamente alinhados, a elaboração não seja um bom mapa.

Na Figura 2, é apresentada uma estrutura de MC com níveis hierárquicos extraída do trabalho de Aguiar e Correia (2013).

<sup>7</sup> O que são proposições? Direção: Paulo Correia. Tutorial, 12'56". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5ZV8SUu1vHI>> Acesso em: 15/02/2018.



Em um relato daquilo que forma os MC, o próprio idealizador da ferramenta aponta que “os MC eram uma boa forma de organizar o conhecimento para instrução e uma boa maneira de os alunos descobrirem conceitos e princípios-chave nas conferências, leituras ou noutro material instrutivo” (NOVAK, 2010, p. 27).

Novak (2010, p. 27) complementa ainda que:

à medida que os alunos adquiriram capacidades e experiência com a construção de mapas conceituais, declaravam que estavam aprender a aprender. Começaram a tornarem-se melhores na aprendizagem significativa e descobriram que podiam reduzir ou eliminar a necessidade de aprendizagem por memorização. Os mapas conceituais ajudavam a capacitá-los como formandos. Também ajudam a capacitar o professor, pois são úteis como ferramenta de negociação de significados sobre o conhecimento entre este e os alunos e, também, de concepção de uma instrução melhor (Grifo nosso).

Chamamos a atenção aos grifos, pois compreendemos que, por se tratar de um curso de formação de professores, temos a concepção de que é imprescindível propiciar um ambiente com estímulos significativos capazes de gerar uma (re)negociação de significados dos conceitos de Cálculo I.

Além da possibilidade de mapeamento conceitual apresentada por Novak há, entre as possibilidades de uso para os MC: organizar o conhecimento e descobrir conceitos-chave, para analisar, ensinar e avaliar um determinado conteúdo (MOREIRA, 1986).

Para a possibilidade de avaliar um determinado conteúdo, Novak e Gowin (1984, p. 40) explicam que um MC “é uma aproximação que funciona, de onde professores e alunos podem conscientemente e deliberadamente expandir e seguir adiante”.

A avaliação por meio de MC vem crescendo muito nos últimos anos, como indicam Toigo, Moreira e Costa (2012) apud Conceição (2016), apresentando um levantamento das atas das conferências internacionais sobre mapeamento conceitual.

Assemelhando-se a essa ideia de utilizar MC para avaliar, nosso trabalho buscou introduzir MC no estudo de Cálculo I a fim de verificar a formação de possíveis (re)significações de conceitos.

A seguir são apresentados os aspectos metodológicos dessa pesquisa.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, o leitor encontrará a descrição da pesquisa em relação a sua natureza, informações sobre o campo de pesquisa e seus participantes e esclarecimentos sobre os procedimentos investigativos.

#### 3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Neste trabalho, investigamos quais as possíveis contribuições que a utilização de MC pode trazer ao estudo de Cálculo I. Com o propósito de alcançar esse objetivo, foi ofertado um curso de extensão que acompanhou, durante todo um semestre letivo, um grupo de estudantes que estavam fazendo a disciplina Cálculo I (detalhes a respeito são apresentados no item “Procedimentos Investigativos”). Ao longo do curso, foram coletados os MC elaborados e o pesquisador fez observações e anotações.

Segundo Bogdan e Biklen (1994, pp. 47-51), algumas características das pesquisas qualitativas convergem para a visão deste trabalho, como se vê abaixo, de acordo com o nosso grifo:

Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, construindo o investigador o instrumento principal [...] 2. A investigação qualitativa é descritiva [...] 3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos [...] 4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva [...] 5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa [...]. (Grifo nosso).

Ou seja, a pesquisa é de caráter aplicado, pois visa gerar conhecimentos para a aplicação (execução) prática, dirigida à solução de problemas específicos.

Como abordam Teixeira e Megid Neto (2017, p. 1069), trabalhos com essas características abrigam objetivos que:

não estão necessariamente voltados para a transformação de uma realidade, mas sem amiúde, dar contribuições para a geração de conhecimentos e práticas, envolvendo tanto a formação de professores, quanto questões mais diretamente relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem, como a testagem de princípios pedagógicos e curriculares (interdisciplinaridade, contextualização, transversalidade, avaliação etc.) e recursos didáticos.

Essa visão dos autores caracteriza o nosso trabalho no que diz respeito aos seus procedimentos metodológicos, pois, como veremos de modo mais detalhado, a presente pesquisa envolveu uma intervenção que contou com características exploratórias e descritivas, uma vez que o pesquisador constituiu instrumentos apropriados para a coleta e análise dos dados a fim de explorar as possibilidades do uso de MC no estudo de Cálculo I, bem como descrever os achados observados nos dados coletados, objetivando alcançar novos conhecimentos e possibilidades acerca do estudo de Cálculo I.

### 3.2 DEFINIÇÃO DO CAMPO E DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

#### 3.2.1 Campo da Pesquisa

A pesquisa desenvolveu-se no Núcleo de Formação Docente de uma Universidade Pública Federal do Nordeste Brasileiro, com alunos das Licenciaturas de Matemática, Física e Química por meio de um projeto que foi estruturado em dois momentos e que objetivou incluir MC no estudo de Cálculo I.

A escolha desse campo se fez por três motivos:

- **Problemas em Cálculo I semelhantes a outras pesquisas:** os mesmos resultados evidenciados na literatura, sobre as dificuldades de aprendizagem de Cálculo I, são observados nas ofertas da disciplina no NFD, conforme o levantamento apresentado na Tabela 1.
- **Carência de estudos relacionando Aprendizagem Significativa, Cálculo I e Formação de Professores:** o levantamento bibliográfico apresentado na introdução apontou que não há investigações que proponham uma mudança quanto ao estudo de Cálculo I utilizando MC que visasse à formação docente. Desta forma, os resultados observados naquilo que trata das dificuldades com essa disciplina e das possibilidades que trazem os MC sugerem a necessidade de desenvolver um estudo que aprofunde o conhecimento sobre as contribuições na construção de significados para os conceitos de Cálculo I em auxílio à formação docente.

- **Desenvolvimento de pesquisas anteriores comum ao campo de pesquisa:** no caminho formativo, em duas outras oportunidades desenvolvemos estudos relacionados ao Cálculo I. Na primeira delas: (SANTOS; CUNHA, 2016), em caráter de iniciação científica, investigamos, à luz da teoria de Tall e Vinner (1981), as imagens e definições conceituais que alunos apresentavam sobre Cálculo I. Na segunda oportunidade, desta vez em caráter de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), investigamos como os alunos egressos e exitosos em Cálculo I relacionavam os conceitos de Derivada, Continuidade e Integral com o conceito de Limite, utilizando como ferramenta os MC (SANTOS, 2016).

### 3.2.2 Participantes da Pesquisa

Com o intuito de elencar os possíveis participantes, foi divulgado um curso de extensão na rede social *Facebook* e, por meio do preenchimento de um formulário de inscrição online (Apêndice B) disponibilizado pelo serviço: *Google Forms*<sup>8</sup>, 12 alunos foram considerados aptos para participar do primeiro momento da pesquisa.

A rede social Facebook foi escolhida por abranger grupos que agregam alunos das três Licenciaturas (Química, Física e Matemática) do Núcleo de Formação Docente. Os participantes da pesquisa foram aqueles que se adequaram aos critérios de inclusão e aceitaram participar da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A).

A partir do conjunto de interessados, elencados pelo preenchimento do formulário online, consideramos participantes da pesquisa aqueles que estiveram em conformidade com os seguintes critérios de inclusão:

- i. Ser aluno(a) devidamente matriculado(a) em uma das três Licenciaturas (Química, Física ou Matemática) do NFD. Esse critério se fez necessário, porque poderíamos ter alunos de outros cursos, como Engenharia, fazendo Cálculo I.

---

8 *Google Forms* é um serviço disponibilizado pela Google que tem por objetivo facilitar a criação de formulários e questionários diversos.



- ii. Estar matriculado(a) e cursando a componente curricular Cálculo I, apenas ofertada pelo NFD durante o semestre letivo em que for disponibilizado o curso de extensão. Esse critério foi importante, tendo em vista que o curso de extensão ofereceu estratégias de estudo, utilizando MC, a partir dos conteúdos abordados na componente curricular. Todavia não importou se o(a) aluno(a) apresentava algumas reprovações na componente, pois ter cursado Cálculo I anteriormente poderia auxiliar no seu desenvolvimento naquilo que tratava das (re)significações de conceitos.
- iii. Ter disponibilidade para participar do curso de extensão pelo menos uma tarde por semana.
- iv. Aceitar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Dos selecionados, dez alunos eram da Licenciatura em Matemática, um da Física e outro da Química. Todos os alunos da Matemática ingressaram no curso em 2017.2. Os outros dois ingressaram no período de 2018.1.

### 3.3 PROCEDIMENTOS INVESTIGATIVOS: MOMENTOS DA PESQUISA

Para compor nossos procedimentos investigativos, foi necessário incluir um processo interventivo composto de dois momentos específicos: um curso de extensão que a partir de agora chamaremos de **Bloco I** e um grupo de estudos que chamaremos de **Bloco II**.

- **Curso de Extensão: Bloco I**

No Bloco I, tratamos de uma formação em MC com a utilização do *software CmapTools*. Esse software é desenvolvido pelo *Institute for Human Machine Cognition (IHMC)*, livre e de fonte aberta, que permite aos usuários construir, navegar, compartilhar e criticar modelos de conhecimento representados como MC (IHMC, 2018).

Esse momento ocorreu no final do semestre letivo de 2018.1, ocupando 16 horas divididas em quatro encontros semanais. Nesse bloco, foram apresentados elementos essenciais que compõem o estudo dos MC e como eles se relacionam. Entre os elementos, temos os

*Conceitos, as Frases de Ligação, as Proposições, os Conectivos, a Estrutura Hierárquica e a Pergunta Focal*, que foram selecionados com base em trabalhos na literatura que trazem indícios de como elaborar um bom MC. Entre esses trabalhos, destacamos o de Aguiar e Correia (2013), Moreira (2012) e o de Novak e Cañas (2010).

Além de visarmos à parte técnica, ressaltamos a análise das Proposições em um mapa e como poderíamos classificá-las de acordo com as LIPHs, baseados no texto de Cicuto e Correia (2013).

Abaixo seguem as informações do que foi feito e produzido em cada um dos quatro encontros.

### *Encontro 1*

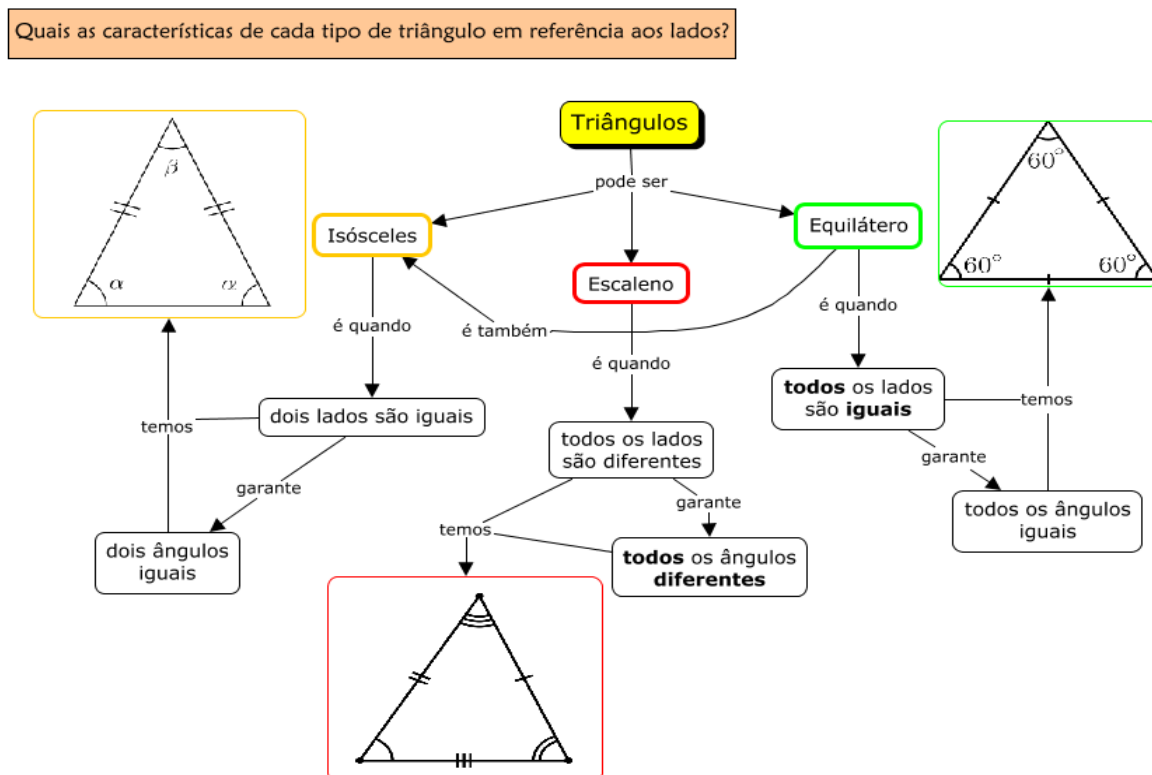
Nesse primeiro encontro, visamos aos diferentes usos e estruturação de MC, com a apresentação de alguns modelos de mapas, indicando quais eram os termos técnicos que um bom mapa deve conter, conforme os autores supracitados.

Como exemplo desses mapas utilizados nesse encontro, apresentamos um MC elaborado por um aluno do 8º ano do Ensino Fundamental em um acompanhamento escolar ministrado pelo autor desta pesquisa.

Esse mapa foi escolhido por conter diferentes possibilidades para a elaboração dos MC. Além dos termos essenciais que um mapa deve conter, tais como pergunta focal, diferenciações progressivas, reconciliações integradoras, o exemplo traz utilização de cores, imagens e destaques de palavras que visam enaltecer relações.

Cada um desses termos técnicos era apontado no exemplo da Figura 3, fazendo a ligação com aquilo que seria uma proposição, uma unidade semântica e qual a importância do termo de ligação.

Figura 3 - Exemplo de um MC contendo diferentes elementos.



Fonte: O Autor (2019)

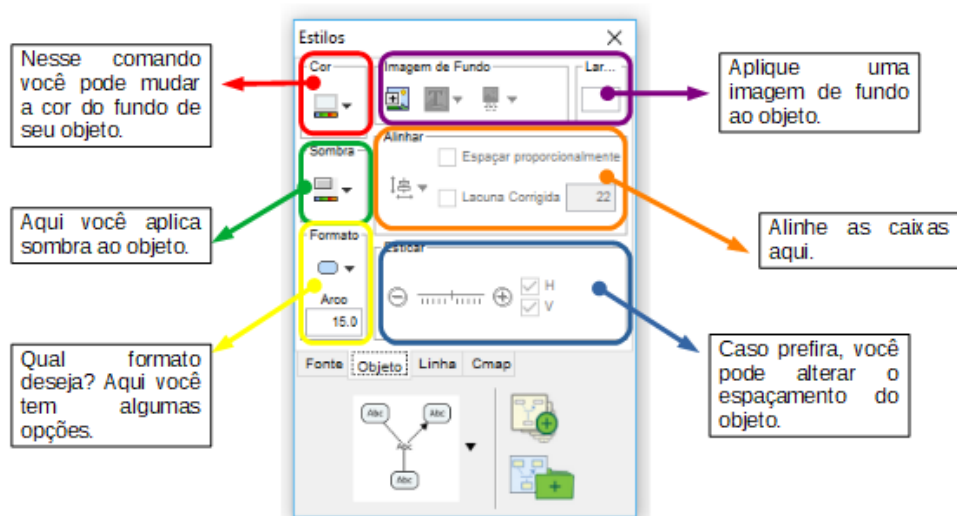
Ainda nesse momento, mostramos o que era, para que servia e como realizar o *download* do *CmapTools*, objetivando a elaboração de mapas nos próximos encontros.

## Encontro 2

Após a instalação do *software*, trabalhamos as principais guias que conduzem à estruturação dos MC utilizando o *CmapTools*.

Nesse momento, a dinâmica era de apresentação das guias e alguns atalhos facilitadores no teclado direcionando para um exemplo prático. Segue um exemplo dessas explicações na Figura 4.

Figura 4 - Explicação da guia "Objeto" na Paleta de Estilos do CmapTools.



Fonte: O Autor (2019)

Para as elaborações dos MC, tínhamos oito temas (sete descritos pelo professor e um de escolha própria dos participantes). Como descritos pelo professor, tínhamos os temas: Conjuntos Numéricos; Reta Real; Fatoração; Potenciação e Radiciação; Aproximações, Convergência, Divergência e Infinito; Funções de uma variável real; Áreas de regiões quaisquer e método da exaustão.

Utilizamos esses temas, pois acreditamos que servem de aporte para a abordagem do tema Cálculo Diferencial e Integral e tiveram o propósito de, além de revisar conteúdos importantes, fazer com que o aluno se familiarize com a elaboração de MC com conteúdos matemáticos. Em relação ao tema de escolha própria, tínhamos a ideia de que, por a técnica de mapeamento conceitual ser algo novo, iniciar as construções com um tema de sua segurança poderia alavancar o interesse do aluno para a realização de outras construções.

Ainda nesse encontro 2, disponibilizamos o texto de Cicuto e Correia (2013), que trata das LIPHs e discute aspectos técnicos e teóricos sobre MC, dando uma ênfase às proposições. A disponibilização do texto teve o intuito de dar um suporte teórico para as primeiras construções, buscando sempre a melhoria da mensagem que se deseja transmitir em cada relação.

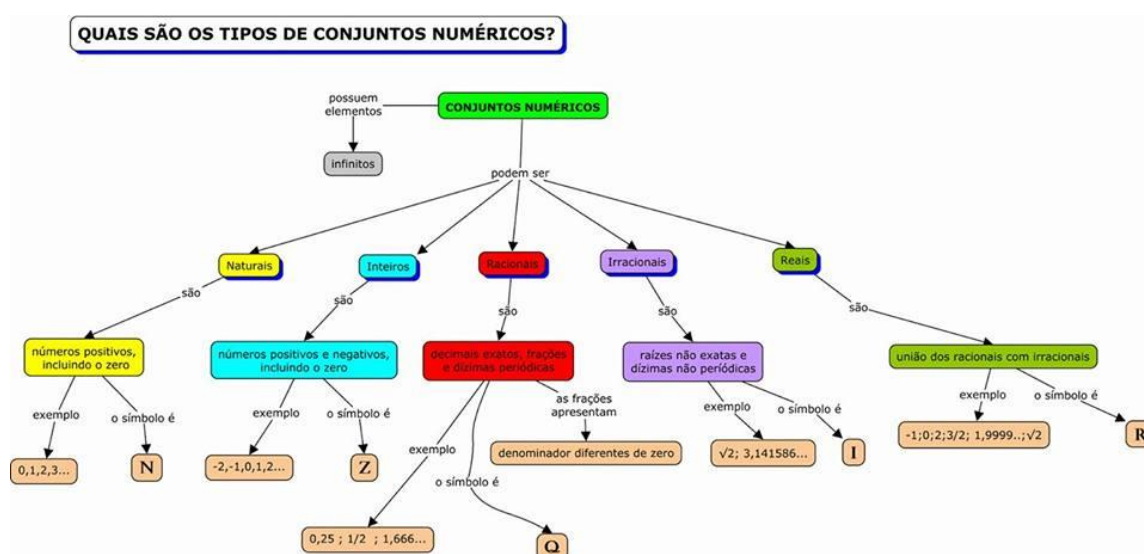
### Encontro 3

Em comum acordo, os temas mapeados foram: Conjuntos Numéricos e Funções de uma variável real. Os dois MC foram feitos individualmente e, em seguida, permutados entre os participantes com o objetivo de que cada um pudesse contemplar a elaboração do outro, ficando livre para fazer possíveis adequações nas proposições, em consonância com o texto de Cicuto e Correia (2013). A discussão das adequações proposicionais, realizadas nesses MC, ficou para o quarto e último encontro. Vale salientar que, para facilitar a dinâmica, todas essas construções foram feitas com papel e caneta e só depois passada para o formato digital por meio do *CmapTools*.

### Encontro 4

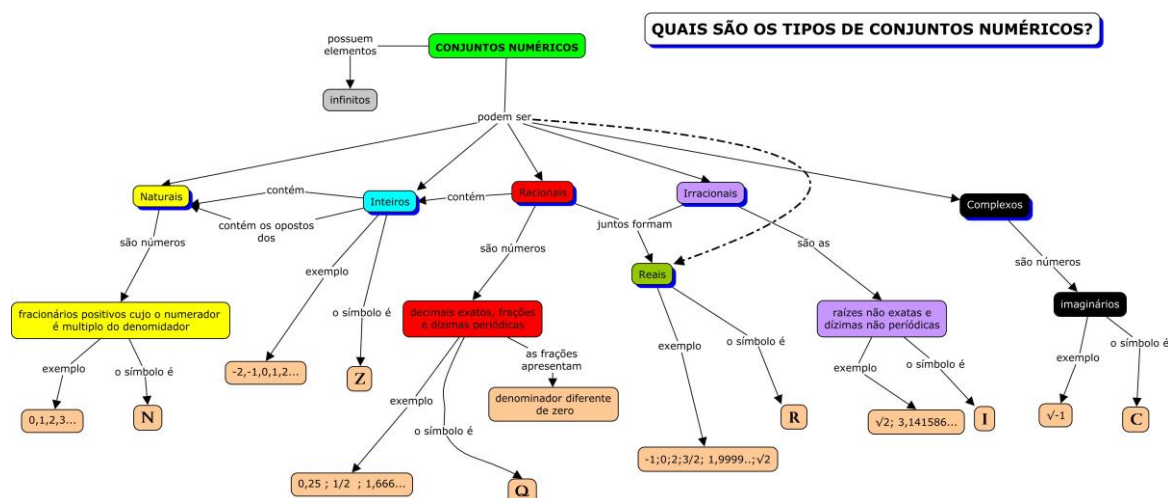
Como exemplo das construções feitas no terceiro encontro, segue a primeira versão de um MC sobre Conjuntos Numéricos (Figura 5) e, em seguida, com as melhorias nas proposições e incrementos de relações, segue a segunda versão (Figura 6).

