

## A construção de conceitos de Combinatória evidenciados em mapas mentais

**Cristiane de Arimatéa Rocha**

Universidade Federal de Pernambuco  
Olinda, PE — Brasil

✉ [cristiane.arocha@ufpe.br](mailto:cristiane.arocha@ufpe.br)

 0000-0002-4598-2074

**Antonio Carlos de Souza**

Universidade Estadual Paulista  
Guaratinguetá, SP — Brasil

✉ [ac.souza@unesp.br](mailto:ac.souza@unesp.br)

 0000-0002-8044-0481



2238-0345 

10.37001/ripem.v14i3.3818 

Recebido • 03/03/2024

Aprovado • 17/04/2024

Publicado • 20/08/2024

Editor • Gilberto Januario 

**Resumo:** Inovações em práticas pedagógicas no Ensino Superior são fundamentais para a promoção de oportunidades de engajamento de estudantes no seu processo de formação. Assim, o presente estudo investigou o uso de mapas mentais como inovação pedagógica para a construção de conceitos sobre combinatória por licenciandos em Matemática. Participaram da pesquisa 25 grupos de estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática, que cursavam uma disciplina eletiva sobre o ensino de Combinatória. Como resultado, observou-se que as diferentes construções de mapas mentais fornecem indicações para a abrangência, a profundidade e as noções pessoais de combinatória apresentadas pelos grupos. Esses ressaltam os seguintes aspectos: a pouca variedade de problemas combinatórios, a evidência restrita ao invariante de ordem e para representação de fórmulas. Esses aspectos podem ser dirimidos por meio da adoção de práticas pedagógicas inovadoras e colaborativas de produção de mapas mentais sobre combinatória, inclusive como prática avaliativa.

**Palavras-chave:** Práticas Pedagógicas Inovadoras. Problemas Combinatórios. Mapa Mental. Licenciatura em Matemática.

## The construction of Combinatorics concepts evidenced in mind maps

**Abstract:** Innovations in teaching practices in higher education are fundamental to promoting opportunities for students to engage in their training process. This study investigated the use of mind maps as an innovative pedagogical practice for the construction of concepts about combinatorics by maths undergraduates. Twenty-five groups of students from a Maths degree course took part in the research, taking an elective subject on the teaching of combinatorics. As a result, it was observed that the different constructions of mind maps provide indications of the breadth, depth and personal notions of combinatorics presented by the groups, which emphasise the following aspects: the limited variety of combinatorial problems, the evidence restricted to the invariant of order and to the representation of formulas. It is clear that these aspects can be remedied by adopting innovative and collaborative teaching practices to produce mind maps on combinatorics, including as an assessment practice.

**Keywords:** Innovative Teaching Practices. Combinatorial Problems. Mind Map. Mathematics Degree.

## La construcción de conceptos de Combinatoria evidenciados en mapas mentales

**Resumen:** Las innovaciones en las prácticas docentes en la enseñanza superior son fundamentales para promover oportunidades para que los estudiantes se impliquen en su proceso de formación. Este estudio investigó el uso de mapas mentales como práctica

pedagógica inovadora para la construcción de conceptos sobre combinatoria por parte de estudiantes universitarios de Matemáticas. Participaron en la investigación 25 grupos de estudiantes de una licenciatura en Matemáticas, que cursaban una asignatura optativa sobre la enseñanza de la combinatoria. Como resultado, se observó que las diferentes construcciones de mapas mentales proporcionan indicios de la amplitud, profundidad y nociones personales de combinatoria presentadas por los grupos, que enfatizan los siguientes aspectos: la escasa variedad de problemas combinatorios, la evidencia restringida a la invariante de orden y a la representación de fórmulas. Es evidente que estos aspectos pueden remediarse adoptando prácticas pedagógicas innovadoras y colaborativas para elaborar mapas mentales sobre combinatoria, incluso como práctica de evaluación.

**Palabras-clave:** Prácticas Docentes Innovadoras. Problemas Combinatorios. Mapa Mental. Licenciatura en Matemáticas.

## 1 Introdução

Atualmente, a busca pela inovação pedagógica no Ensino Superior está nas agendas de diversas instituições, em diversos países. Em Portugal, segundo Almeida *et al.* (2022), a inovação pedagógica é adotada como critério para qualificação institucional. A Comissão Europeia discutiu a necessidade da inovação para o desenvolvimento profissional no Ensino Superior, avaliando casos exitosos de inovação e indicando a necessidade do desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras (Inamorato dos Santos, Gausas, Mackeviciute, Jotautyte & Martinaitis, 2019).