Figura 5 - 1ª Versão do MC sobre Conjuntos Numéricos.



Fonte: O Autor (2019)

Figura 6 - 2ª Versão do MC sobre Conjuntos Numéricos.



Fonte: O Autor (2019)

Nesse último encontro, analisamos as melhorias apresentadas na versão 2, discutindo com toda a turma cada uma das relações, como se fosse um tribunal, onde quem mapeou defendia a proposição utilizada das possíveis adequações. Essa ação teve o propósito de evidenciar as contribuições que a revisitação no mapa pode gerar, auxiliando no esclarecimento das relações elaboradas.

Finalizando o Bloco I e o semestre 2018.1, iniciaremos os detalhes do Bloco II.

### • Grupo de Estudos: Bloco II

O Bloco II refere-se a um grupo de estudos sobre Cálculo I, utilizando MC e ocorreu semanalmente no semestre letivo de 2018.2 num total de dez encontros.

Dos 12 participantes que terminaram o Bloco I, tivemos a desistência de sete. Alguns justificaram a desistência como sendo por choque de horário com disciplinas alocadas no mesmo horário e outros por problemas de cunho pessoal que afetariam diretamente a participação ativa com o projeto.

Dos cinco participantes restantes, tínhamos quatro da Licenciatura em Matemática e apenas um da Licenciatura em Química, que estavam matriculados na componente curricular de Cálculo I nas suas respectivas turmas: MATM0028<sup>9</sup> e QUIM0074<sup>10</sup>.

9 Cálculo Diferencial e Integral I na turma de Licenciatura em Matemática.

10 Cálculo Diferencial e Integral I na turma de Licenciatura em Química.

Para esses estudantes, foram desenvolvidas atividades pertinentes à (re)elaboração e apresentação dos MC em consonância com os conteúdos estudados em Cálculo I na turma regular.

Para isso, existiam cinco estratégias de mapeamento conceitual que foram experimentadas no decorrer do Bloco II, de acordo com a seguinte dinâmica: ao iniciar o período, os estudantes tinham um cronograma de aula semanalmente cumprido pelo professor de Cálculo I no horário regular da sua turma. Na semana seguinte a estas aulas, nós – pesquisadores e participantes - nos encontrávamos para debater aquilo que foi vivenciado na aula de Cálculo I por meio da elaboração de MC.

Ressaltamos que qualquer atividade desenvolvida no Bloco II dependia do material que eles vivenciaram nas aulas. Logo, na semana que não houvesse aula, não era possível nos encontrarmos. Isso aconteceu nas semanas de avaliação, congressos e faltas justificadas dos professores.

Os MC produzidos em cada estratégia no encontro 1 eram apresentados e reelaborados no encontro 2 com toda a apresentação videogravada. Todos os MC foram alvo de análise a fim de se alcançarem os objetivos propostos na presente pesquisa.

Por fim, norteados por nossos objetivos, desenvolvemos, com cada participante, uma entrevista semiestruturada com a finalidade de analisar suas percepções sobre o grupo de estudos. As questões norteadoras dessa entrevista estão no Apêndice C.

Apresentada toda a dinâmica do Bloco II, vamos aos detalhes de cada estratégia.

### ***Estratégia 1 (E1): Listagem de Conceitos***

Na Listagem de Conceitos, os participantes, antes de começarem a construir o MC, deveriam anotar separadamente todos os conceitos que foram vivenciados e apreendidos por eles na aula e só depois de reunirem uma quantidade de conceitos que o próprio aluno julgava como sendo suficiente, iniciava-se a elaboração. Essa estratégia é a mais comum, quando se iniciam mapeamentos conceituais e pode ser encontrada em estudos de diversos autores na literatura (CAÑAS; NOVAK, 2005; CORREIA; AGUIAR, 2013; MOREIRA, 1997; NOVAK; CAÑAS, 2010; NOVAK; GOWIN, 1984).

### ***Estratégia 2 (E2): Dados Conceituais***

Essa estratégia foi apresentada por Hughes et al. (2006) e consiste em uma espécie de jogo em que cada participante – ou “jogador” como os próprios idealizadores chamam – tinha dois dados. Em cada face do dado utilizado na pesquisa dos autores, foi escrito um conceito sobre um mesmo tema. Jogando os dados simultaneamente, os alunos poderiam observar as faces sorteadas e assim elaborar uma proposição, escolhendo um termo de ligação adequado, de acordo com a pergunta focal. Esse sorteio era feito até que o jogador tivesse um número razoável de proposições e, assim, condições para montar seu MC inicial. O texto ainda indica que, em casos onde os conceitos sorteados não apresentam relação alguma, uma nova jogada deveria ser feita (HUGUES et al., 2006).

No nosso caso, tivemos algumas adaptações. Em lugar de escrevermos conceitos nas faces dos dados, os alunos fizeram a escolha de alguns deles referentes à aula que vivenciaram na semana anterior, numeraram-nos e, com dois dados convencionais, sortearam para observar quais eram os conceitos associados aos números. Ressaltamos que o tema trabalhado com essa estratégia foi Continuidade e tipos de Limites de Função.

### ***Estratégia 3 (E3): Brainstorming de Conceitos***

A estratégia E3 foi uma adaptação do trabalho de Ferrão e Manrique (2014), em que as autoras a utilizaram para estimular a participação dos discentes, assim como para obter conceitos relevantes daquilo que foi visto sobre Derivadas.

Tivemos a não homogeneidade do grupo no que concerne à turma matriculada. Por exemplo, quatro dos cinco participantes eram da Licenciatura em Matemática e o outro participante da Licenciatura em Química. *A priori*, essa não homogeneidade poderia ser um contratempo, mas, pelo contrário, possibilitou maiores discussões dos conceitos levantados no *Brainstorming* por um aluno da Matemática que, muitas vezes, eram confirmados por outro da sua turma com leves mudanças no entendimento, mas não por outro discente de curso diferente. Ou seja, incluindo o participante da Química, novas formas de interpretar conceitos surgiram. Isso ocasionou que mapas, de uma mesma turma, que dividiam o mesmo professor, apresentassem uma quantidade de relações e conceitos, e até mesmo qualidades, diferentes entre si, mesmo que todos formassem os mesmos conceitos. O tema trabalhado com essa estratégia foi o de Derivadas de Função.

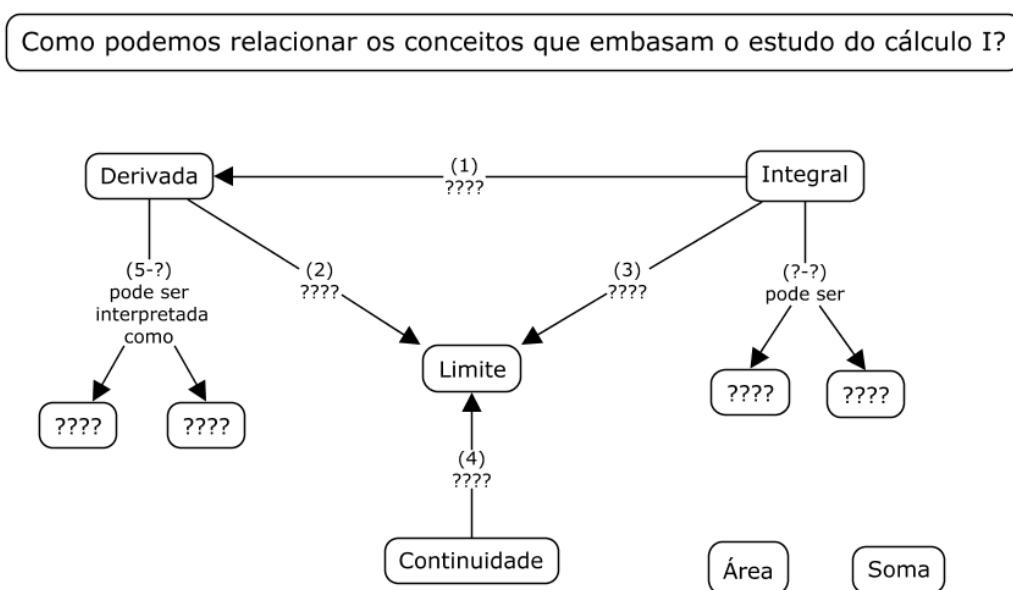
### ***Estratégia 4 (E4): Semiestruturação de Conceitos***



Para essa estratégia, tivemos como inspiração o trabalho de Novak e Cañas (2010), em que eles apontam o termo “esqueleto de mapa” (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 21) e o trabalho de Stefanie Moreira (2011), no qual a autora utiliza MC em sua pesquisa com colaboradores sem experiência alguma com a técnica.

No nosso caso, estávamos interessados em analisar como seria o rendimento dos estudantes ao reelaborarem um mapa já iniciado. A Figura 7 apresenta o MC semiestruturado utilizado na pesquisa.

Figura 7 - MC semiestruturado sobre os conceitos que embasam o Cálculo I.



Fonte: O Autor (2019)

No lugar das interrogações, os estudantes tinham de acrescentar algum conceito ou termo de ligação que julgassem como adequado, além de conectar os conceitos soltos no mapa.

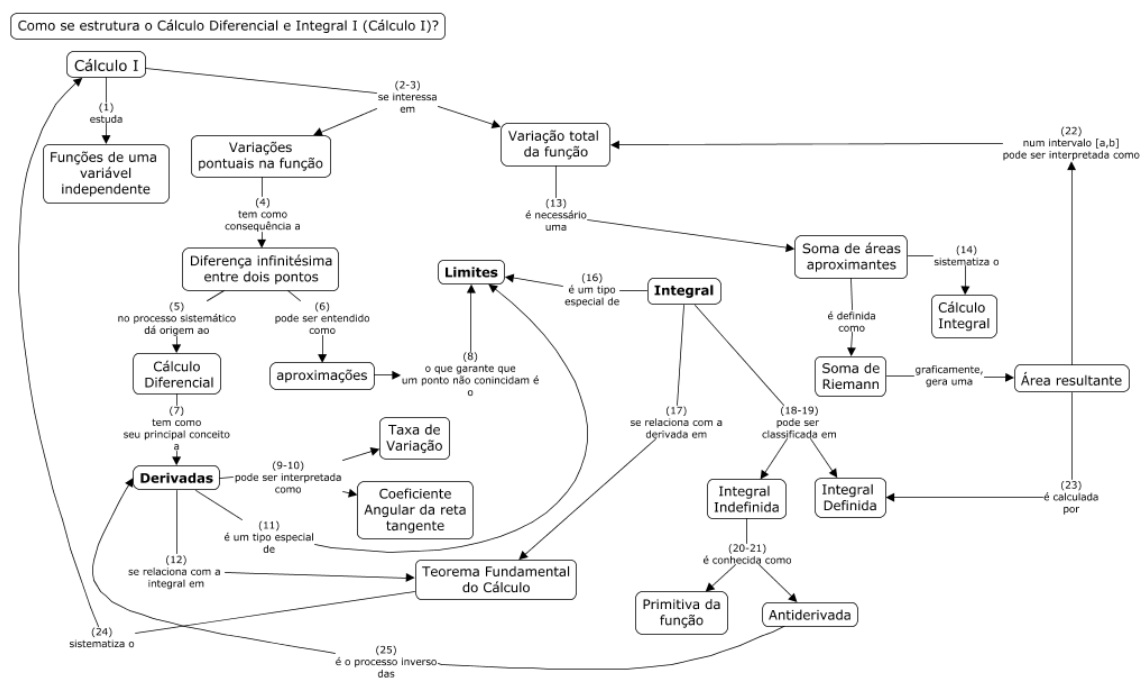
Podemos pensar que essa estratégia foi mais cômoda, pois tínhamos mapeadores treinados previamente, contudo criar um termo de ligação entre dois conceitos existentes requer um esforço cognitivo maior do que criar a própria proposição, tendo em vista que ao pensarmos uma relação conceitual, a estrutura vai se formando sequencialmente do Conceito A para o Conceito B. Esse tipo de dificuldade também foi relatado por Novak e Cañas (2010).

Como podemos observar na Figura 7, o objetivo nessa estratégia era saber como os estudantes estavam relacionando os conceitos de Limite, Continuidade, Derivada e Integral.

### ***Estratégia 5 (E5): Mapas Conceituais Manipuláveis***

Essa estratégia foi originada num Trabalho de Conclusão de Curso e reportada como recorte de pesquisa em Santos e Rodrigues (2017). Nessa estratégia, um MC de um especialista é criado sobre um determinado tema, impresso e, a partir disso, todos os conceitos e termos de ligação são recortados a fim de serem interpretados como peças. Alguns recursos são necessários para um uso efetivo da estratégia. Devemos ter lápis para quadro branco e uma base branca para servir de apoio para o mapa. Essa base, no caso de Santos e Rodrigues (2017) e no nosso, foi feita de *Papel Contact* recortado numa região de aproximadamente 0,5 m x 1,25 m. As peças eram dispostas sobre a base, para que os mapeadores as posicionassem e construíssem ligações com os lápis de quadro branco. A única adaptação que fizemos em relação aos idealizadores foi a não utilização de cores guias para cada conceito, pois acreditamos que os participantes já eram mapeadores experientes. A Figura 8 mostra o MC do especialista que serviu de base para o recorte das peças utilizadas no MCM.

Figura 8 - MC do especialista para utilização no MC Manipulável.



Fonte: O Autor (2019)

Vale salientar que o mapa apresentado na Figura 8 não teve o intuito de ser completo. Além disso, a utilização de todas as peças – conceitos e termos de ligação – não era obrigação de nenhum participante, assim como estava liberado o incremento de outros conceitos e/ou termos de ligação. Como visto na Figura 8, foram utilizados os conceitos que estruturam o Cálculo I (Limite, Derivada e Integral) por essa estratégia ter sido efetivada no final do semestre letivo.

### 3.4 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Visando responder a nossa questão problema: **“Que (re)significações, sobre os conceitos de Cálculo Diferencial e Integral I podem ser elaboradas por professores em formação inicial a partir do uso de Mapas Conceituais?”**, descrevemos ações diretivas para alcançar cada objetivo específico.

- **Analisar o desenvolvimento dos licenciandos enquanto mapeadores técnicos.**

A fim de alcançar esse objetivo, os MC desenvolvidos em cada etapa do Bloco II passaram por dois tipos de análise. A primeira delas foi a análise da (i) Pergunta Focal, (ii) do uso correto de elementos que estruturam os MC e (iii) da clareza semântica das proposições.

Em (i), buscamos investigar a coerência da elaboração do MC com a Pergunta Focal e/ou se a pergunta dava indícios de uma aprendizagem profunda ou superficial de acordo com Derbentseva (2007); em (ii), buscamos investigar o uso correto dos conceitos, termos de ligação e orientação das setas; e em (iii), analisamos a presença de verbos nos termos de ligação, e se estavam gramaticalmente adequados com os conceitos escolhidos (AGUIAR; CORREIA, 2016).

- **Identificar as contribuições das apresentações para o desenvolvimento dos mapas.**

Para cumprir esse objetivo, pensamos como Stefanie Moreira (2011, p.153) que: “aprender um conhecimento requer diálogo, intercâmbio, compartilhamento e, às vezes, acordo. Significados podem ser compartilhados, discutidos, negociados e acordados”. Diante disso, observamos, por meio das modificações introduzidas em cada MC após a discussão com o grupo, quais melhorias estavam presentes na versão 2 em relação à versão 1.

- **Verificar como as estratégias de mapeamento conceitual contribuíram no estudo de Cálculo I.**

Os MC construídos por meio das estratégias E1, E2, E3, E4 e E5 foram alvos de análises individual e coletiva, a fim de termos comparações de como o rendimento dos alunos se desenvolveu no que concerne à estrutura do MC e à presença de ligações cruzadas entre os conceitos.

Cada estratégia tem como base, respectivamente, os textos de: Moreira (1997), Novak e Cañas (2010) e Aguiar e Correia (2013) – *Listagem de Conceitos (E1)*; Hughes et al. (2006) - *Dados Conceituais (E2)*; Ferrão e Manrique (2014) – *Brainstorming (E3)*; Novak e Cañas (2010) e Stefanie Moreira (2011) – *Mapas semiestruturados (E4)*; Santos e Rodrigues (2017) - *Mapas Conceituais Manipuláveis (E5)*.

- **Analisar as percepções dos participantes em relação à utilização de Mapas Conceituais para o estudo de Cálculo I.**

Para alcançar esse objetivo, recorreremos a uma entrevista semiestruturada. Como de praxe, seguimos um roteiro de perguntas, que visavam buscar informações acerca dos pontos positivos e negativos do curso de extensão na visão de cada participante. No roteiro de questões (Apêndice C), também constaram perguntas sobre os possíveis benefícios das estratégias de estudo utilizando MC.

## 4 RESULTADOS DA PESQUISA

Com base no nosso objetivo geral e nos nossos objetivos específicos descritos anteriormente, elaboramos as seguintes categorias de análise (Quadro 1), a fim de respondermos à nossa questão problematizadora e avançar em pesquisas futuras.

Quadro 1 - Categorias elaboradas para análise

| Número da Categoria | Categoria                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| I                   | Desenvolvimento dos participantes enquanto mapeadores técnicos                |
| II                  | Melhorias em Cálculo I presentes na 2ª versão em relação à 1ª do MC           |
| III                 | Contribuições das estratégias de mapeamento conceitual no estudo de Cálculo I |
| IV                  | Percepção dos estudantes em relação ao Bloco II                               |

Fonte: O Autor (2019)

Convém pontuar que, para garantir o anonimato dos participantes da pesquisa, optamos por denominá-los como: **P1, P2, P3 e P4**. Além disso, enfatizamos que utilizamos a simbologia “[...]” para representarmos omissão de texto e a simbologia “...” para indicar pequenas pausas nas respostas dos participantes.

Dados os devidos esclarecimentos, as análises, em suas respectivas categorias, vêm apresentadas adiante.

### Cat. I. Desenvolvimento dos licenciandos enquanto mapeadores técnicos

Entendemos que bons MC precisam ter uma estruturação hierarquizada com uma rede integrada de conceitos que visam a responder à pergunta focal estabelecida. Ou seja, um MC estruturado de forma hierarquizada, que consiga responder claramente à pergunta focal, mas sendo apresentado sem uma rede integrada, perde sua potencialidade de relação entre conceitos (reconciliações integradoras) e, com isso, por enquanto não podemos classificá-lo como um bom mapa (NOVAK, 2010). De forma semelhante, se tivemos uma rede integrada de conceitos bem hierarquizados, porém notarmos que o mapa não consegue responder à pergunta focal,

toda a análise desse mapa perde o sentido, pois não havendo resposta, não há como atribuir qualidades ou quantidades para cada proposição.

Salientando a importância das Perguntas Focais, Derbentsva et al. (2004, 2006, 2007), Novak e Cañas (2010), Xavier (2015) apontam que algumas palavras utilizadas nas perguntas podem esclarecer o nível de aprofundamento que o mapeador tem sobre o tema a ser mapeado ou até mesmo o conhecimento do mapeador com a técnica. Os autores apontam que palavras focais iniciadas com “*O que...?*”, “*Quais...?*” podem refletir um conhecimento superficial sobre um determinado assunto, pois conduzem a relações meramente estáticas, descritivas, informativas, classificatórias. Por outro lado, as palavras “*Como...?*”, “*Para quê...?*” possibilitam uma construção rica em relações entre os conceitos, pois requerem uma aprendizagem profunda e dinâmica, auxiliando até mesmo na estrutura hierárquica do mapa. Ou seja, no primeiro caso, têm-se geralmente mapas com estrutura radial. Nesse último caso, tem-se geralmente uma estrutura de proposições em rede (AGUIAR; CORREIA, 2013; 2016; CAÑAS; NOVAK, 2005).

Nos MC elaborados ao longo do grupo de estudos, a escolha da pergunta focal para os três primeiros era de responsabilidade dos participantes. Para as duas últimas estratégias – Mapas Conceituais Semiestruturados e Mapas Conceituais Manipuláveis – a Pergunta Focal foi definida pelo pesquisador.

A Tabela 3 apresenta as Perguntas Focais utilizadas pelos participantes ao decorrer das construções. Note-se que nas três primeiras, há a presença de palavras que podem indicar um conhecimento superficial sobre o tema.