Wiebusch e Lima (2019) – ao investigarem as produções científicas sobre inovação pedagógica no Ensino Superior no Brasil – elegeram como categorias analíticas as inovações relacionadas ao ensino, ao currículo e àquelas que desenham práticas pedagógicas relativas às metodologias e estratégias de ensino. Dentre as práticas inovadoras observadas pelas autoras, é evidenciado o uso de mapas conceituais, abordagem criativa por meio do *Design Thinking*, utilização de dispositivos móveis, do *Webquest*, da *radioWeb*, de metodologias ativas, entre outras (Wiebusch & Lima, 2019).

De acordo com Tavares (2020, p.15), “as práticas de inovação educacional não se distinguem por serem criativas, originais ou muito menos tecnológicas. Estão caracterizadas por diferirem de outras práticas educacionais comuns em um contexto social circunscrito”. No Ensino Superior, a inovação pedagógica é compreendida como “uma ação intencional que visa melhorar a aprendizagem dos alunos de forma sustentável” (Walder, 2014, p. 197). Nesse sentido, com vistas à inovação nas universidades, são necessárias mudanças no cenário das instituições de ensino superior visando a alterações de práticas tradicionais de ensino, que exigem desenvolvimento profissional do docente.

Apesar do uso de tecnologias digitais aliadas às práticas pedagógicas possibilitar inovação e flexibilização no ensino e aprendizagem, Inamorato dos Santos, *et al.* (2019, p. 10) salientam que “a inovação no ensino em nível de ensino superior está acontecendo em um ritmo muito mais lento do que o aumento da disponibilidade de tecnologia digital”.

Essa afirmação pode ser observada durante a pandemia da Covid-19, na adoção do ensino remoto emergencial como medida protetiva para a população brasileira (Macaya & Jereissati, 2021). O ensino remoto emergencial foi implementado com dificuldades pelos docentes na Educação Básica ocasionado pela falta de contato direto com os estudantes e pela inclusão de ferramentas tecnológicas nas práticas pedagógicas (Freitas, Almeida, & Fontenele, 2021) e a insuficiência de infraestrutura tecnológica dos envolvidos no processo (Macaya & Jereissati, 2021).

No Ensino Superior, Santos *et al.* (2022) ressaltam como dificuldades de professores – durante o ensino remoto – problemas com a ausência de formação ou a oferta de recursos pelas faculdades, dificuldades de ordem administrativa, de aspectos relativos à saúde mental, de uso dos *softwares* e ferramentas digitais, entre outras. De acordo com esses autores, apesar das dificuldades enfrentadas, houve aprendizagens, inclusive na adoção de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no Ensino Superior, o que pode ajudar em mudanças nas práticas pedagógicas tradicionais e auxiliar na otimização do tempo e na diversificação nas práticas de ensino e de avaliação (Santos *et al.*, 2022).

Entretanto, mesmo com as aprendizagens obtidas, Inamorato dos Santos, *et al.* (2019) sublinham a necessidade de professores do ensino superior desenvolverem competências para ensinar utilizando TDIC a fim de obter melhores aprendizagens dos estudantes. Os autores, inclusive, ainda enfatizam os aspectos inovadores nas Instituições de Ensino Superior (IES). Almeida *et al.* (2022, p. 23-24) reiteram que, nesse nível de ensino, “a exploração de tecnologias pode constituir uma componente importante dos processos de inovação pedagógica”.

No âmbito das licenciaturas, mesmo antes da pandemia da Covid-19, as Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação Inicial de Professores para a Educação Básica (BNC - Formação), instituídas pela Resolução CNE/CP nº 2/2019, já previam a necessidade de conhecimentos sobre inovação pedagógica e tecnologias para professores. O documento assegura que os docentes assumam como fundamentos pedagógicos o “emprego pedagógico das inovações e linguagens digitais como recurso para o desenvolvimento, pelos professores em formação, de competências sintonizadas com as previstas na BNCC [Base Nacional Comum Curricular, (Brasil, 2018)] e com o mundo contemporâneo” (Brasil, 2019, p. 5).

Pesquisadores – como Pasqualli e Carvalho (2021) e Guerra, Ribeiro, Sousa e Dias (2003), entre outros – discutem alguns processos de inovação pedagógica com relação ao ensino e aprendizagem matemática e apresentam uma série de recursos didáticos e/ou tecnológicos que podem auxiliar no desenvolvimento de práticas para esse fim. Pasqualli e Carvalho (2021) apresentam como características para a inovação pedagógica a ruptura com a forma tradicional de ensinar e aprender, a gestão participativa, o protagonismo, a reconfiguração de saberes, entre outras.

A partir do cenário descrito, a presente pesquisa tem por objetivo investigar o uso de mapas mentais como inovação pedagógica para a construção de conceitos sobre combinatória por licenciandos em Matemática. Com vistas a auxiliar a discussão sobre a temática, o artigo está dividido em uma breve reflexão sobre mapas mentais e sua utilização em processos formativos, avaliativos e no ensino e aprendizagem. Em seguida, é discutido o ensino de combinatória na formação inicial de professores, especificamente sobre a perspectiva da construção de conceitos fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud. Posteriormente, são apresentados os procedimentos metodológicos e debatidos alguns resultados e discussões sobre a inovação pedagógica adotada.

## 2 Mapas mentais como inovação pedagógica no Ensino Superior

De acordo com Estrela, Ferreira, Loureiro e Sarreira (2022), os organizadores gráficos podem ser considerados estruturas essenciais no ensino e aprendizagem de matemática. Diagramas, cronogramas, organogramas, mapas mentais, mapas conceituais e fluxogramas são exemplos de organizadores gráficos que podem ser utilizados como ferramentas para aprendizagem de conceitos.

Os mapas conceituais são organizadores gráficos capazes de representar conceitos, frases de ligação entre conceitos sistematizados de maneira hierárquica (Novak & Cañas, 2010).

Wiebusch e Lima (2019) já indicam em seus estudos o uso de mapas conceituais como ferramenta de inovação pedagógica. Como o mapa conceitual, outros organizadores gráficos como o mapa mental também podem ter características de inovação pedagógica (Pasqualli & Carvalho, 2021).

Existem algumas diferenças entre mapas mentais e mapas conceituais. O idealizador da estrutura do mapa mental, Toni Buzan, o define como “uma ferramenta dinâmica e estimulante que contribui para que o pensamento e o planejamento se tornem atividades mais inteligentes e rápidas” (Buzan, 2009, p. 6). A semelhança com uma estrutura cerebral, as diferentes cores, a sistematização de ideias e organização e seu papel comunicativo e representativo são aspectos que fazem dos mapas mentais uma prática interessante em sala de aula que pode ser amplamente utilizado no Ensino Superior e pressupõe o uso de um “conceito central que se expande de dentro para fora, englobando detalhes” (Buzan, 2009, p. 20).

Debbag, Cukurbasi e Findan (2021, p. 47) afirmam que a técnica de construção dos mapas mentais é “robusta e exclusiva para transformar todas as diferentes funções do cérebro, como palavras, imaginação, números, razões, imagens, listas, cores e ritmo em ação”. Santos e Santos (2023) salientam o papel dos mapas mentais enquanto metodologias ativas uma vez que o aluno é compreendido como agente ativo em sua aprendizagem e indicam o uso de tais mapas como instrumento avaliativo devido à possibilidade de um “espaço para a criatividade, que valoriza a autorreflexão, o fomento e a produção de conhecimento, tem-se acesso e clareza dos critérios de avaliação e estimula-se a autoavaliação” (Santos & Santos, 2023, p.5). Esses autores asseveram que essa metodologia pode proporcionar a construção do pensamento crítico devido a suas características, mas necessita que os estudantes se responsabilizem por sua aprendizagem na confecção dos mapas mentais, uma vez que “demanda uma quantidade razoável de tempo, bem como a ruptura com estilos de elaboração de conteúdo das formas escritas tradicionais” (Santos & Santos, 2023, p. 17).

Diversos pesquisadores – tais como Lima, Santos e Pereira (2020), Morandini, Anastacio e Leite (2021), Debbag, Cukurbasi e Findan (2021) – utilizaram mapas mentais no Ensino Superior e discutiram os benefícios dessa inclusão em processos de ensino e aprendizagem.

Lima, Santos e Pereira (2020) ressaltam a utilização de mapas mentais (MM) e conceituais (MC) durante o Ensino Remoto Emergencial em uma disciplina de pós-graduação. Os estudantes fizeram uso de ferramentas tecnológicas diversificadas para a construção dos mapas (*Google Jamboard*®, *Microsoft PowerPoint*®, *MindMeister*®, *Canva*®, *Cmap Tools*®). Segundo as autoras, com uso dessas práticas inovadoras, foram observados – na conclusão dos mapas – aspectos para o desenvolvimento de aprendizagens auxiliando na “assimilação do conteúdo”, na “memorização do conteúdo” e na “melhoria da capacidade de síntese do assunto” (Lima, Santos & Pereira, 2020, p. 7). A partir da prática vivenciada, as autoras reafirmam o potencial desse recurso na organização, sistematização e apresentação das “relações de significado e hierarquia entre ideias, conceitos, fatos ou ações, sintetizando e estruturando conhecimentos e transmitindo-os de forma rápida e clara” (Lima, Santos & Pereira, 2020, p. 2).