Quadro 2 - Perguntas utilizadas para a elaboração dos Mapas Conceituais

| Pergunta Focal                                            | Caracterização do MC                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O que é limite?                                           | Possibilidades de relações entre os conceitos meramente estáticas, descritivas, informativas, classificatórias. |
| O que engloba limite?                                     |                                                                                                                 |
| O que envolve derivada em Cálculo I?                      |                                                                                                                 |
| O que é Limite e quais são as principais características? |                                                                                                                 |
| Quais são os tipos de limites?                            |                                                                                                                 |
| O que é derivada e suas características?                  |                                                                                                                 |
| Quais os conceitos e propriedades dos Limites?            |                                                                                                                 |
| Quais os limites e suas definições?                       |                                                                                                                 |
| Qual a definição de derivada e suas regras?               |                                                                                                                 |
| Qual o conceito de Derivada?                              |                                                                                                                 |

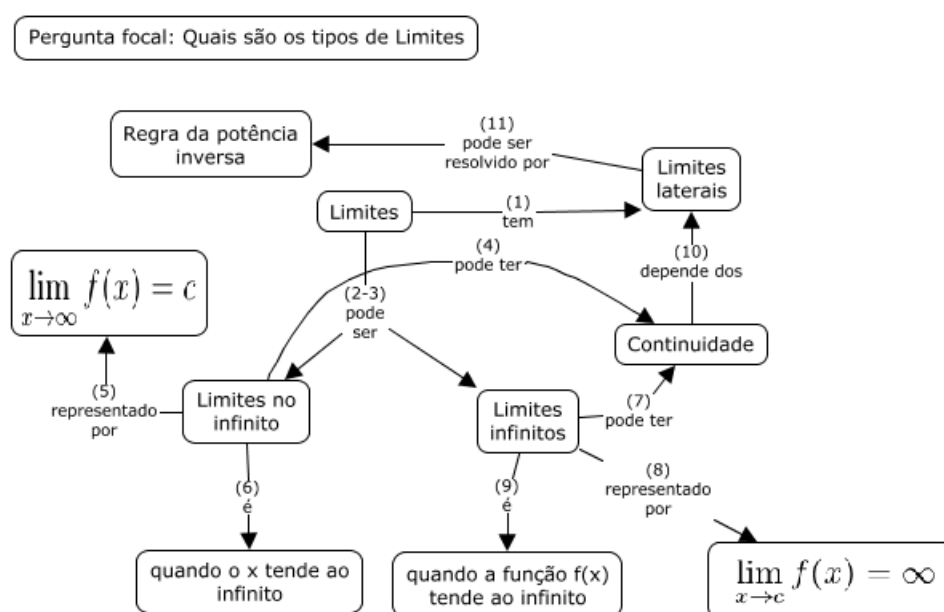
Fonte: O Autor (2019)

Esses resultados eram esperados ao refletirmos sobre os participantes da pesquisa: alunos que estavam cursando Cálculo I pela primeira vez e, mesmo tendo um curso de extensão sobre mapeamento conceitual, trazem da educação básica a cultura de descrever e informar, em vez de pensar conceitos e relacioná-los. Podemos inferir que a aprendizagem formada com os conceitos de Cálculo I ainda não está desenvolvida e, conseqüentemente, não pode ser caracterizada como uma aprendizagem profunda e dinâmica, conforme Derbentsva et al. (2007).

Em relação ao uso correto dos elementos estruturantes (conceitos, termos de ligação e orientação de leitura da proposição), percebemos um bom aproveitamento nos 18 MC<sup>11</sup>, analisadas apenas as versões iniciais.

O que podemos encontrar como elementos que impedem de serem bons MC, de acordo com Aguiar e Correia (2013), são alguns erros semânticos e sintáticos em conceitos e termos de ligação que, no conjunto, comprometem a clareza de algumas proposições. Como exemplo, trazemos na Figura 9 o MC de P2 desenvolvido na estratégia E2.

Figura 9 - 1ª versão do MC de P2 referente à estratégia E2



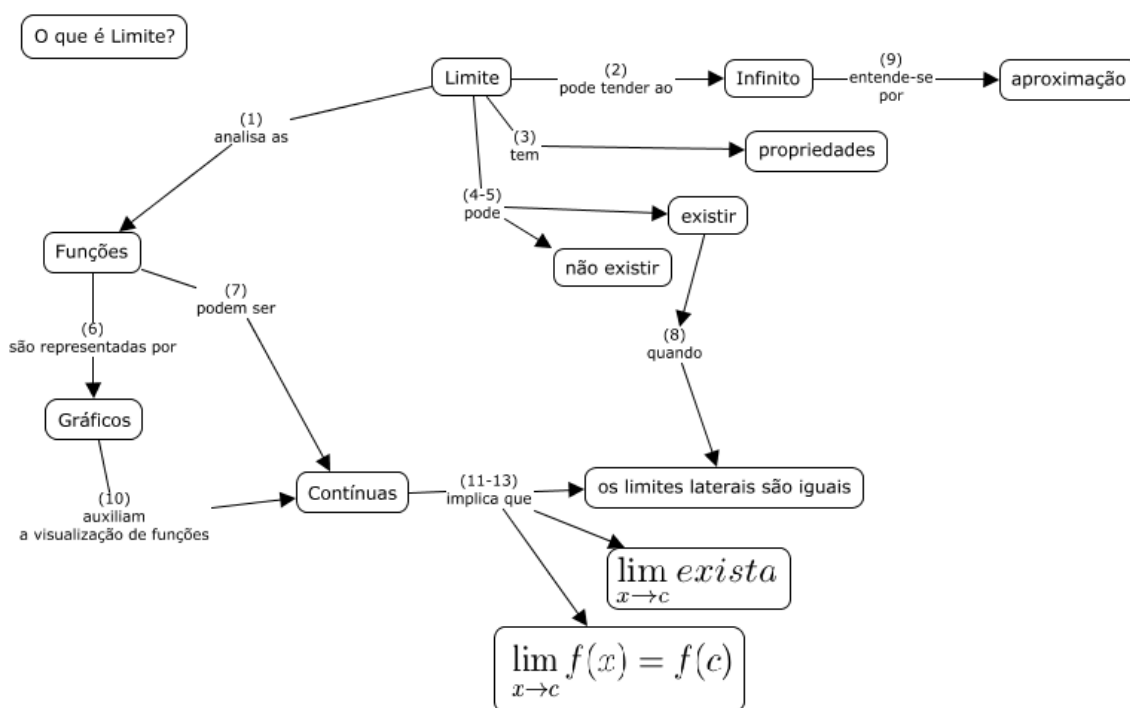
Fonte: O Autor (2019)

11 Quatro participantes realizando Mapas Conceituais com cinco estratégias (total de 20) com duas ausências (20 - 2 = 18 mapas).

Ao nos determos na Figura 9, detectamos erros de flexão verbal no termo de ligação aos conceitos iniciais nas proposições 2, 3, 4, 5, 7 e 8, onde, além dos erros da confusão entre plural e singular, evidencia-se uma falta de clareza proposicional nas proposições 5 e 8 em razão de uma possível má escolha do Termo de Ligação.

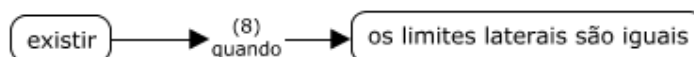
Quanto aos erros de concordância, o MC da Figura 10 apresenta uma quantidade menor em relação à Figura 9. Porém os dois conceitos destacados na Figura 11 não formam uma unidade semântica. Ou seja, quando vista de forma isolada, a proposição não nos passa nenhuma informação coerente, quando desconsideramos o contexto em que a elaboração está inserida.

Figura 10 - 2ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E1



Fonte: O Autor (2019)

Figura 11 - Proposição 8 apresentada por P1 na estratégia E1.

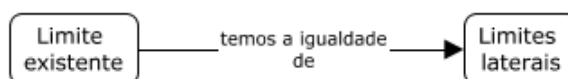


Fonte: O Autor (2019)



Observando essa proposição, pensamos que uma possível melhoria seria a troca de “existir” por “Limite existente”; o termo de ligação “quando” poderia ser trocado por “temos a igualdade de” e o conceito “os limites laterais são iguais” poderia ser substituído por apenas “Limites laterais” (Figura 12).

Figura 12 - Possível melhoria para a proposição 8.



Fonte: O Autor (2019)

Podemos observar que a proposição apresentada pela Figura 12 não alteraria em nada a estruturação do mapa, mas poderia aumentar a clareza da informação que o mapeador desejou transmitir.

Embora os participantes não tenham conseguido sinalizar qualidades para alcançar um bom nível técnico e específico, os resultados observados nessa primeira análise nos deixam motivados, pois para participantes inexperientes em Cálculo I e, de certa forma, na técnica de mapeamento conceitual, os MC apresentam potencial de melhoria das relações adequadas entre os termos utilizados. Para isso, a utilização contínua de mapas é imprescindível, pois poderá aumentar a “capacidade de organizar estruturas de conhecimento e expressá-las com clareza a partir de proposições cuidadosamente selecionadas.” (AGUIAR; CORREIA, 2016, p. 44).

## **Cat. II. Melhorias em Cálculo I presentes na 2ª versão em relação à 1ª do MC**

O foco para essa categoria foi o de evidenciar como a negociação de significados, realizadas durante as discussões, influenciou para possíveis adequações proposicionais, diferenciações progressivas e/ou reconciliações integradoras entre conceitos do Cálculo I.

Para isso, analisamos se as proposições inadequadas ou inapropriadas e possíveis incrementos de diferenciações progressivas e reconciliações integradoras de cada versão 1 foram alteradas ou adicionadas na 2ª versão.

Salientamos que o julgamento sobre a proposição ser inadequada ou inapropriada é baseado nas definições conceituais do tema: Cálculo I.

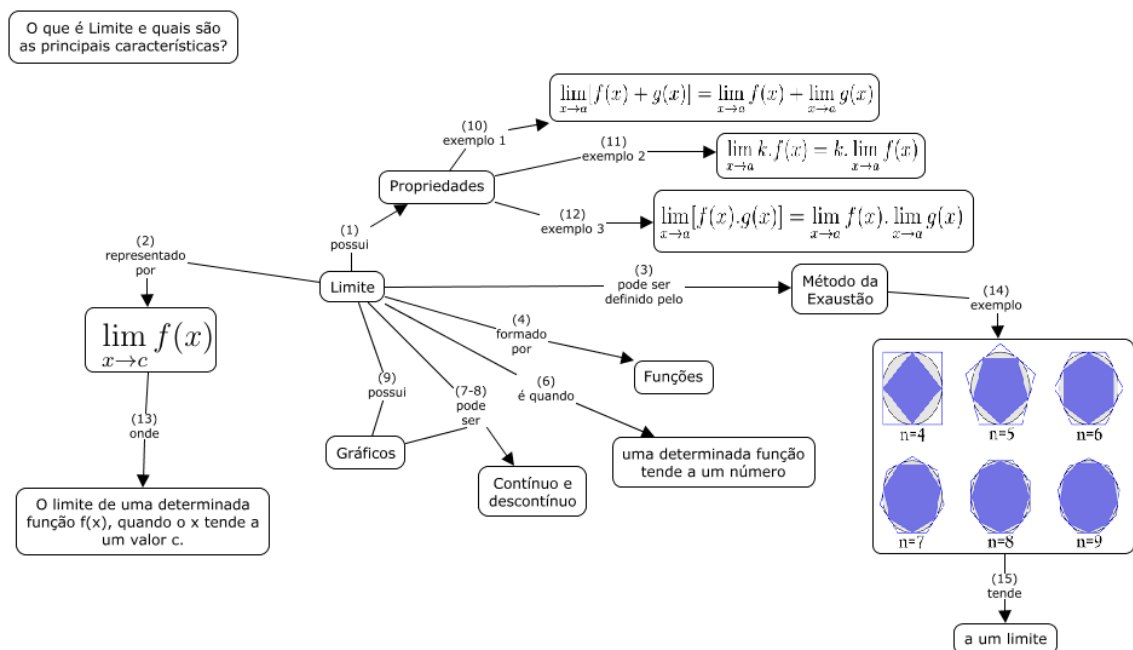
Abaixo estão exemplos de MC de alguns participantes em cada estratégia, mostrando como essas alterações foram efetuadas. Em seguida, apresentamos, utilizando apenas as relações isoladas, as melhorias dos outros participantes na mesma estratégia.

- *Estratégia E1*

Como dito anteriormente, essa estratégia consistiu na listagem de alguns conceitos relembrados das primeiras aulas de Cálculo I que cada estudante trazia consigo. Durante a elaboração, esses conceitos não eram compartilhados com os demais participantes.

A título de exemplificação de análise, na Figura 13, expomos a 1ª versão da elaboração do participante P2, escolhido por julgarmos que as construções dos outros tinham as mesmas características que as construções dele.

Figura 13 - 1ª Versão do MC de P2 referente à estratégia E1.



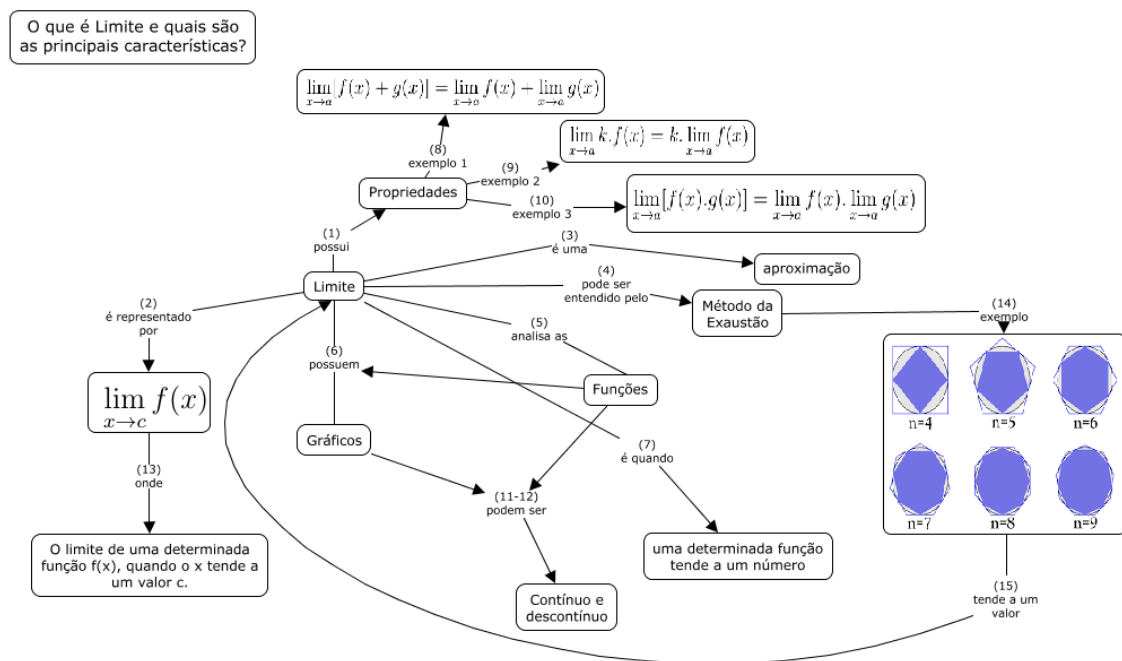
Fonte: O Autor (2019)

De acordo com a Pergunta Focal utilizada por P2, a elaboração teve o intuito de descrever o conceito de Limite apenas listando uma série de informações por meio de proposições confusas e inapropriadas (3, 4, 7, 8 e 9). Note também que a estrutura não tem uma hierarquização bem definida e não apresenta ligação cruzada que possa evidenciar possíveis

reconciliações integradoras. Além disso, a estrutura é radial, sugerindo que o mapeador não conseguiu identificar relações entre os conceitos do MC, apenas os descreveu (CORREIA et al., 2016).

Já na 2ª versão da estratégia E1, Figura 14, podemos notar que não houve a inclusão de novas diferenciações progressivas em nenhum dos conceitos utilizados, mas houve adequações em alguns termos de ligação e a inclusão de uma reconciliação integradora para o conceito de Limite (proposição 15), o que pode sinalizar evolução.

Figura 14 - 2ª Versão do MC de P2 referente à estratégia E1.



Fonte: O Autor (2019)

Analisando as proposições 4, 7 e 8 da 2ª versão, podemos identificar uma melhoria considerável, quando P2 trocou o termo “formado por” por “analisa as” na proposição 4 e entendeu que não são os Limites que podem ser contínuos ou descontínuos, mas sim as Funções (proposições 7-8). Além dessa melhoria, pudemos notar o incremento da proposição 3 (2ª versão), mostrando que o debate auxiliou na compreensão de que o conceito de Limite não apenas está ligado à parte geométrica de análise das funções, mas também à ideia de Aproximações.

Consideramos essas poucas melhorias como algo de enorme importância para o desenvolvimento desse conceito, pois deixar de pensar Limite de Funções sempre associado à

parte geométrica da análise de Funções (proposições 7-9, 1ª versão) pode gerar ideias analíticas mais encorpadas do que meros exemplos (proposições 10-12, versão 1), auxiliando nos próximos passos em Cálculo Diferencial e Integral.

Dos outros participantes, apenas o P1 apresentou a 2ª versão da Estratégia E1. Como melhorias na 1ª versão, destacamos as proposições a seguir nos Quadros 2 e 3.

Quadro 3 - Proposição incluída no MC de P1 na E1 após a apresentação<sup>12</sup>.

| Conceito         | TL                   | Conceito         |
|------------------|----------------------|------------------|
| Limite Existente | Temos a igualdade de | Limites Laterais |

Fonte: O Autor (2019)

Quadro 4 - Adequações no MC de P1 referentes à estratégia E1 após a apresentação<sup>13</sup>

| Conceito | TL                  | Conceito  |  | Conceito | TL                           | Conceito  |
|----------|---------------------|-----------|--|----------|------------------------------|-----------|
| Funções  | <u>Contém</u>       | Gráficos  |  | Funções  | <u>São representadas por</u> | Gráficos  |
| Funções  | <u>Precisam ser</u> | Contínuas |  | Funções  | <u>Podem ser</u>             | Contínuas |

Fonte: O Autor (2019)

No Quadro 2, o participante incluiu uma importante proposição no que se refere à ligação entre Limites Laterais e à existência de Limites. Uma importante relação para estudos futuros, pois associa a visão algébrica da geométrica, tornando o conhecimento mais sólido. No Quadro 3, a apresentação possibilitou a melhoria, mesmo que sutil, das relações que P1 apresentou sobre Funções, Gráficos e Continuidade.

- *Estratégia E2*

Na estratégia E2, o tema trabalhado foi o de Limites Infinitos e no Infinito e Continuidade. Como exposto anteriormente, essa estratégia teve o propósito de forçar algumas

<sup>12</sup> Quadros na coloração verde estão indicando uma proposição incluída na 2ª versão.

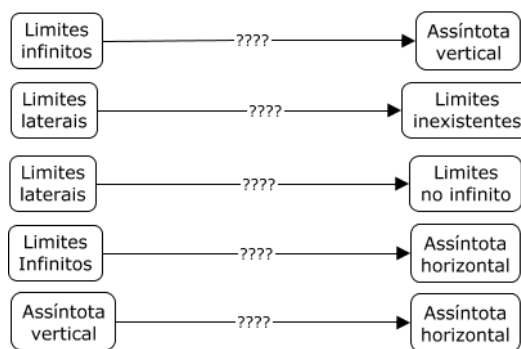
<sup>13</sup> Na coloração rosa, estão algumas relações encontradas na 1ª versão e na parte azul estão as melhorias encontradas na 2ª versão desse mesmo MC.

relações com conceitos pré-estabelecidos pelos próprios alunos relativos aos conceitos vistos nas aulas de Cálculo I de forma mais recente.

Os conceitos estabelecidos por P3 foram: Limites infinitos, Limites Laterais, Assíntotas Verticais, Assíntotas Horizontais, Limites Inexistentes e Limites no Infinito.

Após devidamente numerados, os dados foram lançados simultaneamente, estabelecendo as seguintes relações entre os conceitos, como expõe a Figura 15:

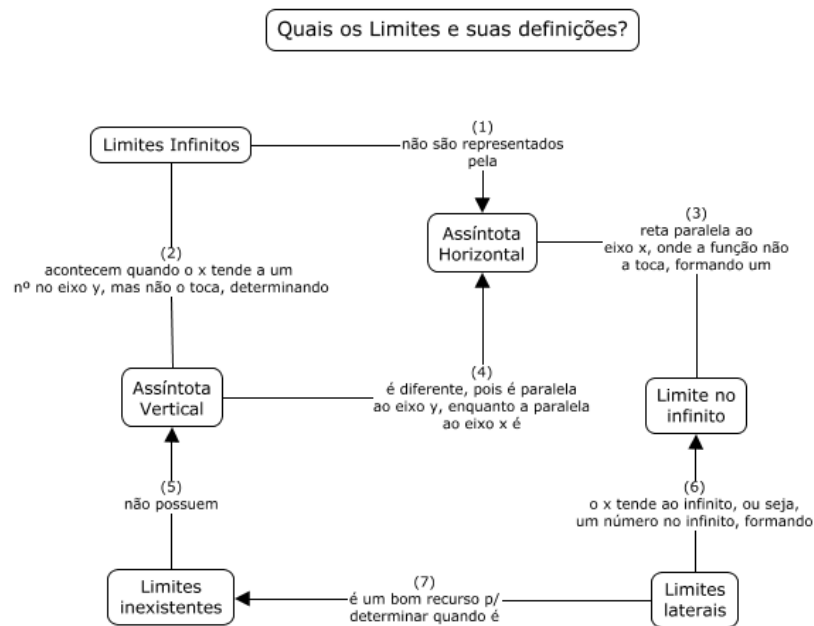
Figura 15 - Relações estabelecidas por sorteio na estratégia dos Dados Conceituais.



Fonte: O Autor (2019)

Após o pareamento dos conceitos, P3 optou por termos de ligação formando o MC da Figura 16:

Figura 16 - 1ª Versão do MC de P3 referente à estratégia E2.

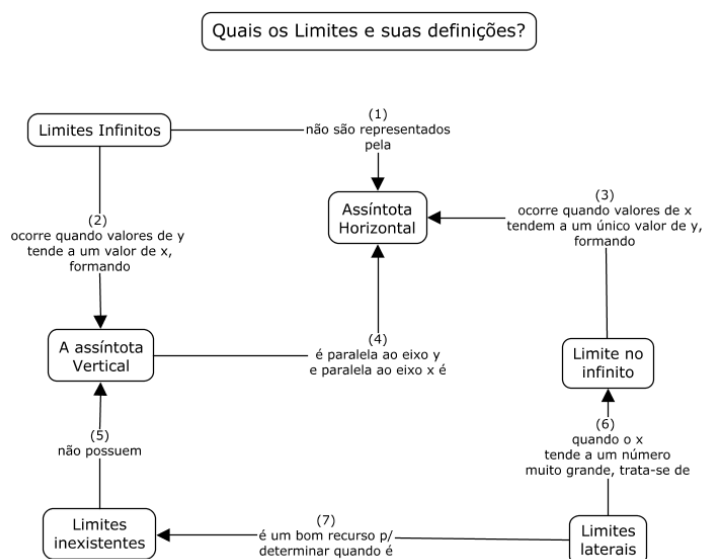


Fonte: O Autor (2019)

Conseguimos notar que, pelo fato de a estratégia forçar as relações apresentadas na Figura 15, a maioria dos termos de ligação estão apenas formando proposições sem necessariamente serem unidades semânticas e muito menos estão adequados. Com exceção da proposição 7 (Figura 16), desconsiderando o erro de concordância, nessa versão 1, P3 apresentou todos os outros Termos de Ligação como uma espécie de texto explicativo, o que contraria o que, de fato, são Termos de Ligação.