Outro uso observado para os mapas mentais foi relatado por Morandini, Anastacio e Leite (2020) em disciplinas de um curso de Licenciatura em Matemática no Ensino Superior (Fundamentos de Álgebra e Aritmética e Cálculo Diferencial e Integral I). Por meio da adoção de mapas mentais no Ensino Superior, os autores ressaltam a oportunidade de o professor compreender que “o modo de entender e exemplificar a Matemática é diferente para cada pessoa” (Morandini, Anastacio & Leite, 2020, p. 4).

Debbag, Cukurbasi e Findan (2021) realizaram um estudo com 32 licenciandos de Ciências na Turquia a fim de discutir suas opiniões sobre técnicas com mapas mentais digitais e mapas mentais desenhados em papel. Os participantes do estudo apresentaram afirmações positivas sobre os mapas mentais, ressaltaram o uso benéfico para reforçar, avaliar e visualizar a aprendizagem, inclusive, destacaram seu uso como uma boa prática para ensino de diferentes conteúdos em ciências.

Esses organizadores gráficos têm algumas características de inovação pedagógica (Pasqualli & Carvalho, 2021) uma vez que sugerem uma melhor compreensão do conceito central e buscam: a) promover uma ruptura no processo tradicional de ensino e aprendizagem, pois evidencia o conhecimento prévio do estudante e possibilita o uso da pesquisa de conceitos para a construção do mapa, seja por construções em lápis e papel, ou com uso de ferramentas tecnológicas (Santos & Santos, 2023; Debbag, Cukurbasi & Findan, 2021); b) possibilitar a gestão participativa, uma vez que as informações não estão apenas com o professor proporcionando o debate entre variedades de mapas mentais construídos pelos estudantes (Morandini, Anastacio & Leite, 2020); c) viabilizar o protagonismo já que os organizadores gráficos possibilitam ao estudante assumir seu processo de aprendizagem expandindo representações e propriedades do conceito central sistematizadas em uma rede não linear de conexões, participando de decisões pedagógicas (Santos & Santos, 2023) d) discutir a reconfiguração dos saberes, a partir da organização não linear de conexões de um conceito possibilitando a abertura para diferentes ideias na sala de aula, apresentando a discussão entre os saberes científicos, escolares e outros (Lima, Santos & Pereira, 2020).

Buzan (2009, p. 79) estabelece características essenciais para a análise de mapas mentais em processos de ensino e aprendizagem, a saber: “1. A abrangência do assunto tratado; 2. A profundidade da abordagem desse tema; 3. A inclusão de ideias próprias; 4. A adoção de técnicas que facilitam o aprendizado, como cores, símbolos e setas”. Essas características podem orientar o trabalho do professor na avaliação desses registros.

Os autores aqui discutidos asseguram em suas pesquisas, diferentes aprendizagens proporcionadas na Educação Básica e no Ensino Superior por meio da adoção de mapas mentais no ensino, destacaram ainda, seu papel enquanto metodologia ativa e inovação pedagógica, na formação inicial de professores. Portanto, reforçam que a utilização dessa prática pedagógica pode ser considerada inovadora nos processos formativos, avaliativos e no ensino e aprendizagem em várias áreas do conhecimento, em especial, de Matemática.

### **3 A Combinatória e sua inserção na formação inicial de professores que ensinam matemática**

O desenvolvimento do raciocínio combinatório em diferentes níveis de escolarização faz parte das linhas de pesquisa do Grupo de Estudos em Raciocínio Combinatório e Probabilístico – Geração. O Geração – ao longo de seus 15 anos de existência – defende que, para promover esse raciocínio, práticas de ensino devem ser inseridas na formação inicial e/ou continuada de professores que ensinam matemática (Rocha, Montenegro & Borba, 2023). Rocha (2011) aponta algumas dificuldades para o ensino de Combinatória enfrentadas por professores de Ensino Fundamental (no Brasil, relativos aos estudantes de seis aos 14 anos) e Ensino Médio (relativo aos estudantes de 15 aos 17 anos). Dentre as dificuldades estão a valorização de um único procedimento de resolução, a escolha de exercícios repetitivos que incentiva a memorização, em detrimento de outros procedimentos de resolução, além da diferenciação entre os problemas combinatórios. Martins e Silva (2014), ao realizarem uma pesquisa com professores em exercício da profissão, que já haviam ministrado combinatória no

ensino médio, constataram que, para complementar a formação nessa área, os participantes da pesquisa recorriam a livros didáticos e internet, visto que a maioria deles afirma que a formação inicial apresentava lacunas para que subsidiar o ensino sobre esse conteúdo. Para dirimir essas dificuldades, Holanda (2017) defende a inclusão – em cursos de licenciatura – de disciplinas que discutam e viabilizem a construção de conhecimentos para ensinar Combinatória.