Vamos à 2ª versão apresentada na Figura 17 para analisar as possíveis melhorias após o debate com a turma.

Figura 17 - 2ª Versão do MC de P3 referente à estratégia E2.



Fonte: O Autor (2019)

Analisando a 2ª versão, observamos que não houve melhoras nos termos de ligação e, em alguns casos, a confusão só aumentou, como, por exemplo, nas proposições 2, 3 e 4. Mesmo diante desse fato, não consideramos que isso, necessariamente, representa a não apreensão dos conceitos, mas sim que isso pode evidenciar a falta de criatividade e poder de síntese para gerar proposições mais elaboradas. No geral, acreditamos que o não sucesso em obter as melhorias na 2ª versão após a discussão sobre o mapa com a turma foi a escolha de conceitos que não se relacionavam diretamente, ou seja, a escolha foi aleatória pelo lançamento dos dados. Os participantes P1 e P2 apresentaram algumas modificações que, diferentemente de P3, julgamos como melhorias. Mostraremos nos Quadros 5 e 6 as relações extraídas do MC de P1 e P2 respectivamente.

Quadro 5 - Adequações no MC de P1 referente à E2 após a apresentação

| Conceito              | TL                                               | Conceito            | Conceito              | TL                      | Conceito            |
|-----------------------|--------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| Limites Laterais      | tem o mesmo limite em algum $x$ , quando é       | Função Contínua     | Limites Laterais      | são iguais quando são   | Funções Contínuas   |
| Limites de Polinômios | faz a imagem tender a infinito, quando ligados a | Limites no infinito | Limites de Polinômios | são infinitos quando há | Limites no infinito |

Fonte: O Autor (2019)

Quadro 6 - Adequações no MC de P2 na E2 após a apresentação

| Conceito            | TL | Conceito                                 | Conceito            | TL                         | Conceito |
|---------------------|----|------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------|
| Limites infinitos   | é  | quando a função $f(x)$ tende ao infinito | Limites infinitos   | é quando a função tende ao | infinito |
| Limites no infinito | é  | quando o $x$ tende ao infinito           | Limites no infinito | é quando $x$ tende ao      | infinito |

Fonte: O Autor (2019)

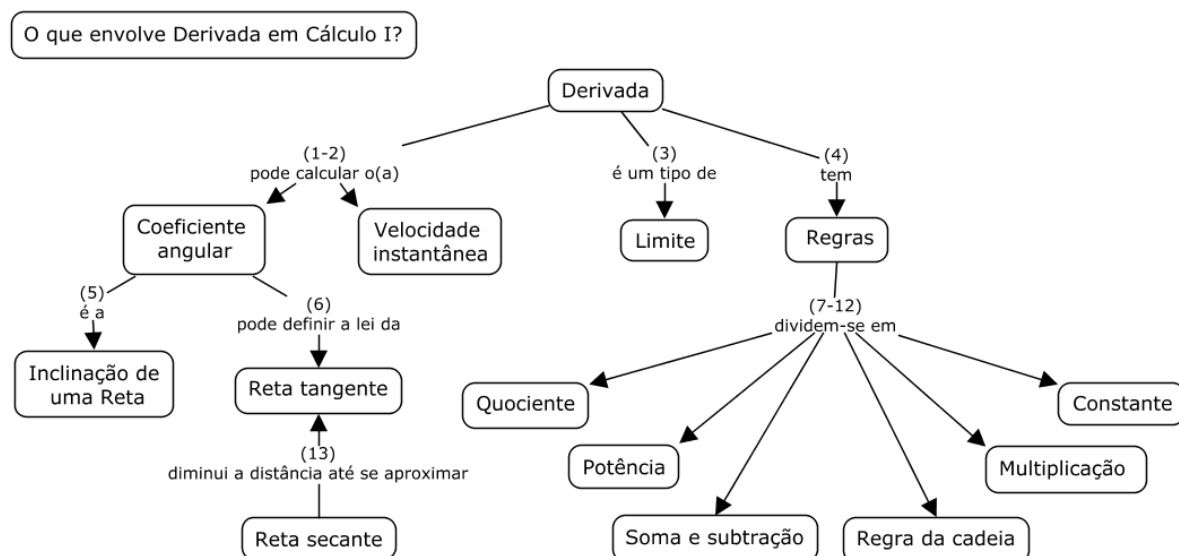
Nos Quadros 5 e 6, podemos ver que P1 e P2, respectivamente, adequaram os Termos de Ligação e conceitos para aumentar a clareza semântica que as relações propuseram-se a passar. Apesar de sutis, as adequações transmitem informações mais precisas ao leitor, assim como padronizam aquilo que entendemos como sendo Conceitos.

- *Estratégia 3*

Na estratégia E3, o tema trabalhado foi o de Derivadas, incluindo os conceitos estudados anteriormente, e a elaboração escolhida para a análise foi a de P1. No geral, os conceitos levantados no *Brainstorming* foram: Derivada, Regras de Derivação, Coeficiente Angular, Velocidade Instantânea, Limite, Reta Tangente e Reta Secante. A Figura 18 apresenta a 1ª versão da elaboração de P1.



Figura 18 - 1ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E3.

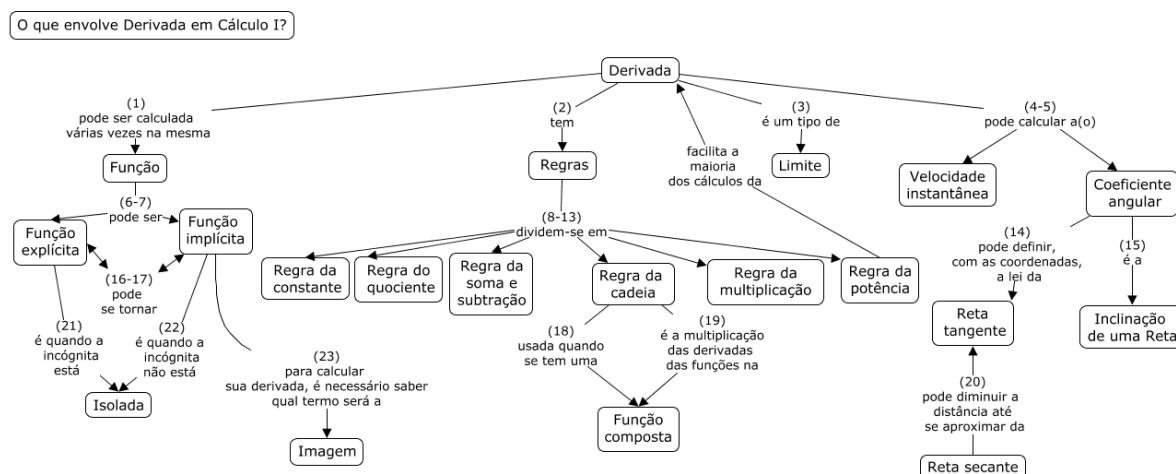


Fonte: O Autor (2019)

Na elaboração, podemos visualizar uma estrutura hierarquicamente mais organizada em relação àquelas das estratégias E1 e E2, com algumas proposições adequadas para o tema Derivada, como, por exemplo, as proposições 3, 4 e 5. Logo nessa 1ª versão, é animador observar a proposição 3, pois ela consegue evidenciar a relação de Limites e Derivadas que, de acordo com Santos (2016), muitos alunos egressos e exitosos em Cálculo I não conseguem relacionar.

Mesmo com essa relação dando indícios de assimilação de novos conhecimentos aos previamente estabelecidos (AUSUBEL, 1963), identificamos algumas confusões na proposição 1, 2, 6 e 13. Por outro lado, os conceitos utilizados de forma mais segura são os das regras operatórias (proposições 7-12), como apresentados na 1ª versão do MC de P2 na E1 (proposições 10, 11 e 12 da Figura 13), provavelmente isso se dê por ser um dos conteúdos mais evidenciados no ensino regular. Na Figura 19, apresentamos a 2ª versão.

Figura 19 – 2ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E3.



Fonte: O Autor (2019)

Nessa 2ª versão, conseguimos notar a inclusão de novos conceitos, alguns surgimentos de ligações cruzadas entre os conceitos que possibilitaram a criação de uma rede conceitual com o conceito de Derivadas.

Em relação aos novos conceitos, vemos a inclusão dos conceitos de Função explícita, implícita e composta, sendo esta última relacionada ao conceito de Regra da Cadeia (proposição 18).

A proposição 1 dá indícios de que P1 tentou relacionar o conceito de Derivadas com a ideia de Derivadas de Ordem Superior, mas passando uma ideia confusa, pois, quando associamos as proposições daquele conjunto (1, 16, 17, 21 e 22) à Pergunta Focal, notamos que há uma fuga do tema. Veja que as proposições 16, 17, 21 e 22 apenas descrevem particularidades das Funções e não respondem à pergunta criada por P1.

As adequações dos conceitos que estavam presentes na 1ª versão foram melhoradas nas proposições de 8 a 13 com a inclusão do conceito “regra”, aumentando a clareza proposicional e evidenciando a relação que envolve a Regra da Cadeia com a ideia de Funções Compostas (proposição 18).

Por fim, podemos notar também que, mesmo com a discussão em sala sobre o mapa, algumas confusões persistiram, como, por exemplo, as evidenciadas nas proposições 4 e 5 onde o aluno alega que “Derivadas pode calcular o Coeficiente angular” e “Derivadas pode calcular a Velocidade instantânea”, o que não está de acordo com a definição de Derivadas que diz que o Coeficiente angular de uma Reta Tangente ou a Taxa de variação entre duas grandezas, ambas

em um determinado ponto, podem ser interpretadas como sendo a própria Derivada de uma Função (GUIDORIZZI, 2001; STEWART, 2010).

Mesmo assim, a 2ª versão do MC conseguiu apresentar bons conceitos que podem possibilitar o avanço nas ideias de como Derivada pode ser entendida. Esses avanços, hipoteticamente, podem ser relacionados aos conceitos de: técnica de Derivação Implícita (por meio de melhorias da proposição 7), aproximações infinitesimais (melhorando a proposição 20) e Taxas de Variação (adequando a proposição 4).

Além de P1, só o participante P4 apresentou a 2ª versão do MC na estratégia E3. As adequações são mostradas no Quadro 7.

Quadro 7 - Adequações no MC de P4 na E3 após a apresentação.

| Conceito | TL                         | Conceito               | Conceito         | TL                  | Conceito               |
|----------|----------------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------------------|
| Derivada | pode ser interpretada como | Velocidade Instantânea | Taxa de variação | permite encontrar a | Velocidade instantânea |

Fonte: O Autor (2019)

O participante P4 mostrou-se confuso ao relacionar o conceito Derivada às suas possíveis interpretações. O conceito Velocidade Instantânea utilizado por ele fez com que a proposição na 1ª versão do MC ficasse inapropriada (proposição em rosa). Modificando a proposição na 2ª versão (proposição em azul), P4 conseguiu uma relação mais adequada para tratar do conceito de Velocidade Instantânea.

Vale ressaltar que, desde a 1ª versão, P4 já conseguiu diferenciar o conceito de Derivada nas duas visões: algébrica e geométrica. O Quadro 8 mostra as relações.

Quadro 8 - Proposição adequada apresentada por P4 na estratégia E3<sup>14</sup>

| Conceito | TL                                | Conceito                      |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Derivada | <u>pode ser interpretada como</u> | Taxa de Variação              |
| Derivada | <u>pode ser interpretada como</u> | A Inclinação da reta tangente |

Fonte: O Autor (2019)

14 As proposições em Quadros de coloração amarela representam proposições que estavam desde a 1ª versão de forma adequada.

Avançando nas análises, chegamos às duas últimas estratégias que utilizamos e que, diferentemente das anteriores, eram estruturadas por um especialista.

- *Estratégia E4*

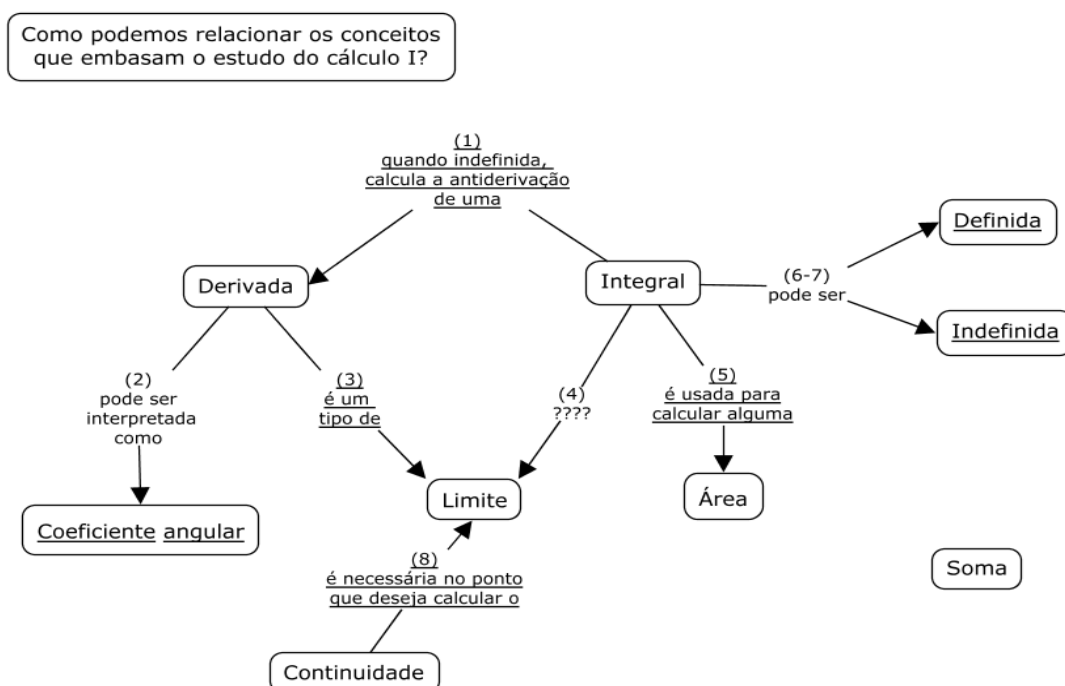
Na estratégia E4, buscamos entender como os estudantes relacionam os conceitos principais que embasam o Cálculo I: Limite, Continuidade, Derivada e Integral.

No momento da utilização dessa estratégia, os participantes estavam iniciando o estudo sobre o conceito de Integral. Ou seja, estávamos próximos do fechamento do semestre letivo e, com isso, tínhamos vivenciado todas as bases de Limites, continuidade e Derivada apresentadas nas estratégias E1, E2, e E3.

Como dito anteriormente e apresentado na Figura 7, a estratégia E4 vinha com uma estruturação prévia que forçava algumas relações. Para facilitar a visualização de quais eram criações dos participantes, solicitamos que eles as sublinhassem. Além disso, os conceitos que não foram utilizados e termos de ligação incapazes de serem criados por falta de conhecimento das relações entre os conceitos permaneceriam no mapa de forma solta (conceito *Soma*) e com interrogações (termo de ligação da proposição 4) respectivamente.

Na Figura 20, podemos notar que P1 relacionou os conceitos de Derivada e Integral, Derivada e Limite e Limite e Continuidade de forma adequada (proposições 1, 3 e 8), e ainda conseguiu trazer uma interpretação para Derivadas (proposição 2) que não tinha ocorrido na estratégia E3.

Figura 20 - 1ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E4.



Fonte: O Autor (2019)

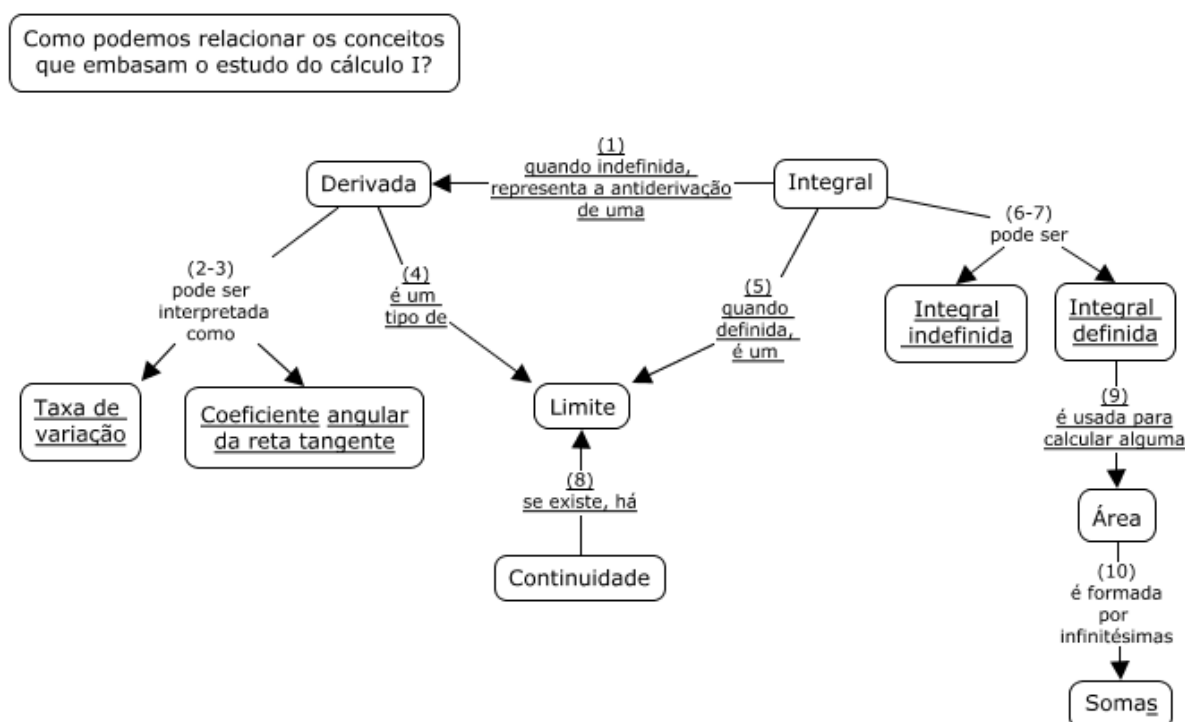
Apesar de P1 apresentar na proposição 1 o conceito de Integral e tê-lo diferenciado progressivamente (proposições 6-7), não conseguiu relacioná-lo com o conceito de Limite e nem de Soma, fugindo da definição real do que é e como foi desenvolvido o conceito de Integral.

A saber, o conceito de Integral e a sua relação com Limites já apareciam em discussões no Bloco I e até mesmo na elaboração do MC da estratégia E1 com a inclusão da ideia gráfica do Método da Exaustão<sup>15</sup> apresentado por P2 (proposições 14 e 15 da Figura 14). Esse resultado demonstra a importância de o professor sempre buscar incluir conceitos de fácil assimilação a conceitos mais complexos para facilitar o entendimento e possibilitar *insights*.

Na 2ª versão dessa mesma elaboração, Figura 21, conseguimos evidenciar uma diferenciação progressiva do conceito Derivada e isso possivelmente evidencia que o participante, a partir das aulas e da discussão, conseguiu mostrar que compreende, tanto a parte analítica (Taxa de Variação), quanto a parte geométrica (Coeficiente Angular da Reta Tangente).

15 O Método da Exaustão de Arquimedes “consistia em inscrever e circunscrever polígonos em uma circunferência aumentando o número de lados destes polígonos em uma circunferência aumentando o número de lados destes polígonos obtendo assim, por aproximações sucessivas, valores que convergiam para a área do círculo” (ABREU, 2011, p. 23).

Figura 21 - 2ª Versão do MC de P1 referente à estratégia E4.



Fonte: O Autor (2019)

Além dessa melhoria, podemos notar o surgimento de uma relação envolvendo Limite e Integral (proposição 5), o cuidado em esclarecer sobre qual tipo de Integral pode ser entendido como antiderivação (proposição 1) e qual tem uma ligação direta com Limites, o aprimoramento de algumas ligações obrigatórias, como por exemplo, Limite e Continuidade e, por fim, a inclusão do conceito de Soma ligada à Área e Integral Definida (proposição 10). Isso indica que a discussão da 1ª versão do MC fez com que P1 refletisse a fim de aprimorar ainda mais seus conhecimentos sobre essas relações.

Os participantes P2, P3 e P4 também promoveram algumas melhorias (Quadros 9, 10, 11 e 12) no que se refere às versões pós-apresentação.

Quadro 9 - Proposições adequadas promovidas por P2 na E4 após a apresentação

| Conceito | TL                       | Conceito            |
|----------|--------------------------|---------------------|
| Integral | pode ser classificado em | Integral Indefinida |
| Integral | pode ser classificado em | Integral Definida   |

Fonte: O Autor (2019)

As proposições acima mostram que o participante P2 já trouxe o conceito de Integral bem diferenciado, não se limitando apenas a entender o conceito de Integral sempre associado à Integral Definida. Além disso, no Quadro 10, P2 conseguiu elaborar uma proposição que relacionou adequadamente o conceito de Integral ao de Soma. Essa proposição foi enfatizada logo abaixo por outra proposição incluída. Tais inserções realizadas por P2 conseguiram criar uma relação entre o conceito de Integral e Área, que aparece praticamente de forma exclusiva nos livros didáticos, porém passando por todo o entendimento de que, tanto Integral quanto Área são uma soma. E por este motivo, esses conceitos podem ser associados.