Entende-se que o Raciocínio Combinatório se desenvolve ao longo da Educação Básica e se configura no modo de pensar que progride na “análise de situações nas quais, dados determinados conjuntos, deve-se agrupar os elementos dos mesmos, de modo a atender a critérios específicos (de escolha e/ou ordenação dos elementos) e determinar-se – direta ou indiretamente – o número total de agrupamentos possíveis” (Borba, 2010, p. 3). Apoiando-se na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (2009), Borba (2010, 2013) enumera e especifica uma série de situações, invariantes e representações relativas à Combinatória.

Borba (2010, 2013) evidencia que alguns dos problemas de Combinatória, mais frequentemente abordados, podem ser compreendidos a partir de um conjunto de situações (produto de medidas, permutação, arranjo, combinação), um conjunto de invariantes do conceito vinculados a cada uma das situações (escolha, ordem, esgotamento de possibilidades) e um conjunto de representações (listagem, árvore de possibilidades, multiplicação, Princípio Fundamental da Contagem, Fórmulas) que oferecem sentidos e significados ao processo de ensino e aprendizagem de Combinatória.

Desse modo, Borba (2010, 2013) propõe uma forma de organização da Combinatória, a fim de possibilitar uma ampliação da compreensão e entendimento dessas estruturas, buscando articular o desenvolvimento do raciocínio combinatório. Essa forma de organização possibilita uma compreensão mais ampla da combinatória e pode dirimir algumas dúvidas e dificuldades de alunos e professores ao estudar ou lecionar esse assunto. Rocha (2019) – ao analisar capítulos de combinatória em livros didáticos de Matemática do Ensino Médio – classificou os problemas combinatórios e seus invariantes específicos encontrados nos capítulos analisados, sistematizados no Quadro 1.

**Quadro 1:** Tipos de problemas combinatórios e seus invariantes/propriedades

<b>Problemas Combinatórios</b>	<b>Invariantes do conceito/ propriedades</b>
Produto de Medidas	Escolha
Arranjo Simples	Escolha, Ordenação
Arranjo com Repetição	Escolha, Ordenação, Repetição
Combinação Simples	Escolha; Propriedades encontradas no livro: Regra do quociente e igualdade entre Combinações complementares
Permutação Simples	Ordenação
Permutação com elementos idênticos	Ordenação desconsiderando na contagem das possibilidades elementos idênticos ou repetidos
Permutação Circular	Ordenação desconsiderando na contagem disposição geométrica idêntica
Permutação com repetição	Ordenação, Repetição

**Fonte:** Adaptado de Rocha (2019)

De acordo com Rocha (2019), não foi observado combinação com repetição nos capítulos analisados. As diferenças encontradas nas pesquisas de Borba (2010, 2013) e Rocha (2019) se dão pela especificidade do Ensino Médio que aborda um maior número de problemas

combinatórios. Quanto às representações ou procedimentos observados nos capítulos utilizados na resolução de problemas combinatórios, Rocha (2019) os classificou em procedimento enumerativo, que faz relação a linguagem natural ou a listagem das possibilidades; procedimento numérico, que utiliza operações numéricas ou aplica o Princípio Fundamental da Contagem (PFC); procedimento gráfico, que pode ser considerado como Árvore de Possibilidades ou se utiliza de tabela de dupla entrada; procedimento algorítmico (Fórmula, Fatorial) além de discutir mais de um procedimento de resolução para um mesmo problema.

Tendo em vista a abrangência da estrutura que alicerça a construção de conceitos combinatórios discutida pelas autoras são necessárias práticas que ampliem a discussão sobre essa construção na formação inicial de professores. Rocha (2019, p.35) alerta que o ensino de combinatória é uma ação complexa que permeia variados aspectos como “a escolha dos problemas combinatórios abordados com maior ou menor ênfase, a complexidade desses problemas, os procedimentos mais evidenciados, as conexões da Combinatória com a Matemática e com outras áreas”.

As relações intramatemática da Combinatória foram observadas nos estudos de Roa e Navarro-Pelayo (2001) que sugerem que esse conteúdo e as técnicas de resolução utilizadas “têm profundas implicações no desenvolvimento de outras áreas da matemática como a probabilidade, a teoria dos números, a teoria dos autômatos e inteligência artificial, investigação operativa, geometria e topologia combinatórias” (Roa & Navarro-Pelayo, 2001, p.1). Nesse sentido, considera-se relevante, para além das estruturas conceituais da combinatória, que o professor ou futuro professor estabeleça relações entre a Combinatória e outros conteúdos, viabilizando um trabalho mais coeso da disciplina em detrimento da abordagem isolada do conteúdo.