Quadro 10 - Proposição incluída no MC de P2 na E4 após a apresentação

| Conceito | TL                         | Conceito        |
|----------|----------------------------|-----------------|
| Integral | pode ser interpretada como | Soma            |
| Soma     | que está relacionado a     | Área de Figuras |

Fonte: O Autor (2019)

Percebemos no Quadro 11 que P3 melhorou o entendimento do Conceito de Integral, diferenciando-o e relacionando-o com o conceito de Limites. Mesmo notando algumas inadequações nos Termos de Ligação e conceitos, relacionar Integral e Limites se faz de grande importância para relacionar e (re)significar os conceitos base do Cálculo I. No Quadro 12, ainda sobre o conceito de Integral, percebemos que a melhoria realizada por P4 diz respeito à adequação dos conceitos utilizados. Ao mudar o conceito Indefinida para Integral Indefinida, P4 aumenta a capacidade de esse conceito diferenciar-se para outros conceitos mais específicos, de modo que essas futuras diferenciações formem unidades semânticas. São adequações sutis, mas que fazem a diferença ao olharmos cada proposição separadamente do contexto do MC no todo.

Quadro 11 - Adequações no MC de P3 na E4 após a apresentação

| Conceito | TL       | Conceito | Conceito | TL                      | Conceito           |
|----------|----------|----------|----------|-------------------------|--------------------|
| Integral | ????     | Limites  | Integral | É um tipo especial de   | Limites            |
| Integral | Pode ser | ????     | Integral | Pode ser entendida como | Método da Exaustão |

Fonte: O Autor (2019)

Quadro 12 - Adequações no MC de P4 na E4 após a apresentação

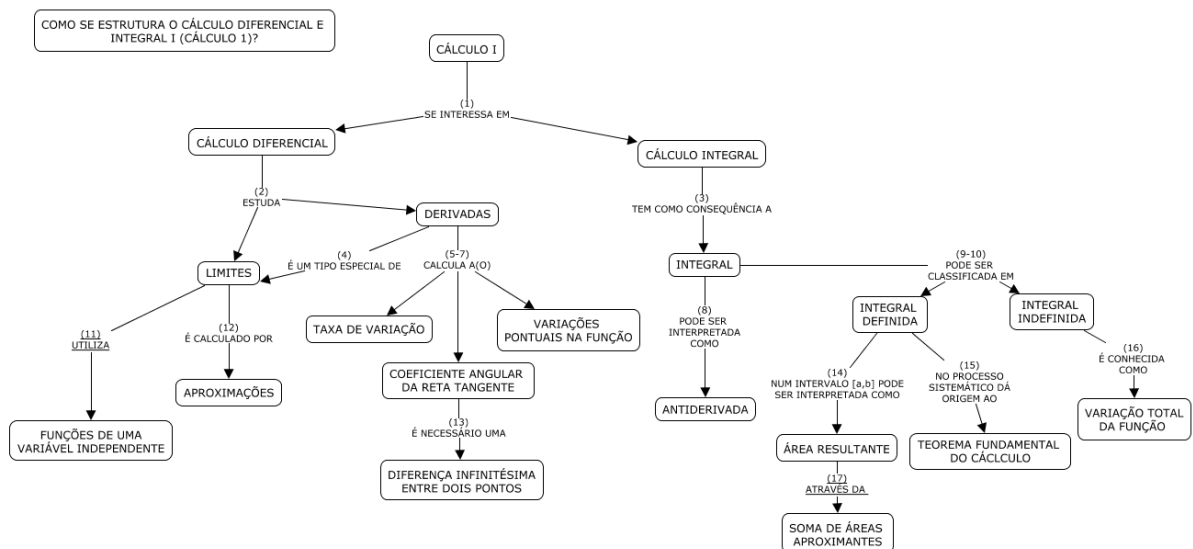
| Conceito | TL       | Conceito   | Conceito | TL       | Conceito            |
|----------|----------|------------|----------|----------|---------------------|
| Integral | Pode ser | Indefinida | Integral | Pode ser | Integral Indefinida |
| Integral | Pode ser | Definida   | Integral | Pode ser | Integral Definida   |

Fonte: O Autor (2019)

- *Estratégia E5*

Na estratégia E5, assim como na estratégia E4, buscamos a relação dos conceitos principais que embasam o Cálculo I, só que desta vez com a utilização de conceitos mais abrangentes (Figura 8). A elaboração apresentada na Figura 22 é uma representação feita no *Cmaptools* do MC criado, utilizando Mapas Conceituais Manipuláveis citados brevemente na introdução deste trabalho.

Figura 22 - 1ª Versão do MC de P4 referente à estratégia E5.



Fonte: O Autor (2019)

Podemos citar como pontos positivos dessa elaboração que o participante mostrou entender a divisão do Cálculo na parte Diferencial e Integral e quais são os elementos que os formam (proposições 2, 3 e 4), além de relacionar o conceito de Limite e Derivada e diferenciar



o conceito de Integral, indicando um bom início de diferenciações progressivas com os conceitos embasadores.

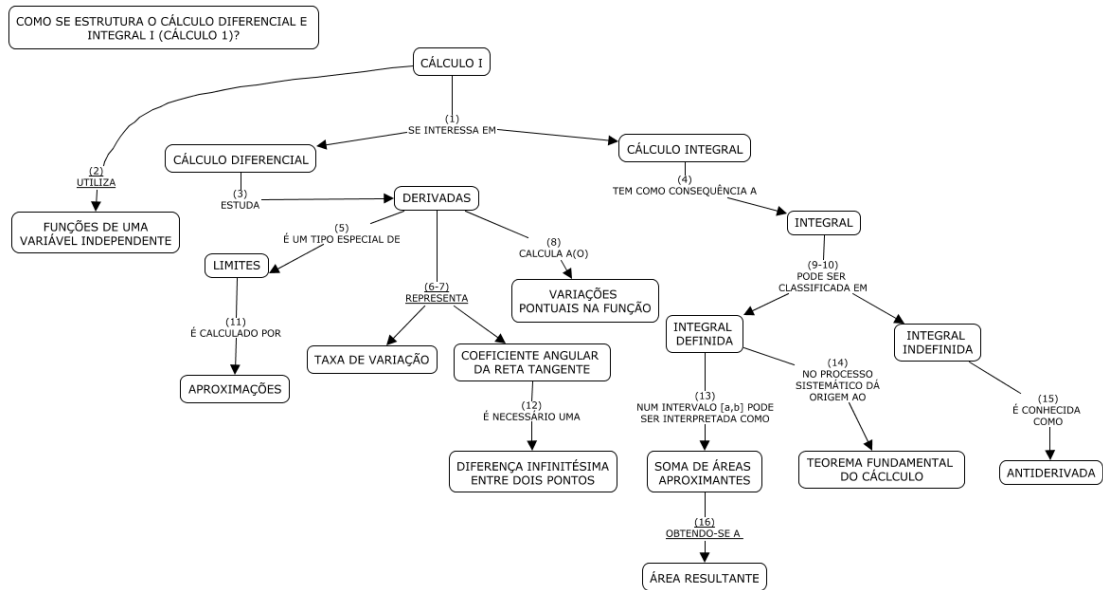
Porém o participante também apresentou algumas relações confusas no que concerne aos conteúdos de Cálculo I. Ao analisar a elaboração, podemos notar que o MC do aluno P4 sinaliza nas proposições 5 e 6 uma possível confusão sobre a relação de Derivadas com a Taxa de Variação e o Coeficiente Angular da Reta Tangente. A forma como P4 sinaliza difere da que julgamos como sendo a correta e que foi apresentada por P1 na estratégia E4 (Figura 21, proposições 2-3).

No conceito de Integral, não notamos nenhuma relação cruzada com o conceito ou subconceitos de Derivada, tampouco com o de Limite. Ao observar a estrutura do MC, vemos que o estudante apenas descreveu os conceitos sem ter feito nenhuma relação.

Tratando das diferenciações progressivas em Integral, vemos que a partir das proposições 9 e 10, as quais julgamos adequadas, o estudante teve mais concepções formadas de Integral Definida do que com Integral Indefinida. Esta última só apareceu relacionada com um conceito (proposição 14) e mesmo assim não está passando uma informação clara.

Como melhorias na 2ª versão (Figura 23), podemos constatar o ajuste da relação entre Derivada, Taxa de Variação e Coeficiente Angular da Reta Tangente, além da relação entre Integral Indefinida e Antiderivada e a melhoria do termo de ligação usado para criar a proposição entre Soma de Áreas e Área Resultante. Todavia alguns pontos negativos persistiram nessa versão. Entre eles está a ausência de ligações cruzadas entre os conceitos de Integral, Derivada e Limite.

Figura 23 – 2ª Versão do MC de P4 referente a estratégia E5.



Fonte: O Autor (2019)

Aparentemente, essa ausência de ligações cruzadas sinaliza uma aprendizagem fragmentada em blocos de conteúdo. É como se, à medida que o conteúdo de Limites encerrasse, nenhuma relação tinha a se fazer com Derivadas e posteriormente desta com Integral; é como se fossem estudos independentes (SANTOS, 2016). Acreditamos que isso pode causar uma falta de significação para o conceito e consequentemente uma aprendizagem por memorização das técnicas.

Acerca das clarezas semânticas, os participantes P1, P2 e P3 apresentaram algumas melhorias que são visíveis nos Quadros 13, 14, 15, 16 e 17. O participante P1, desde a 1ª versão, elaborava relações adequadas entre os conceitos do Cálculo I. Com isso, na 2ª versão houve pequenos ajustes nos Termos de Ligação das proposições constantes na Figura 34.

Quadro 13 - Adequações no MC de P1 na E5 após a apresentação.

| Conceito  | TL                       | Conceito  | Conceito  | TL     | Conceito  |
|-----------|--------------------------|-----------|-----------|--------|-----------|
| Cálculo I | Pode ser classificado em | Integral  | Cálculo I | estuda | Integral  |
| Cálculo I | Pode ser classificado em | Limites   | Cálculo I | estuda | Limites   |
| Cálculo I | Pode ser classificado em | Derivadas | Cálculo I | estuda | Derivadas |

Fonte: O Autor (2019)

Além das adequações apresentadas, P1 retirou do MC relações que julgou inapropriadas (Quadro 14). Acreditamos que a estratégia E5, por ter diversos conceitos prontos para uso, aumenta a possibilidade dessas relações confusas. Ao escolher retirar as relações do MC, P1 mostrou reconhecer a própria confusão que os conceitos estavam transmitindo.

Quadro 14 - Relações retiradas do MC de P4 na E5 após a apresentação

| Conceito  | TL              | Conceito                             |
|-----------|-----------------|--------------------------------------|
| Derivadas | Se interessa em | Primitivas da Função                 |
| Integral  | É calculada por | Antiderivada                         |
| Derivadas | Se interessa em | Funções de uma variável Independente |

Fonte: O Autor (2019)

No Quadro 15, P2 adequou o conceito de Integral para o de Integral Indefinida a fim de relacionar este com o conceito de Antiderivada. Acreditamos que a mudança é importante, pois o conceito de Integral é vasto em interpretações. Relacionar o conceito de Integral ao de Antiderivada é provocar confusões.

Quadro 15 - Adequações no MC de P2 na E5 após a apresentação

| Conceito | TL               | Conceito     | Conceito            | TL               | Conceito     |
|----------|------------------|--------------|---------------------|------------------|--------------|
| Integral | É conhecida como | Antiderivada | Integral Indefinida | É conhecida como | Antiderivada |

Fonte: O Autor (2019)

No Quadro 16, sinalizamos que o participante P3 adequou relações referentes às possíveis interpretações da Derivada, além da ligação que há entre a Integral Definida e o Teorema Fundamental do Cálculo. No entanto, mesmo com essas adequações, P3 ainda apresentou alguns erros semânticos no Termos de Ligação.

Quadro 16 - Adequações no MC de P3 na E5 após a apresentação

| Conceito                       | TL              | Conceito                             | Conceito                       | TL          | Conceito                             |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| Derivadas                      | Calcula a(o)    | Coeficiente Angular da Reta Tangente | Derivadas                      | é           | Coeficiente Angular da Reta Tangente |
| Teorema Fundamental do Cálculo | Se interessa em | Funções de uma variável independente | Teorema Fundamental do Cálculo | Aplica-se a | Integral Definida                    |

Fonte: O Autor (2019)

No que se refere ao Quadro 17, P3 incluiu na 2ª versão do MC, após a apresentação, duas relações adequadas. A primeira delas indica o objeto de estudo do Cálculo I e a segunda relaciona o conceito Área resultante ao Método da Exaustão.

Quadro 17 - Proposição incluída no MC de P3 na E5 após a apresentação

| Conceito        | TL                             | Conceito                             |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Cálculo I       | Se interessa em                | Funções de uma variável independente |
| Área resultante | Pode ser encontrada através do | Método da Exaustão                   |

Fonte: O Autor (2019)

De um modo geral, analisando as versões 2 das cinco estratégias até o momento, podemos atribuir os créditos das melhorias nos MC à apresentação, pois acreditamos que ao discutirem e tentarem defender suas proposições, os participantes refletiam sobre suas próprias produções.

Semelhante ao nosso pensamento de que as apresentações têm uma grande importância para a (re)construção do conhecimento, os participantes, quando questionados sobre como as apresentações auxiliaram na melhoria das suas relações conceituais em Cálculo I, alegaram que era muito positivo por alguns fatores, mas acima de todos, o de poder refletir sobre a sua concepção em conjunto.

A seguir trazemos alguns trechos dessa entrevista.

**P1** - “A apresentação melhorava muito o aperfeiçoamento dos MC [...] porque havia uma **comunicação** entre alunos e professor e também por estar expondo algo e **percebendo em conjunto** que algumas coisas que havia no mapa não eram corretas, ou estavam limitadas.”

**P2** - “A possibilidade de podermos **debater com os outros alunos** [...] foi muito interessante, porque a gente ia **agregando conhecimento**[...] A gente poderia **ver a forma que a gente colocou vindo a perspectiva do outro**[...]”

**P3** - “Melhorou, porque assim... Como a gente entrava numa **discussão** [...] acabava tirando umas **dúvidas que a gente tinha de conceitos**[...]”

**P4** - “[...]me ajudou bastante [...] para **assimilar os conteúdos** que eu tinha uma certa dificuldade ou me confundia com alguns termos. Foi muito válido.”

Como podemos ver, por meio dos destaques feitos nos trechos, todos os participantes alegaram que a apresentação só trouxe benefício e vemos na prática, com exceção da estratégia E2 construída por P3, que a melhoria aconteceu de fato.

Nas falas dos três primeiros, reportadas acima, conseguimos evidenciar aspectos que remetem sempre à partilha de conhecimento ao outro, ao conjunto. Isso faz com que voltemos à citação de Stefanie Moreira (2011): “aprender um conhecimento requer diálogo, intercâmbio, compartilhamento e, às vezes, acordo.”

Vamos agora analisar as possíveis contribuições geradas pela utilização das estratégias para a aprendizagem de Cálculo I.

### **III. Contribuições das estratégias de mapeamento conceitual no estudo de Cálculo**

#### **I**

Para essa categoria, dividimos a análise em duas partes. A primeira levou em consideração as percepções dos participantes sobre como o grupo de estudo afetou o seu desempenho acadêmico e qual estratégia proporcionou maior facilidade de se trabalhar.

A outra análise levou em consideração qual estratégia era a mais provável, de acordo com os estudos, de termos uma estruturação com mais relações entre os conceitos, ou seja, estruturação integrada em rede.

As percepções dos participantes são apresentadas como resposta para a seguinte pergunta:

II) **Pergunta** - “Em relação às estratégias E1, E2, E3, E4, E5, com qual você se sentiu mais confortável para mapear os conceitos?”

### **Pontos de vista dos participantes**

**P1** - “Falando em mais fácil de trabalhar, fico com os manipuláveis (E5). Por ser o último mapa, me fez carregar experiências com mapas anteriores, como também com o conhecimento aprendido ao decorrer da disciplina. Além dessa estratégia ter contido muitos conceitos e termos de ligação, ainda era possível criá-los, dando uma certa liberdade. E como era algo que poderia ser manipulado, a edição era facilitada. Sendo assim, **auxiliava a hierarquizar** e tirar as proposições dos lugares[...]”

**P2** - “A estratégia que eu mais gostei e me identifiquei foi a estratégia E5 [...] Além dela ser criativa e inovadora, ela também faz com que você possa [...] **pensar um pouco mais em como associar aqueles termos** que estão ali na nossa frente e como também podemos [...] adicionar [...] retirar ou modificar. Então é bastante flexível em relação a isso, além de ser criativo e inovador também.”

**P3** - “Para mim, as estratégias mais[...] lucrativas [...] Que eu consegui absorver alguma coisa e que com ela eu conseguia construir muito mapa, não só de cálculo, quanto de outras matérias, foram [...] a primeira, a terceira, a quarta e a quinta. [...] de todas, a melhor foi [...] A estratégia que é o manipulável (E5). Para mim foi o melhor.”

**P4** - “De todas as estratégias, a que eu tive mais facilidade pra desenvolver o mapa e relacionar os conteúdos, fazer as ligações corretas é [...] a primeira (E1) que era quando a

*gente listava os conteúdos que a gente já tinha visto e podia fazer a relação entre eles livremente. Sem nenhuma [...] restrição ou alguma coisa do tipo.”*

Ao analisar as respostas dos participantes, podemos notar que a estratégia de escolha como a melhor para se trabalhar foi a estratégia E5, que é a de Mapas Conceituais Manipuláveis, desenvolvida e apresentada em Santos e Rodrigues (2017).

O participante P1 alegou que tal estratégia, no momento em que foi trabalhada, possibilitou que a bagagem de técnica e conteúdos trazidos aumentasse a capacidade do estudante de mapear os conceitos dispostos.

Podemos interpretar na fala descrita de P2 o fato de que, ao dispormos dos conceitos e termos de ligação para uso, todo o esforço cognitivo do mapeador era atribuído para a associação dos conceitos entre si. Esse esforço garante uma apreensão das relações entre os conceitos por muito mais tempo do que se fossem vistos de forma arbitrária. (AUSUBEL, 1963; CANÃS; NOVAK, 2005; NOVAK, 2010).

### **Pontos de vista dos pesquisadores**

De acordo com as construções apresentadas, podemos constatar que as estratégias que tiveram maior facilidade de induzir o mapeador a criar uma rede para integrar os conceitos foram as E4 e E5.

De fato, para alcançar bons MC utilizando as estratégias E1 e E3, é preciso um alto conhecimento da técnica de mapeamento conceitual, associado ao mesmo tempo com o domínio do tema a ser mapeado, pois todo o desenvolvimento da construção depende exclusivamente do participante. Desta forma, a característica dos mapas era a de descrever informações vivenciadas em sala de aula, tendo uma estrutura radial, ou seja, evidenciando uma aprendizagem ainda superficial sobre o tema mapeado.

Diferentemente das estratégias E1 e E3, onde o participante escolhia os conceitos que utilizaria na proposição, na estratégia E2, os conceitos a serem relacionados eram escolhidos aleatoriamente pelo lançamento dos dados. Percebemos que, para a elaboração das proposições, nesse caso, é necessário um conhecimento profundo do tema.

Por outro lado, nas estratégias E4 e E5, elementos como a pergunta focal e a estruturação do mapa foram previamente definidos pelo pesquisador. Além disso, as estratégias E4 e E5

acontecem quando grande parte do conteúdo de Cálculo I já foi estudada, tanto no Bloco II, quanto na sala de aula regular, o que confere aos participantes um maior domínio sobre o conteúdo e possibilita que verifiquemos alguma evolução no sentido dos MC estarem estruturados em rede (AGUIAR; CORREIA, 2013; KINCHIN; HAY; ADAMS, 2000). Na estratégia E5, além de posicionar e diferenciar progressivamente os conceitos principais, os participantes também conseguiram associar conceitos mais específicos que pertencem tanto a uma área do estudo do Cálculo quanto à outra.

#### **Cat. IV. Percepção dos estudantes em relação ao Bloco II**

Nessa categoria, investigamos como o projeto foi visto pelos participantes, relacionando a aprendizagem em Cálculo I em consonância com o desenvolvimento da pesquisa. Para isto, foi perguntado se os participantes utilizavam MC em outras disciplinas (Pergunta 1) e se, na visão deles, a aprendizagem ao se utilizar essa técnica para estudar Cálculo I foi beneficiada (Pergunta 2) e supostamente comprovada por meio da evolução nas avaliações (Pergunta 3).

A Pergunta 1 verificou como estava sendo a utilização de MC além dos dias de encontro. Tratando-se dessa preocupação em relação à constância do uso de mapeamento conceitual, Correia et al. (2016, p. 44) consideram que:

A utilização contínua do mapeamento conceitual aumenta a nossa capacidade de organizar estruturas de conhecimento e expressá-las com clareza a partir de proposições cuidadosamente selecionadas. [...] o entendimento profundo da técnica de mapeamento conceitual depende da persistência.

Como resposta para essa pergunta, tivemos o seguinte:

**P1** - *“Sim... Eu utilizei Mapas Conceituais em outra disciplina. Eu utilizei na disciplina de planejamento educacional.”*

**P2** - *“Sim... Eu utilizei na matéria de Fundamentos da Educação”*

**P3** - *“[...]Eu acho que quase todas, menos Libras. [...]Eu conseguia construir mapas para me situar no conteúdo, que às vezes eu tinha dificuldade, pela didática do professor e eu consegui me situar melhor utilizando os mapas.”*



**P4** - “Eu usei só em Fundamentos da Educação, mas foi no período do primeiro módulo do curso que foi em 2018.1”.

Podemos notar a partir das falas dos participantes que todos utilizaram Mapas Conceituais além do que foi determinado no projeto, com ênfase para P3, que alegou ter recorrido a eles em todas as disciplinas.

Para nós, isso evidencia que, de fato, a mudança na maneira que se busca aprender vem surgindo desde a iniciação da técnica de mapeamento conceitual em 2018.1. Esse fato aumenta as possibilidades de os estudantes produzirem Mapas Conceituais cada vez melhores, pois a aplicação da técnica além do projeto sinaliza o desejo, por parte do participante, de querer aprender e é esse o anseio que pode gerar aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1963).

A seguir, também evidenciamos as percepções dos alunos referentes à aprendizagem de Cálculo e a que eles atribuem os possíveis benefícios.

**Pergunta 2:** *Como a aprendizagem desenvolvida no curso (Bloco I e Bloco II) afetou a sua aprendizagem na disciplina?*

**Pergunta 3:** *Houve evolução nas avaliações?*

**P1** - “O curso de Mapas Conceituais **me afetou positivamente no estudo de cálculo**, pois **me fez fazer várias ligações de conceito**. [...]fez com que eu sempre tivesse que ter contato com o livro para **entender melhor os conceitos e saber os seus significados**. ”

**P1** - “Sim... **Eu consegui melhorar meu desempenho** na disciplina a partir desse curso... até **minhas notas foram se elevando ao decorrer da disciplina**. ”

**P2** - “Abordar cálculo no curso de Mapas Conceituais foi de extrema importância para o melhor entendimento da cadeira de Cálculo[...] pois a gente pôde **ver de outra perspectiva**. Mais em relação aos conceitos[...] **e não apenas o cálculo que a gente via na faculdade**[...]”

**P2** - “Em relação à avaliação devido às mesmas serem mais focadas no cálculo em si, e não na abordagem conceitual que ela trazia por trás, **a gente não pôde aplicar diretamente o que foi estudado no curso**, mas posteriormente será de extrema importância nas outras

*cadeiras de Cálculo II e III, porque aí a gente vai ter que compreender os conceitos para depois aplicar no que vai ser estudado.”*

*P3 - “Foi bom, porque assim... Eu acho que se eu não tivesse feito, teria **muita coisa que ficaria sem sentido**. [...] **Eu aprendi com a gente discutindo ali**. [...] coisa que não tinha feito sentido para mim na hora que a gente estava estudando. Depois que a gente discutiu aí eu: -Ah... Entendi direitinho, entende?”*

*P3 - “Consegui, consegui... Foi bem tranquilo. Ajudou muito, muito mesmo.”*

*P4 - “Afetou de forma positiva. Muito positiva, porque muitas dúvidas que eu não tirava na sala com a professora, é... **eu me sentia bem mais à vontade lá no grupo da gente para poder tirar minhas dúvidas**, esclarecer algumas coisas que eu não estava entendendo direito[...]”*

*P4 - “**Consegui melhorar meu desempenho na disciplina**. É... justamente também pelo fato de [...] conseguir fazer ligação entre os conceitos. Qual a relação que Limite tem com Derivada, Derivada tem com Integral e a relação que os três têm juntos etc. Formas de **saber relacionar isso é que tornava mais simples de compreender os conteúdos**, como compreender as técnicas[...] Os teoremas que ficavam bem mais fáceis.”*

Analisando as percepções dos estudantes em relação à aprendizagem em Cálculo ao mesmo tempo do desempenho quantitativo (evolução das notas), podemos perceber que todo o projeto trouxe muitos benefícios. Em destaque, podemos notar sinalizações de como os participantes traduzem esses benefícios.

P1 relacionou seus avanços à oportunidade de (re)significar os conceitos aprendidos na sala de aula. Bem similar a esse pensamento, P2 atribuiu futuros avanços em componentes curriculares que têm como pré-requisito o Cálculo I. O participante P3 sinalizou algo bem parecido com P2 sobre o fato de não entender os conceitos em sala de aula e valorizou a dinâmica de (re)elaborar e apresentar o mapa aos outros participantes. O P3 verbalizou “muita coisa que ficaria sem sentido”. P4 enfatizou um ponto que julgamos muito importante e que também apareceu na fala de P1. Ambos os participantes expressaram que o fato de poder (re)significar os conceitos tornou o entendimento mais simples. Mesmo a compreensão das

regras e teoremas, que recaem numa visão mais procedimental e mecânica do Cálculo, foi melhorada.

Ao buscarmos coletar dados de como se deu a influência do grupo de estudos na aprendizagem de Cálculo I com os procedimentos utilizados, pudemos verificar que, na perspectiva dos participantes, houve benefícios para a aprendizagem e os motivos para isso recaem, de uma forma ou de outra, na possibilidade de (re)significarem conceitos e/ou negociá-los.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos a pergunta norteadora desta pesquisa - Que (re)significações, sobre os conceitos abordados em Cálculo Diferencial e Integral I, podem ser elaboradas por Professores em Formação Inicial a partir do uso de Mapas Conceituais? - nosso intuito era o de detectar se, ao estudar Cálculo I com MC, o docente em formação daria ou recriaria significados para os conceitos estudados e como essas (re)significações se apresentariam no MC. Mas, para que tudo isso acontecesse, precisaríamos previamente ter mapeadores, para que então, pudéssemos analisar seus MC.

Ao estabelecermos os parâmetros daquilo que seria um bom MC, criamos a primeira categoria de análise (Cat. I), na qual buscamos dados para qualificar os participantes em mapeadores que dominavam as técnicas de como fazer um bom MC. Diante da análise dessa categoria, constatamos que alguns pontos técnicos nas elaborações não se fizeram satisfatórios. Todavia acreditamos que os participantes criaram mapas com boas estruturas e que podem ser aprimorados à medida que forem ganhando mais experiência. Ademais, pensamos que para a contemplação plena dessa categoria, deve-se enfatizar o estudo sobre a Pergunta Focal e o quê, de fato, pode ser entendido como Conceitos em cursos de formação de mapeadores, pois como vimos, esses elementos associados com um domínio do conteúdo são determinantes para alcançarmos excelentes MC (AGUIAR; CORREIA, 2017).

No que se refere à Cat. II, todo o trabalho girou em torno dela, pois foram as melhorias discutidas nas apresentações dos MC que sinalizaram as (re)significações em conceitos do Cálculo I como, por exemplo, em Limite, Derivadas e em Integral. Nessa categoria, pudemos evidenciar que a negociação do conceito de Limite, apresentada na estratégia E1, possibilitou um melhor entendimento sobre este importante conceito, que geralmente vem associado aos procedimentos matemáticos, às suas propriedades ou à análise gráfica de Funções. Acreditamos que ter ciência desses pontos e ainda poder interpretar Limites como uma Aproximação ou uma Convergência, como foi apresentado na Figura 14, por exemplo, possibilita conexões entre este conceito, Derivadas e Integral.

Além disso, pôde-se perceber que a mesma negociação de significados aconteceu com Derivadas e Integral nas estratégias E3, E4 e E5. Esses conceitos são diferenciados progressivamente em diferentes interpretações e são reconciliados entre si e com o conceito de Limites. Esse fato pode ser considerado como uma (re)significação importante, uma vez que

cria um elo entre os assuntos iniciais e os finais do estudo de Cálculo I. Isso pôde evidenciar para os participantes que, diferentemente de como muitos pensam, os tópicos do Cálculo I estão intimamente ligados e, com isso, a aprendizagem significativa de um implica diretamente a aprendizagem significativa do outro.

Além disso, os participantes alegam que o sucesso alcançado na compreensão conceitual esteve atrelado aos debates ocorridos nas negociações de cada proposição. Esse benefício pode ser interpretado nas percepções de cada participante em relação à aprendizagem de Cálculo I sinalizadas na Cat. IV.

Com isso, consideramos que a categoria de análise que buscou as contribuições das apresentações dos MC para a aprendizagem de Cálculo I foi alcançada de forma plena, pois, além de todos os dados coletados, foi ratificada pela Cat. IV ao analisar as percepções dos participantes em relação aos benefícios do projeto na aprendizagem de Cálculo I.

Por fim, possibilitando avanços para novas pesquisas na formação de professores utilizando a técnica de mapeamento conceitual, a Cat. III traz quais contribuições que cada estratégia ofereceu nessa pesquisa.

Nas questões de confortabilidade para mapear conceitos, a maioria dos estudantes escolheu a estratégia E5. Contudo, para nós, pesquisadores, além da estratégia E5, a estratégia E4 (Mapas Conceituais Semiestruturados) também reunia condições de gerar um bom MC, uma vez que se apresentava parcialmente estruturado. O fato de os participantes não elegerem a estratégia E4 no quesito confortabilidade pode estar associado à presença de uma pergunta focal potencializadora de ligações cruzadas e conceitos pré-estabelecidos.

Uma possível sugestão de melhoria na estratégia E4, que faça com que essa estruturação em rede aconteça de maneira mais acentuada, é a inclusão de ligações cruzadas em conceitos pré-determinados. Pois acreditamos que essa ação possibilitará que o aluno utilize de um esforço cognitivo menor ao criar um termo de ligação que tenha uma adequação proposicional.

Ao sintetizar cada categoria de análise, podemos considerar que esse trabalho propicia novas possibilidades para o estudo, utilizando mapeamento conceitual, além da capacidade de evidenciar relações que seriam difíceis de serem notadas sem o MC.

Além de tudo, o MC mostrou-se um instrumento viável, que pode fazer com que o aluno regule sua própria aprendizagem, ou seja, tenha a capacidade de autorregular seu conhecimento para uma apreensão das relações entre conceitos de forma significativa, independentemente se o professor trabalhe a componente de Cálculo I exclusivamente de forma procedimental.

A presente pesquisa demonstra que o estudo, utilizando o MC, pode tornar os conceitos do Cálculo I significativos para o estudante. Desta forma, conhecer a técnica de MC pode contribuir para a diminuição na retenção e evasão, mesmo em disciplinas tão procedimentais como o Cálculo I.

Como possíveis asserções de Conhecimento, podemos listar:

- Divulgar novas estratégias de mapeamento conceitual, apresentando exemplos de uso e alguns resultados encontrados para servir de parâmetros às futuras pesquisas.
- Fornecer uma nova perspectiva de como estudar, na qual estudantes possam acessar sua estrutura de conhecimento, regulando a aprendizagem, deixando de ser passivo e começar a ser protagonista de sua aprendizagem.
- Desenvolver novas perspectivas de ensino para docentes em formação.

Por fim, além do que foi apresentado, algumas inquietações foram surgindo à proporção que os dados eram analisados. Por exemplo: “Os participantes dessa pesquisa obterão melhores resultados em Cálculo Diferencial e Integral de várias variáveis em relação aos outros discentes?” ou: “A inclusão de mais alunos de outros cursos como Física e Química implicaria em MC com mais reconciliações integradoras?”

Pensamos que essas duas perguntas apresentam potencial para serem investigadas e discutidas em outras pesquisas, abrindo outras possibilidades para esse tema numa perspectiva de aprimorar a formação inicial de professores de Ciências e Matemática.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Joana G.; CORREIA, Paulo R. M. From representing to modelling knowledge: Proposing a two-step training for excellence in concept mapping. **Knowledge Management & E-Learning**, [s.l.] v.9, n.3. p.366-379, 2017.

\_\_\_\_\_. Como Fazer Bons Mapas Conceituais? Estabelecendo Parâmetros de Referências e Propondo Atividades de Treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v.13, n. 2, p. 141 – 157, 2013.

AUSUBEL, David P. **Educational Psychology: A cognitive View**. Nova Iorque: Holt, Rinehart e Wiston. 1968.

\_\_\_\_\_. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. Nova Iorque: Grune & Stratton. 1963.

BARUFI, Maria C. B. **A Construção/negociação de Significados no Curso Universitário Inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. Orientador: Nilson José Machado. 1999. 184 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1999.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

CAÑAS, Albert J.; CARVALHO, Marco M. Mapas Conceituais e IA: Uma União Improvável? **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v.13, n.1, p. 9-19, 2005.

CAÑAS, Alberto J.; NOVAK, Joseph D. Re-examinando Los Fundamentos para el Uso Efectivo de Mapas Conceptuales. In: II Conference on Concept Mapping, 2, 2006, Costa Rica. **Anais [...]**, Costa Rica: Universidade de Costa Rica, v. 1, [s.n], p. 494-502, 2006.

CARGNIN, Claudete; BARROS, Rui M. O. O Uso de Mapas Conceituais em Aulas de Cálculo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 117 – 128. 2013.

CHAVES, Marcelo S. O Fracasso na Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: Uma Abordagem sobre as Séries de Fourier. **Atlante: Cuardenos de Educación y Desarrollo**, Espanha, [s.v], [s.n], p. 1 - 26, 2013.

CICUTO, Camila A. T.; CORREIA, Paulo R. M. Estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas em Mapas Conceituais: um ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Rio Grande do Sul, v.3, n. 1, p. 1-11, 2013.

CONCEIÇÃO, Adriana N. **Estudos sobre o uso de mapas conceituais na avaliação da aprendizagem: a importância do formato da tarefa**. Orientador: Paulo Rogério Miranda

Correia. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2016.

CORREIA, Paulo R. M.; AGUIAR, Joana G.; VIANA, Anderson D.; CABRAL, Gisele C. P. Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? **Revista da Graduação USP**, São Paulo, v. 1, n.1, p. 41-51, 2016

DERBENTSEVA, Natalia; SAFAYENI, Frank; CAÑAS, Alberto J.; Concept maps: experiments on dynamic thinking. **Journal of Research in Science Teaching**, [s.l], v. 44, n. 3, p. 448 -465, 2007.

\_\_\_\_\_. Two strategies for encouraging functional relationships in concept maps. In: II Conference on Concept Mapping, 2, 2006, Costa Rica. **Anais [...]**, Costa Rica: Universidade de Costa Rica, v.1, n.1, p. 582 – 589, 2006.

\_\_\_\_\_. Experiments on the Effect of Map Structure and Concept Quantification During Concept Map Construction. In: First International Conference on Concept Mapping. 1., 2004, Spain. **Anais do [...]** Spain: Universidad Pública de Navarra, v.1, n.1, p. 209-216, 2004.

DIOGO, Maria G. V. S. **Uma Abordagem Didático- Pedagógica do Cálculo Diferencial e Integral I na Formação de Professores de Matemática**. Orientadora: Rosana Giaretta Sguerra Miskulin, 2015. 256 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Unesp, Rio Claro, 2015.

FERRÃO, Naíma S.; MANRIQUE, Ana L. O Uso de Mapas Conceituais como Elemento Sinalizador da Aprendizagem Significativa em Cálculo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n.1, p. 193 – 216, 2014.

GARZELLA, Fabiana A. C. **A Disciplina de Cálculo I: Análise das Relações entre as Práticas Pedagógicas do Professor e seus Impactos nos Alunos**. Orientador: Sérgio Antônio da Silva Leite, 2013. 257 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, São Paulo, 2013.

HUGHES, Ginnie; BARRIOS, José C.; BERNAL, Damaris; CHANG, Adrián; Los Dados Conceptuales: Un Juego para Aprender a Construir Propositiones. In: II Conference on Concept Mapping, 2, 2006, Costa Rica. **Anais [...]**, Costa Rica: Universidade de Costa Rica, v.1, [s.n], p. 1-5, 2006.

IHMC 2018. Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>. Acesso em 20/01/2018.

JUNQUEIRA, Sonia M. S; MANRIQUE, Ana L. Mapas conceituais e sujeitos da experiência em aulas de Cálculo 1. **Revista da Produção Discente em Educação Matemática**, São Paulo, v.4, n.1, p. 91-103, 2015.

KINCHIN, Ian M; HAY, David B.; ADAMS, Alan. How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. **Educational Research**, v. 42, [s.n], p. 43-57, 2000.



MEIRA, Samuel S. **Aprendizagem Significativa e Assimilação Obliteradora: Um Estudo com Conceitos de Cálculo**. Orientadora: Ana Lúcia Manrique, 2015. 165 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, São Paulo, 2015.

MEYER, João F. C. A.; SOUZA JUNIOR, Arlindo J. S. A Utilização do Computador no Processo de Ensinar-aprender Cálculo: a Constituição de Grupos de Ensino com Pesquisa no Interior da Universidade. **Zetetike**, São Paulo, v. 10, n. 17/18, p. 113 – 148, 2002.

MIRANDA, Anderson M. **A Aprendizagem Significativa de Limites de Funções por Estudantes Universitários**. Orientador: José Antônio Fernandes, 2016. 331 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação. Especialidade de Educação Matemática) – Universidade do Minho, UM, Braga, 2016.

MOREIRA, Marco A. O que é Afinal, Aprendizagem Significativa? **Quriculum: Revista de Teoria, Investigação e Prática Educativa**, Espanha, [s.v], n. 25, p. 29-56, 2012.

\_\_\_\_\_. Mapas Conceituais e aprendizagem significativa. **UFRGS**, Porto Alegre, [s.v], [s. n], p. 1-14, 1997. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf&ved=2ahUKEwi-8NKWo4ngAhU6JrkGHZShDZ8QFjAAegQIBRAB&usg=AOvVaw3DuJ7eFTa2hWAFWcf-iUQE&csid=1548431921528>. Acesso em: 18/02/2018

\_\_\_\_\_. Mapas Conceituais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 3, n.1, p. 17-25, 1986.

MOREIRA, Stefanie M. **Entre o Pensar Ser, O Pensar e o Ser. Um Estudo sobre a Pré-Disposição de Professores Prospectivos à Subversão**. Orientadora: Maria Isabel da Cunha, 2011. 285 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Vale Rio dos Sinos, Unisinos, São Leopoldo, 2011.

NASSER, Lilian. Uma Pesquisa sobre o Desempenho de Alunos de Cálculo no Traçado de Gráficos. In: FROTA, Maria C. R.; NASSER, Lilian (org.) **Educação Matemática no Ensino Superior. Pesquisas e Debates**. Recife: SBEM, pp. 43-58. 2009.

\_\_\_\_\_. Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de cálculo. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais do [...]**, Belo Horizonte: SBEM, 2007.

NOVAK, Joseph D. Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. **Jornal of e-learning and knowledge society**, [s.l], v. 6, n. 3, p. 21-30, 2010.

\_\_\_\_\_. Meaningful learning: the essential fator for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science Education**, New York, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

NOVAK, Joseph D.; CÃÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. Aprender a Aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

NOVAK, Joseph D.; MUSONDA, Dismas. A Twelve-Year Longitudinal Study of Science Concept learning. **American Educational Research Journal**, Washington, v. 28, n.1, p. 117-153, 1991.

OLIVEIRA, Maria C. A., RAAD, Marcos R. A existência de uma cultura escolar de reprovação no ensino de Cálculo. **Boletim Gepem**, Rio de Janeiro, [s.v], n. 61, p. 125 - 137, 2012.

PAIVIO, Allan. **Mental Representations: A Dual Coding Approach**. Oxford: Oxford University Press, 1990.

REZENDE, Wanderley M. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica**. Orientador: Nilson José Machado. 2003, 450 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2003.

SANTOS, Luan. D. S.; CUNHA, Kátia. C. Um estudo sobre o ensino e aprendizagem no conceito de limite de função à luz da Teoria de Imagem e Definição Conceitual. In: Congresso de Iniciação Científica, 23, 2016. Recife. **Anais do [...]**, Recife: UFPE, 2016.

SANTOS, Luan D. S. **Investigando as Relações entre Conceitos de Limite de Função Real com o Auxílio dos Mapas Conceituais**. Orientadora: Kátia Calligaris Rodrigues, 2016. 56 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Caruaru, 2016.

SANTOS, Luan D. S.; RODRIGUES, Kátia C. Mapas Conceituais Manipuláveis: Uma Possibilidade para Levantar Significados de Conceitos em Não Mapeadores. In: I Simpósio de Ensino de Ciências e Matemática, 1, 2017, Fortaleza. **Anais do [...]**, Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 238-242, 2017.

TALL, David; VINNER, Shlomo, **Concept Image and Concept Definition in Mathematical with particular reference in Limits and Continuity**. Londres: Kluwer, 1981.

TEIXEIRA, Paulo M. M.; MEGID NETO, Jorge M. Uma Proposta de Tipologia para Pesquisas de Natureza Interventiva. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055 – 1076, 2017.

TOIGO, Adriana M.; MOREIRA, Marco A.; COSTA, Sayonara S. C. Revisión de La Literatura sobre el Uso de Mapas Conceptuales como Estrategia Didáctica y de Evaluación. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n.2, p. 305 - 339, 2012.

VINNER, Shlomo. The role of Definitions in the Teaching and Learning of Mathematics. In: TALL, David (Org), **Advanced Mathematical Thinking**. Dordrecht, Kluwer Academic, [s.l], 1991, p. 65-81.

XAVIER, João M. S. **Influência da utilização de um conceito obrigatório quantificado sobre a rede proposicional do MC**. Orientador: Paulo Rogério Miranda Correia, 2015. 99 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2015.

## **APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS**

### **UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e MATEMÁTICA**

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)**

Convidamos o(a) Sr.(a) \_\_\_\_\_ para participar como voluntário(a) da pesquisa As Contribuições dos Mapas Conceituais para a (Re)significação de Conceitos em Cálculo Diferencial e Integral I na Formação Docente, que está sob a responsabilidade do pesquisador: Luan Danilo Silva dos Santos, endereço: 2ª Travessa Heráclito Ramos, 85 A, Caiucá, Caruaru-PE, CEP: 55036-136, telefone (81) 9 9838-1433, e-mail: danilo.ldss@hotmail.com que está sob a orientação de: Professora Dra. Kátia Calligaris Rodrigues, Telefone: (81) 9 9767-8726, e-mail virtualprofa@gmail.com Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o(a) Sr.(a) concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O(a) senhor(a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

#### **INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA**

Essa pesquisa tem o objetivo de analisar quais resultados o processo de (re)construções dos conceitos de Cálculo I conseguimos ao utilizar Mapas Conceituais. A coleta de dados será realizada por meio das construções de mapas, da gravação em vídeo, quando essa construção for apresentada, e das reconstruções desses mesmos mapas.