Com relação às conexões com outras áreas de conhecimento, Batanero, Godino, Navarro-Pelayo (1996) afirmam que a Combinatória exerce um papel essencial na Física – como por exemplo – na listagem de simetrias na cristalografia; na Química na listagem de moléculas orgânicas e enumeração de isômeros; na Biologia no estudo da difusão de epidemias, em técnicas de testagem de remédios, transmissão de caracteres hereditários e códigos genéticos; na Ciência da Computação, a partir da discussão de códigos e linguagens, na formulação de algoritmos, no armazenamento de informações, entre outras. Nessa perspectiva, entende-se que a relação entre a combinatória e outras ciências estabelecem contextos interessantes para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo.

#### 4 Metodologia

O estudo foi desenvolvido tendo em vista o objetivo: investigar o uso de mapas mentais como inovação pedagógica para a construção de conceitos sobre combinatória por licenciandos em Matemática. É uma pesquisa qualitativa, que analisa os mapas mentais de combinatória produzidos pelos participantes em seu contexto (Bogdan & Biklen, 1994). A pesquisa se desenvolveu seguindo as regras do comitê de ética de pesquisa na área de Ciências Humanas e Sociais, instituídas pela Resolução nº 510/2016 (Brasil, 2016), especificamente, o artigo 1º, inciso VII. A coleta de dados foi desenvolvida no ano de 2022 com os estudantes regularmente matriculados em uma componente curricular eletiva do curso de Licenciatura em Matemática de uma instituição federal do Ensino Superior. A eletiva discute o desenvolvimento do ensino e aprendizagem de combinatória, em diferentes níveis de ensino, a fim de promover a consolidação de conhecimentos de combinatória e seu ensino (Rocha, 2011; 2019) e é geralmente oferecida para licenciandos entre o terceiro e o quarto anos do curso.

Para estudar esse conteúdo, foi solicitada a construção de um mapa mental sobre

combinatória e requisitado que fossem organizadas nas ramificações informações relacionadas ao conceito, além de uma explicação sucinta desse mapa por escrito. Essa atividade poderia ser realizada – individualmente ou em duplas – a depender da disponibilidade de cada estudante, e foi disponibilizado o prazo de 15 dias para elaboração. Para recolha da atividade, foi disponibilizado no Google Sala de Aula um formulário para a inserção do mapa mental construído, a explicação sucinta do mapa por escrito.

Como orientação para confecção, foram indicados diferentes recursos para construir o mapa mental desde o *Google Jamboard*, *Microsoft PowerPoint*, *MindMeister*, *Canva*, como também lápis e papel, para se adequar às diferentes realidades tecnológicas dos participantes. Também foi indicado que fizessem pesquisas sobre combinatória e seu ensino para fundamentar a elaboração dos mapas mentais.

Participaram da atividade 34 licenciandos de matemática que produziram vinte e cinco mapas mentais de combinatória. A fim de garantir o anonimato das identidades dos estudantes que participaram da pesquisa, os mapas mentais (MM) foram enumerados de MM1 a MM25.

Para analisar os mapas mentais de combinatória, escolheu-se como critérios fundamentados em Buzan (2009): 1. *A abrangência da Combinatória*, tomando como base a discussão de Borba (2010; 2013) e de Rocha (2019) sobre as situações, os invariantes e as representações de Combinatória evidenciadas pelos licenciandos, indicando aspectos do conhecimento de combinatória dos estudantes; 2. *A profundidade das conexões entre a Combinatória e outros conceitos matemáticos* com base na discussão de Roa e Navarro-Pelayo (2001), indicando possibilidades de um trabalho articulado na matemática e na presença de aplicações da combinatória fundamentada nas relações entre outras ciências a partir da discussão de Batanero *et al.* (1996). 3. *Técnicas adotadas para construção* como o tipo de organização (hierárquica ou radial), ou se foram construídos com recursos tecnológicos ou lápis e papel.

## 5 Resultados e discussões

Nessa seção, apresentam-se e discutem-se os resultados encontrados em cada um dos critérios adotados pela pesquisa. Para tanto, considera-se os seguintes tópicos: Abrangência da Combinatória verificada nos mapas mentais construídos; A profundidade das conexões entre a Combinatória outros conceitos matemáticos e nas relações entre outras ciências; Técnicas adotadas para facilitar a aprendizagem.

### 5.1 Abrangência da Combinatória verificada nos mapas mentais construídos

A abrangência nos mapas mentais de combinatória foi analisada pela presença de palavras-chave que se referissem às situações, os invariantes e as representações relativas a esse conceito, tal como aponta a discussão da Teoria dos Campos Conceituais. Utilizou-se como base as discussões de Borba (2010; 2013) e Rocha (2019) para a classificação dessas palavras chaves. Os MM mencionaram as situações de arranjo simples (AS), combinação simples (CS), permutação simples (PS), produto de medidas (PM), permutação circular (PC), permutação com elementos idênticos (PI), permutação com repetição (PR), arranjo com repetição (AR) e combinação com repetição (CR). Na Tabela 1, apresentou-se a frequência de situações mencionadas para verificar a abrangência em cada mapa.

**Tabela 1:** Frequência de Situações Combinatórias mencionadas nos MM

	AS	CS	PS	PM	PC	PI	PR	AR	CR	Total
MM1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5

MM2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
MM5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
MM6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
MM7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM10	1	1	1	1	1	0	1	0	0	6
MM11	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
MM12	1	1	1	0	0	0	1	1	1	6
MM13	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM14	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
MM15	1	1	1	0	0	0	1	1	0	5
MM16	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8
MM17	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM18	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
MM19	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
MM20	1	1	1	1	0	1	0	0	0	5
MM21	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM22	1	1	1	0	0	1	0	1	1	6
MM23	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM24	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
MM25	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	

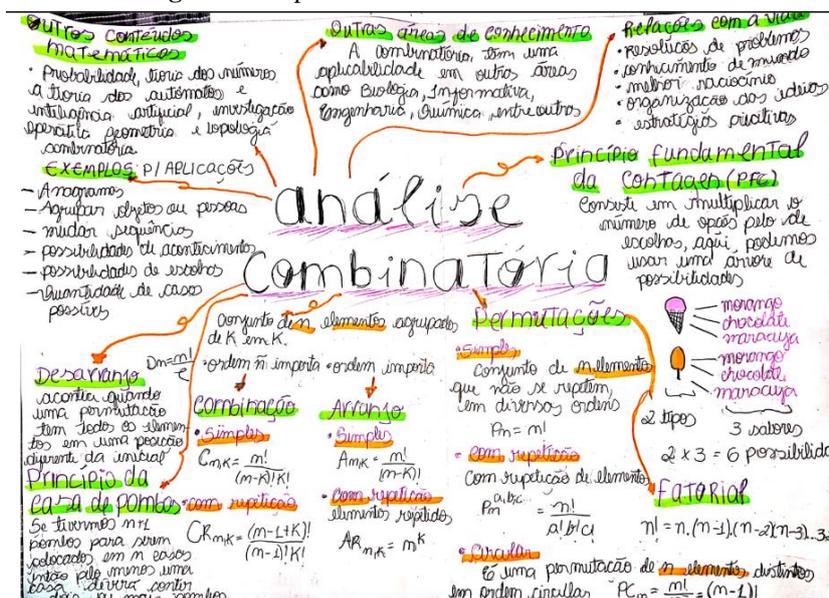
**Fonte:** Elaborado pelos autores

Notamos que as situações de arranjo simples e combinação simples foram mencionadas em todos os mapas. Permutação simples foi frequente em 24 mapas. 48% (12) dos mapas mentais mencionaram apenas essas três situações indicando a pouca abrangência em relação a essa característica. Apenas dois mapas mentais (MM12 e MM16) exibiram situações com o invariante de repetição (Arranjo com Repetição, Combinação com Repetição e Permutação com repetição). Poucos mapas mencionaram a permutação circular (5) e a Permutação com elementos idênticos ou repetidos (3). Verificamos – a partir da Tabela 1 – que os mapas MM6, MM10, MM12, MM16, MM22 citaram pelo menos seis situações o que denota uma maior abrangência com relação a situações.

A situação de produto de medidas não foi mencionada, mas foram inseridos exemplos de problemas dessa situação, que envolviam como contexto a escolha de *looks* (trajes de roupa),

de refeição, de sabores de sorvete, entre outros. Na Figura 1, apresenta-se o mapa mental de maior abrangência de situações combinatórias.

Figura 1: Mapa Mental de Combinatória de MM16



Fonte: Acervo da pesquisa (2024)

Além disso, pode-se observar, na Figura 1, um exemplo de como a situação de produtos de medidas foi representada por meio de desenhos que indicam a escolha de sorvete no palito (picolé) ou na casquinha (massa) e um sabor que pode ser escolhido entre morango, chocolate ou maracujá. No exemplo de MM16, os estudantes representam por desenho as possibilidades de sabores de sorvetes, utilizam uma árvore de possibilidades e o resolvem com uso da multiplicação. Também se observa situações combinatórias não prototípicas como o desarranjo e princípio da casa dos pombos.