Esse processo de elaboração dos mapas durará quatro meses e desenvolver-se-á ao longo de um semestre letivo que vai de 26 de fevereiro a 6 de julho de 2018 na Universidade Federal

de Pernambuco, centro acadêmico do agreste, localizada na Rodovia BR-104, Km 59, s/n - Nova Caruaru, Caruaru - PE, CEP: 55002-970, com os alunos discentes em Cálculo Diferencial e Integral de Uma Variável Real, selecionados a partir de seu interesse em participar da pesquisa.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa tais como gravações, fotos, mapas construídos, entrevistas etc. ficarão armazenados em pastas de arquivos e no computador pessoal do pesquisador sob a responsabilidade do pesquisador no endereço pelo período mínimo de cinco anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br.**

---

Luan Danilo Silva dos Santos  
(Pesquisador)

#### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO(A)**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo-assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo: As Contribuições dos Mapas Conceituais para a (Re)significação de Conceitos em Cálculo Diferencial e Integral I na Formação Docente como voluntário (a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de

minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.**

|            |             |
|------------|-------------|
| Nome:      | Nome:       |
| Assinatura | Assinatura: |

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PARA ALCANÇAR PARTICIPANTES PARA A PESQUISA.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nome Completo e idade: _____, _____ anos                                                                                                                                                                                                                                                          |
| E-mail: _____.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Telefone (Whatsapp) e Facebook: _____.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Possui alguma graduação concluída?<br><br><div style="text-align: center;">( ) Sim    ( ) Não</div>                                                                                                                                                                                               |
| -Em caso positivo, qual o curso? _____.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| -Qual(is) o(s) semestre(s) que você se matriculou na disciplina de Cálculo I?<br><br><div style="text-align: center;">           ( ) 2014.1    2014.2    ( ) 2015.1    ( ) 2015.2    ( ) 2016.1    ( ) 2016.2    ( ) 2017.1<br/>           ( ) 2017.2    ( ) 2018.1    ( ) Outros.         </div> |
| -Em caso de ter marcado “Outros”, justifique:<br><br>_____<br>_____<br>_____                                                                                                                                                                                                                      |
| -Possui disponibilidade para participar de um Curso de Extensão que utilizará Mapas Conceituais no estudo de Cálculo I?<br><br><div style="text-align: center;">( ) Sim    ( ) Não</div>                                                                                                          |
| -Sem sim, qual(is) o(s) dia(s) disponível(is) durante a(s) tarde(s)?<br><br>_____<br>_____                                                                                                                                                                                                        |
| -Já participou de algum projeto ou tem experiência com Mapas Conceituais?<br><br><div style="text-align: center;">( ) Sim    ( ) Não</div>                                                                                                                                                        |
| -Se sim, relate brevemente sua experiência:<br><br>_____<br>_____<br>_____                                                                                                                                                                                                                        |

**APÊNDICE C – QUESTÕES NORTEADORAS PARA A ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA SOBRE AS PERCEPÇÕES DOS ALUNOS COM O GRUPO DE ESTUDOS (BLOCO II).**

*De uma forma geral, quais as percepções sobre o curso de extensão?*

a) Sobre o instrumento de MC.

i. Em relação às estratégias E1, E2, E3, E4, E5, em qual você se sentiu mais confortável para trabalhar?

ii. Em relação às apresentações, você acha que elas auxiliaram na melhoria das relações conceituais?

iii. Em relação à condução do professor durante o curso, há alguma sugestão de melhoria?

iv. Você chegou a utilizar MC para estudar outro conteúdo além do que foi visto no curso?

b) Sobre a aprendizagem de Cálculo I

i. Como a aprendizagem desenvolvida no curso (Bloco I e Bloco II) afetou a sua aprendizagem na disciplina?

ii. Com relação às avaliações, você conseguiu melhorar seu desempenho?

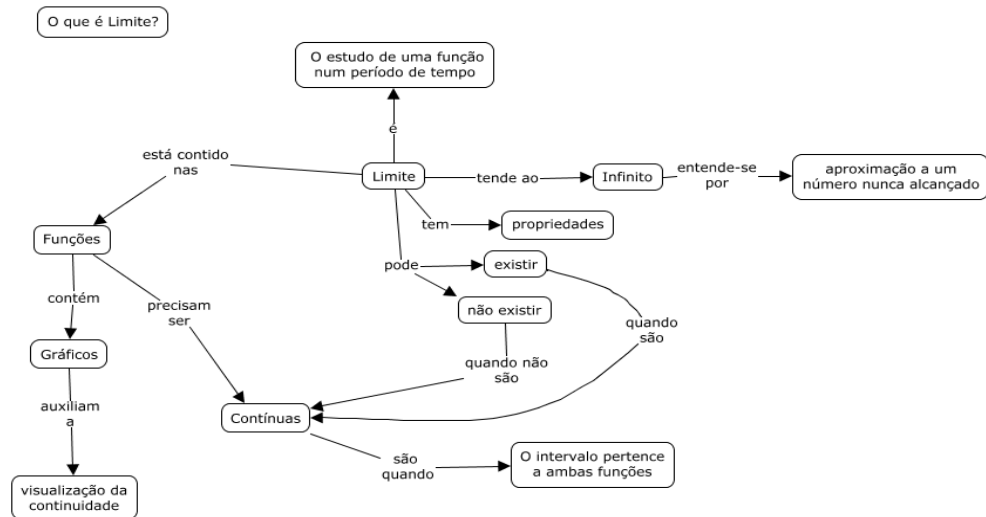
c) Sobre o desejo de utilizar MC futuramente.

i. Você pretende utilizar Mapas Conceituais na sua vida de estudante?



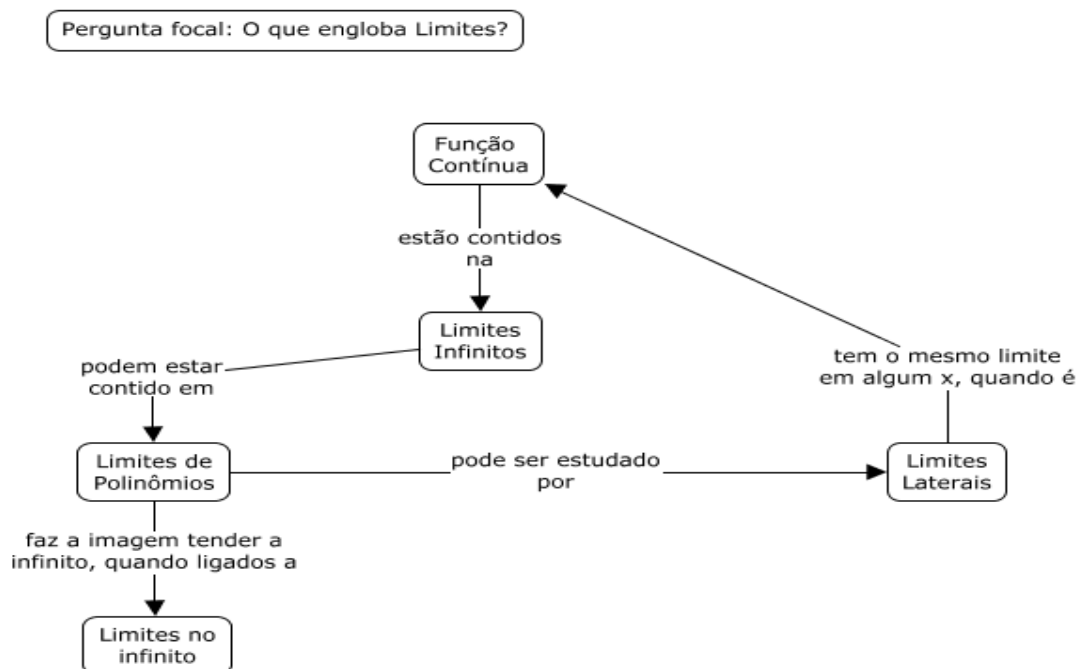
## ANEXO A – MAPAS CONCEITUAIS ELABORADOS PELOS PARTICIPANTES AO LONGO DAS CINCO ESTRATÉGIAS

Figura 24 - 1ª versão do MC de P1 referente à estratégia E1



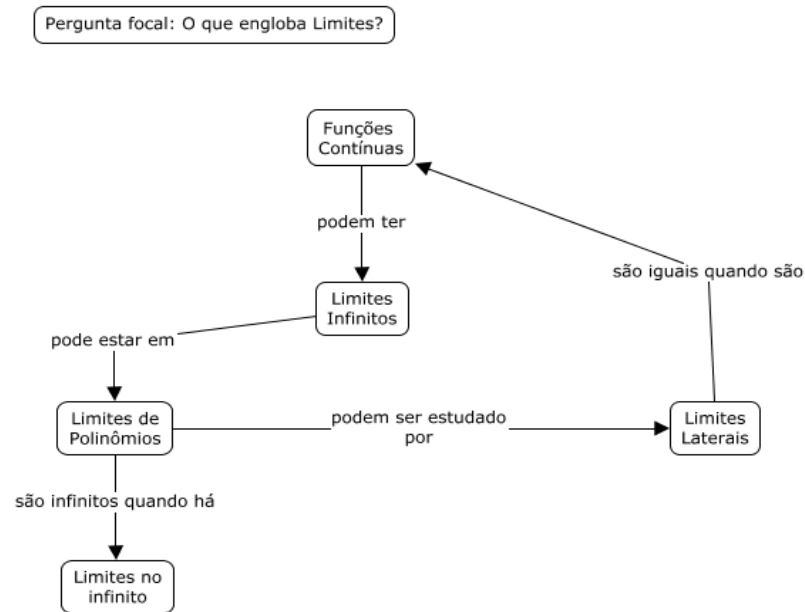
Fonte: O Autor (2019)

Figura 25 - 1ª versão do MC de P1 referente à estratégia E2.



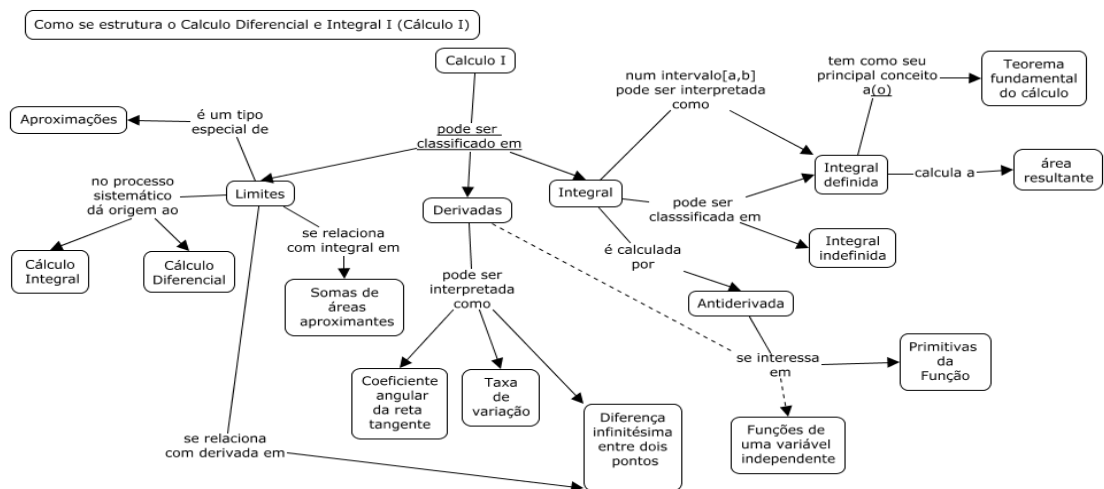
Fonte: O Autor (2019)

Figura 26 - 2ª versão do MC de P1 referente à estratégia E2.



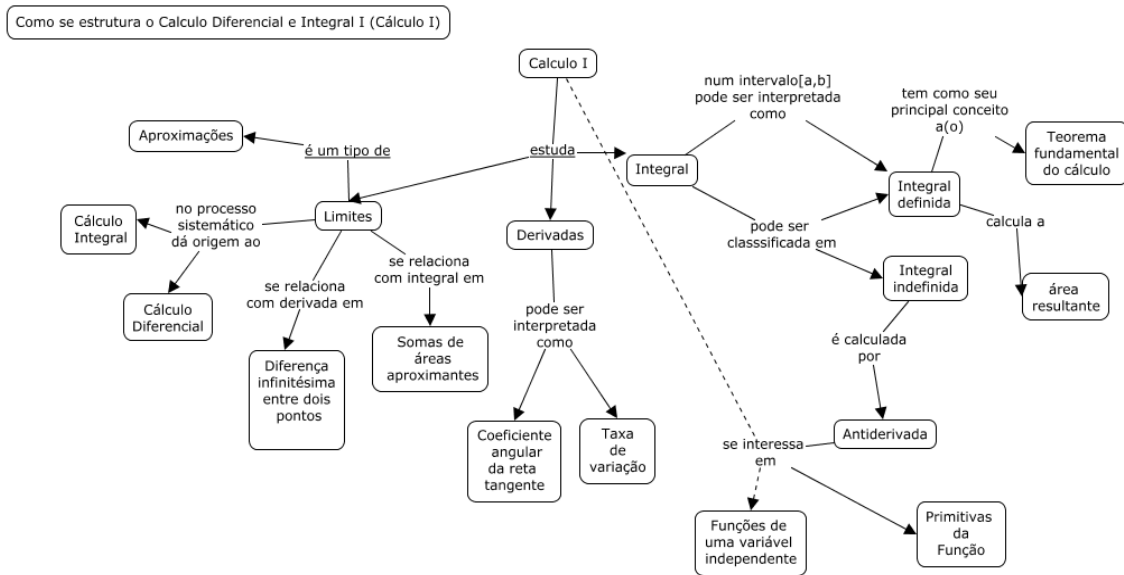
Fonte: O Autor (2019)

Figura 27 - 1ª versão do MC de P1 referente à estratégia E5.



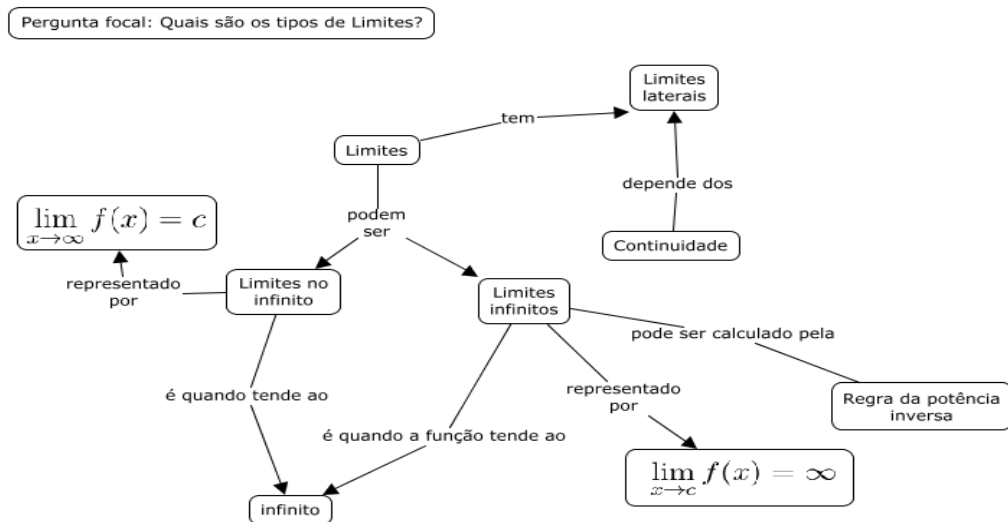
Fonte: O Autor (2019)

Figura 28 - 2ª versão do MC de P1 referente à estratégia E5.



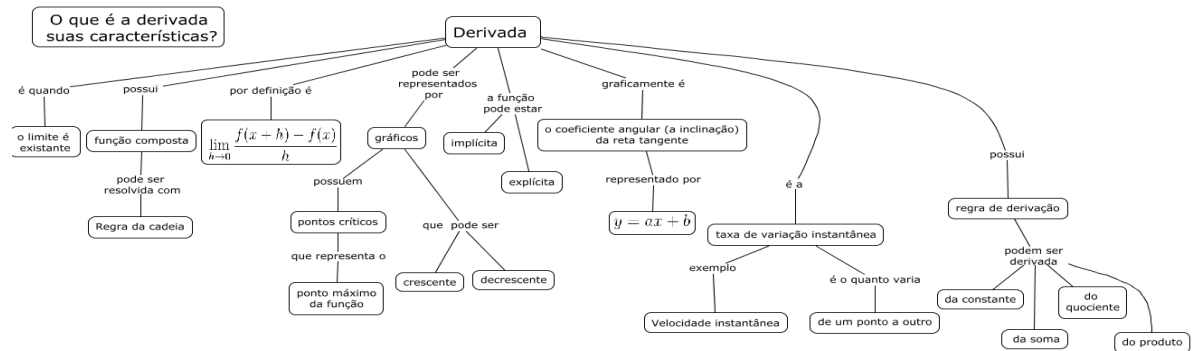
Fonte: O Autor (2019)

Figura 29 - 2ª versão do MC de P2 referente à estratégia E2.



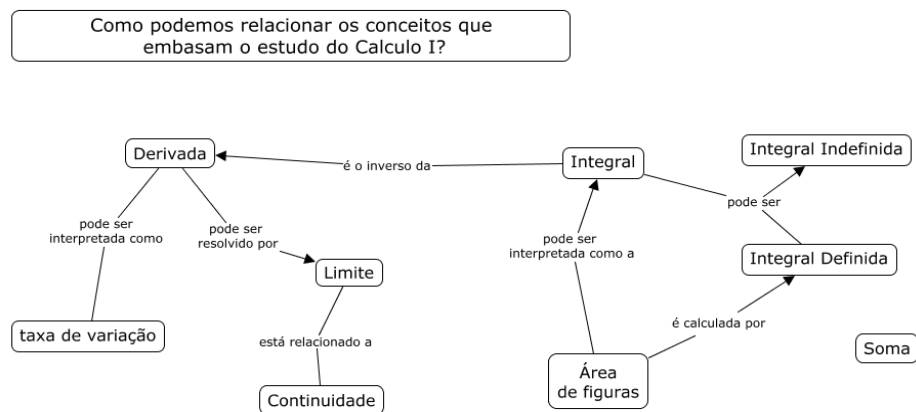
Fonte: O Autor (2019)

Figura 30 - MC de P2 referente à estratégia E3.



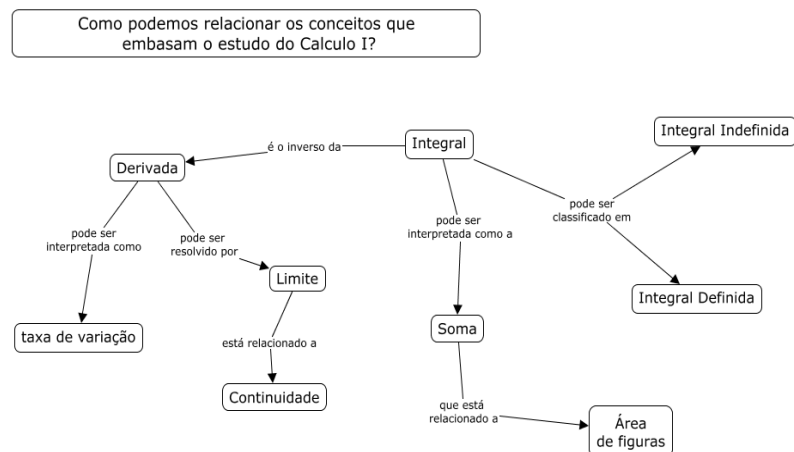
Fonte: O Autor (2019)

Figura 31 - 1ª versão do MC de P2 referente à estratégia E4.



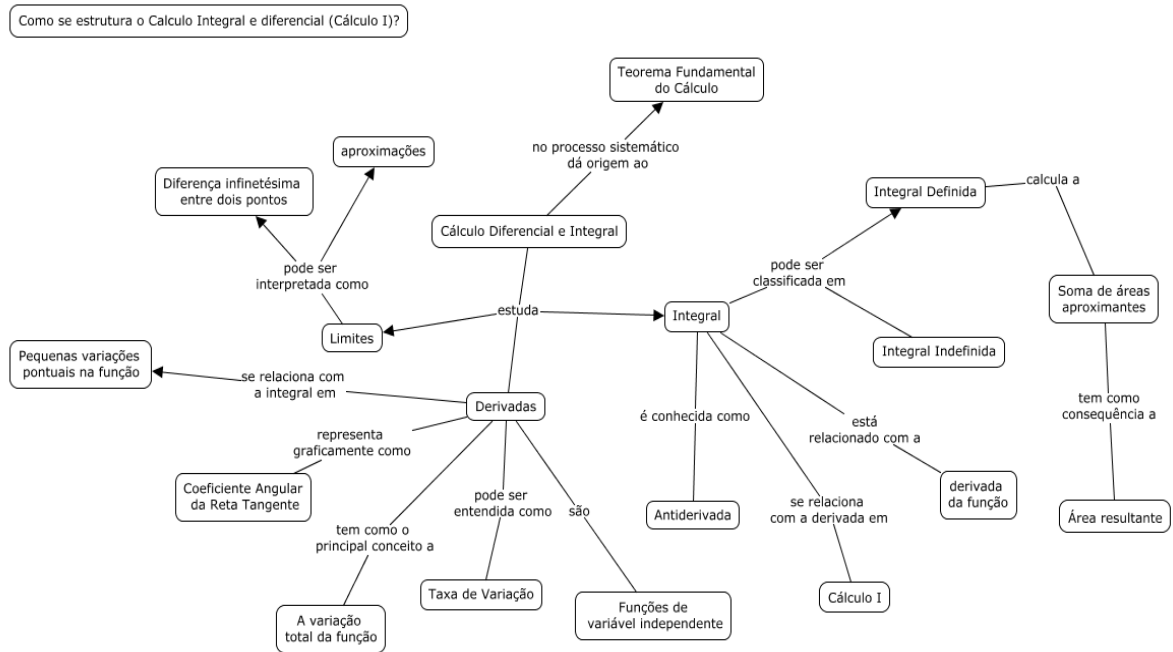
Fonte: O Autor (2019)

Figura 32 - 2ª versão do MC de P2 referente à estratégia E4.



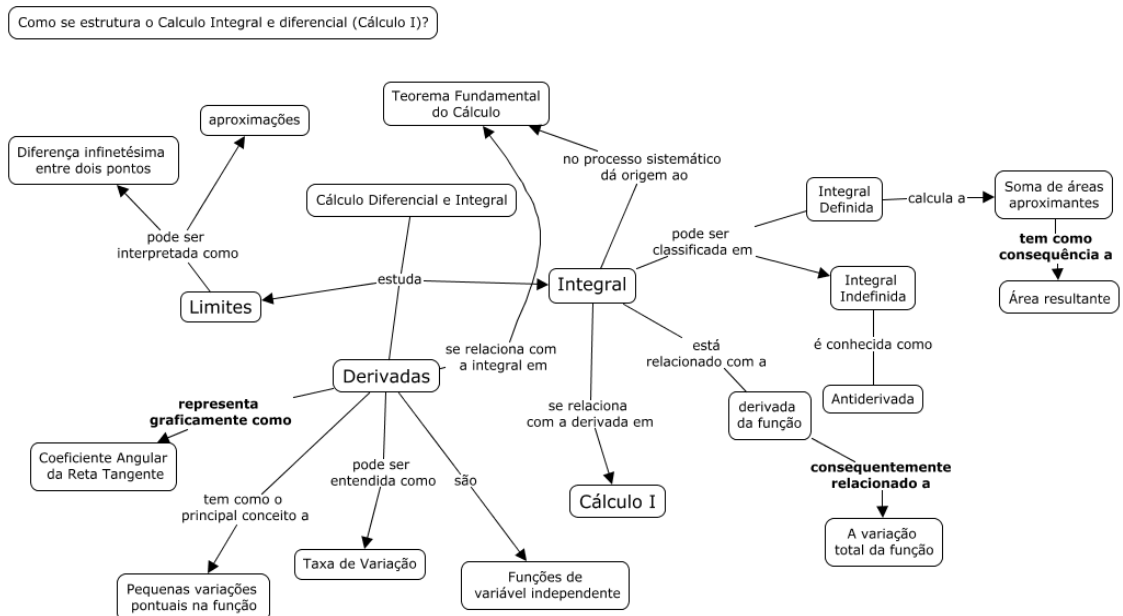
Fonte: O Autor (2019)

Figura 33 - 1ª versão do MC de P2 referente à estratégia E5.



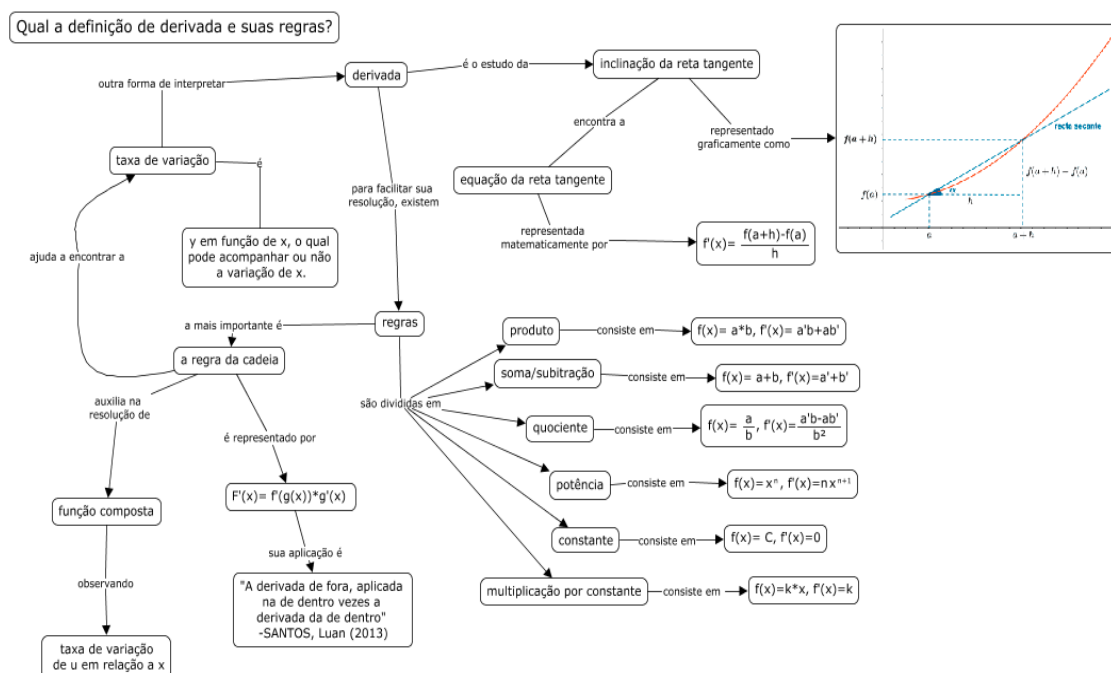
Fonte: O Autor (2019)

Figura 34 - 2ª versão do MC de P2 referente à estratégia E5.



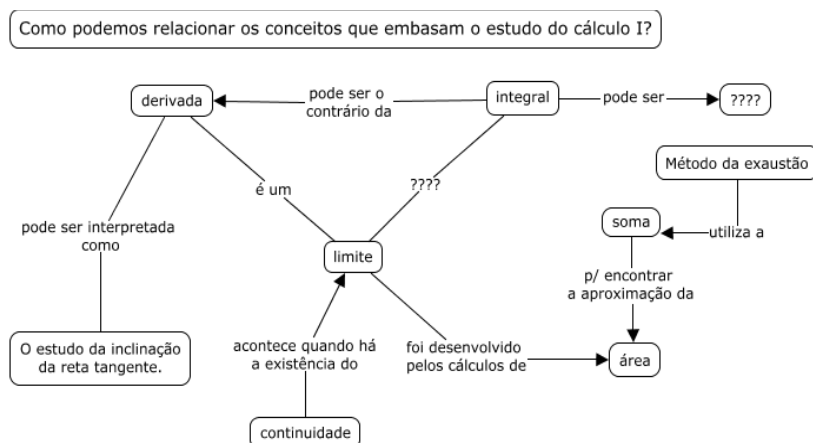
Fonte: O Autor (2019)

Figura 35 - MC de P3 referente à estratégia E3.



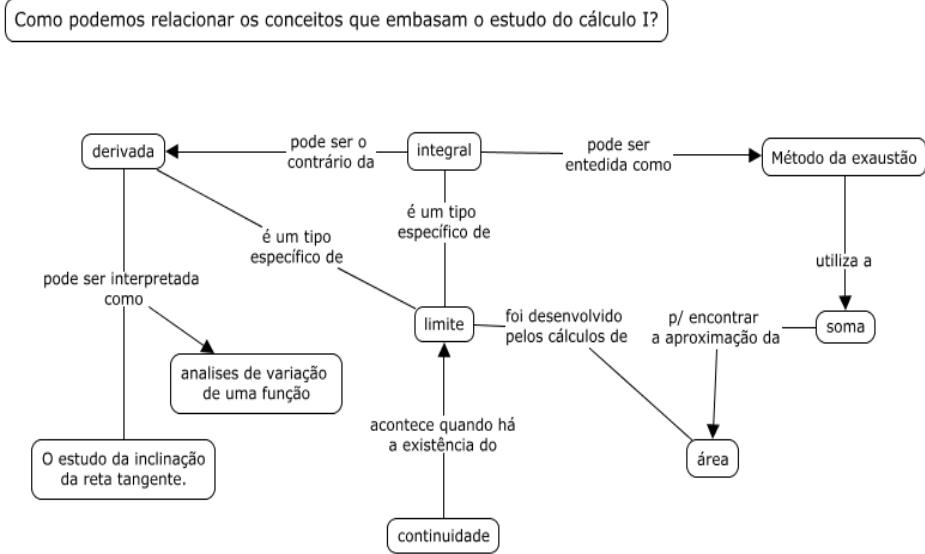
Fonte: O Autor (2019)

Figura 36 - 1ª versão do MC de P3 referente à estratégia E4.



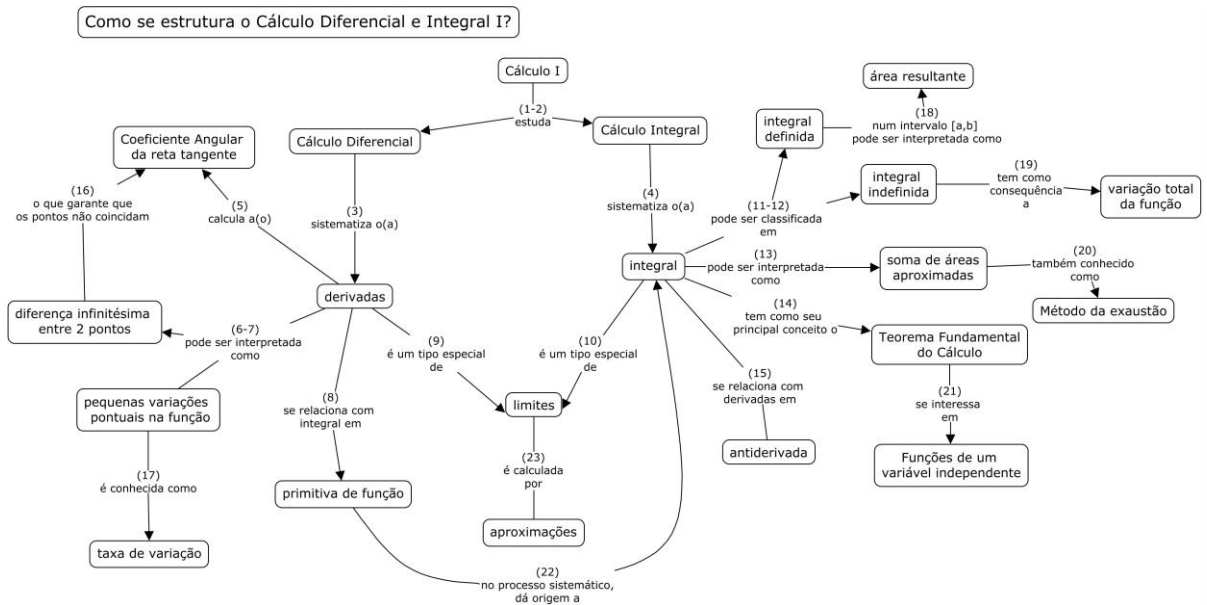
Fonte: O Autor (2019)

Figura 37 - 2ª versão do MC de P3 referente à estratégia E4.



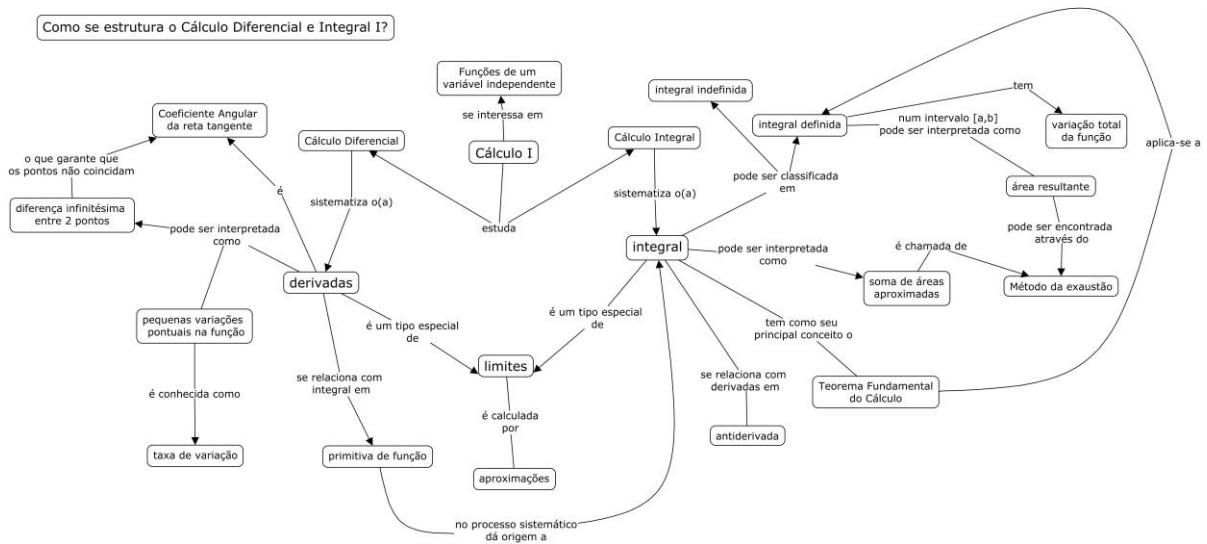
Fonte: O Autor (2019)

Figura 38- 1ª versão do MC de P3 referente à estratégia E5.



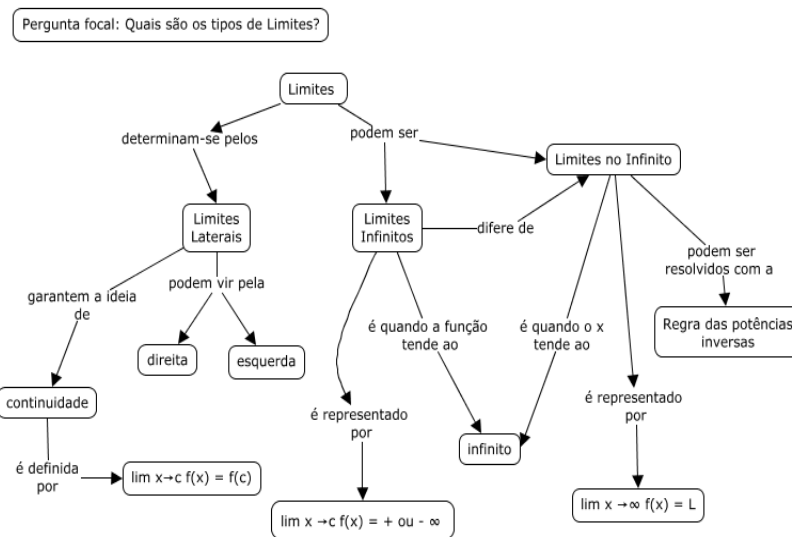
Fonte: O Autor (2019)

Figura 39- 2ª versão do MC de P3 referente à estratégia E5.



Fonte: O Autor (2019)

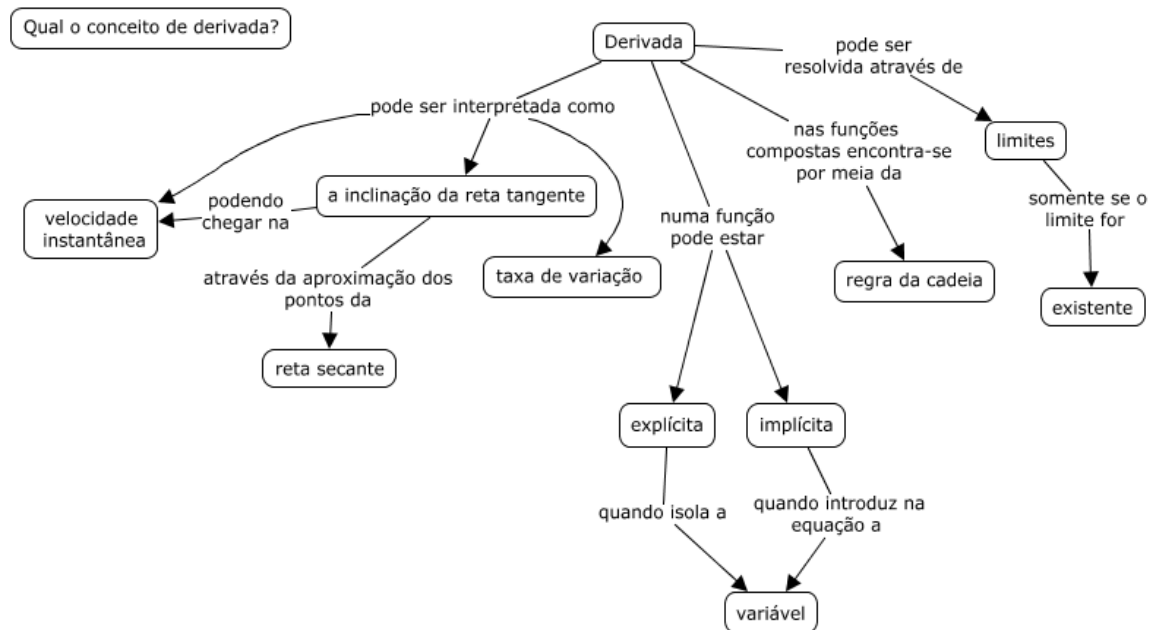
Figura 40 - MC de P4 referente à estratégia E2.



Fonte: O Autor (2019)

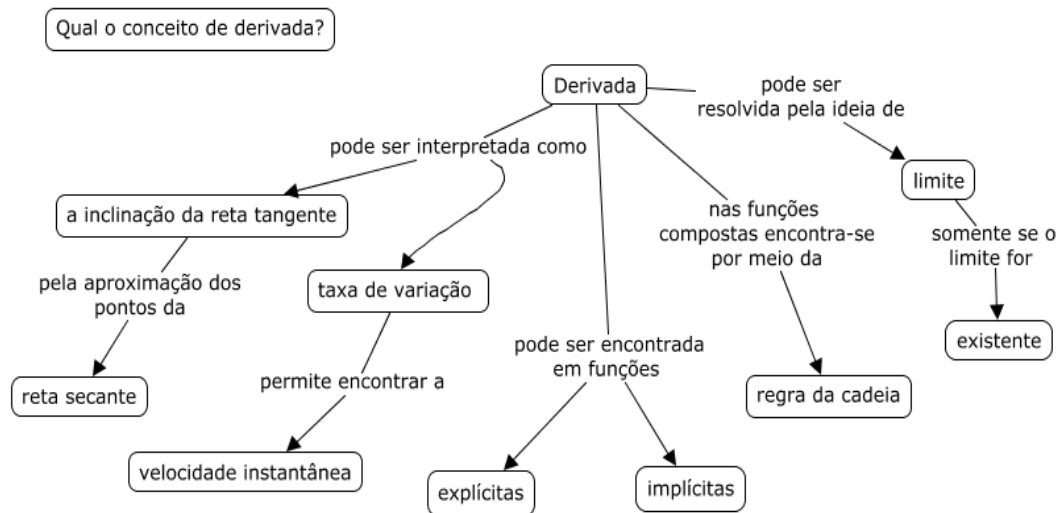


Figura 41 - 1ª versão do MC de P4 referente à estratégia E3.



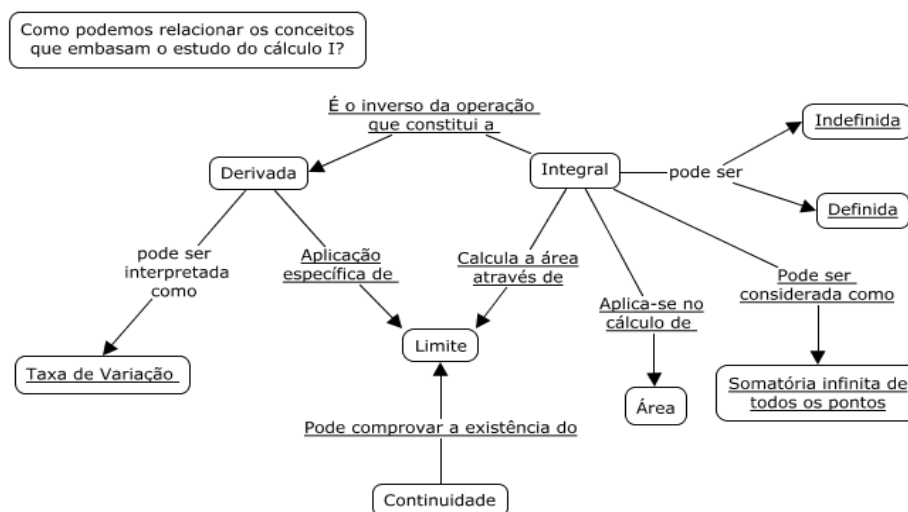
Fonte: O Autor (2019)

Figura 42 - 2ª versão do MC de P4 referente à estratégia E3.



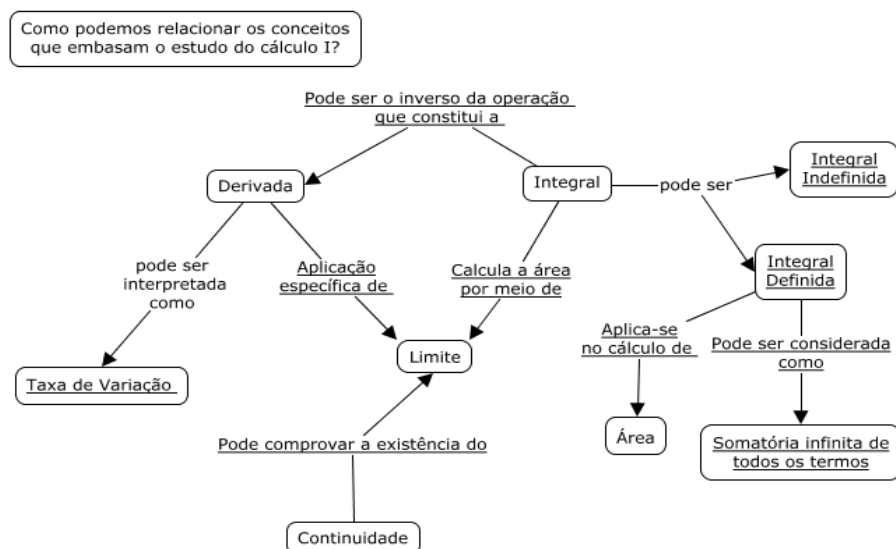
Fonte: O Autor (2019)

Figura 43 - 1ª versão do MC de P4 referente à estratégia E4.



Fonte: O Autor (2019)

Figura 44 - 2ª versão do MC de P4 referente à estratégia E4.



Fonte: O Autor (2019)