A partir da Figura 1, e a escolha de cores para sublinhar as palavras, o princípio fundamental da contagem e o fatorial parecem ser considerados situações pelos autores do MM16. Esse equívoco também pode ser observado em outros mapas, nos quais o Princípio Fundamental da Contagem (PFC), também denominado, princípio multiplicativo ou princípio de contagem, é considerado uma situação. Para Borba (2010, 2013) e Rocha *et al.* (2023), esse tipo de situação é denominado produto de medidas discreta ou produto cartesiano. Mekhmandarov (2000) destaca a importância de alguns pontos fundamentais do produto de medidas para a compreensão dessa estrutura: a escolha de um único elemento de cada conjunto, a identificação de uma possibilidade como um novo elemento do conjunto-produto, o reconhecimento de que um elemento dos conjuntos originais pode aparecer em várias possibilidades e a compreensão de que uma mesma possibilidade só pode ocorrer uma vez no conjunto-produto.

Borba (2010, 2013) e Rocha *et al.* (2023) identificam o PFC como um modo de resolver problemas combinatórios, considerado um tipo de representação, uma vez que pode ser utilizado na resolução de diferentes tipos de problemas. De modo análogo, pode-se observar que o fatorial também é utilizado para responder a problemas combinatórios, estando presente na maioria das fórmulas utilizadas na resolução de problemas combinatórios; nesse caso, sendo compreendido apenas como representação. Esses equívocos foram bastante presentes nos mapas mentais confeccionados.

Com relação a representações, constatou-se – a partir do exposto no MM16 – a

utilização do princípio fundamental da contagem, fatorial, desenhos, árvore de possibilidades, multiplicação e fórmulas. Ainda no MM16, verificamos que as situações são apresentadas a partir da ausência ou presença dos invariantes de ordem ou repetição. Os invariantes de escolha e disposição geométrica (posição) são apresentados a partir de exemplos nesse mapa.

No geral, focalizando os invariantes do conceito apresentados pelos mapas mentais, a ordenação é explicitamente indicada na maioria dos mapas como forma de diferenciação entre os problemas de arranjo e combinação. A noção de repetição aparece em poucos mapas – basicamente – na nomenclatura dos problemas. Verifica-se que o invariante de escolha aparece em algumas situações em que os licenciandos diferenciam o problema de permutação do de arranjo.

As representações enfatizam a escolha pela fórmula para diferenciar e exemplificar os problemas combinatórios. Rocha e Souza (2021) afirmam que o trabalho com problemas combinatórios pode oportunizar um “ambiente para discussão sobre processos de ensino e aprendizagem de Matemática, até mesmo sobre os malefícios de apresentar—sem as devidas discussões iniciais—as fórmulas matemáticas”. Nesse sentido, outras explorações que potencializem a aprendizagem podem ser realizadas antes da apresentação de fórmulas, como a valorização de estratégias pessoais de resolução, ou a proposta da explicação da resolução entre os pares, ou a elaboração de problemas combinatórios.

## 5.2 A profundidade das conexões entre a Combinatória, outros conceitos matemáticos e outras áreas de conhecimento

Nessa subseção, discute-se sobre as conexões entre conteúdos matemáticos e combinatória e entre esse conteúdo e outras áreas do conhecimento apresentados nos mapas confeccionados. Inicialmente, foi observado que oito mapas não apresentaram referências intramatemáticas (MM1, MM6, MM10, MM14, MM18, MM21, MM24, MM25).

A Figura 2 apresenta um exemplo desses mapas que focalizaram apenas nos problemas combinatórios simples, sem fazer relação com outros conteúdos matemáticos. O MM24 é um exemplo de um mapa mental digital construído no *Canva*. Esse aborda – adequadamente – apenas as situações de arranjo simples, combinação simples e permutação simples seguindo as definições encontradas em livros didáticos de Matemática e não estabelece conexões entre os problemas e não os integra com outros conteúdos matemáticos, apresentando-os de forma isolada.

Godino e Batanero (2016) fazem um alerta sobre os processos de ensino e aprendizagem da Combinatória de forma isolada, salientando que a separação desse conteúdo dos demais acaba enfatizando o ensino centrado em fórmulas, na resolução de exercícios que focalizam apenas expressões combinatórias, ou ainda na diferenciação de operações combinatórias em um enunciado em linguagem natural.

A Figura 3 apresenta outro mapa mental digital MM22 construído no *Canva*, e nela as situações, as representações e os invariantes são exibidos no contexto de planetas no espaço.

Na Figura 3 a construção de uma árvore de possibilidades para o lançamento de moedas que articula a Combinatória e a Probabilidade. De acordo com Rocha (2019, p. 80), a representação de “árvore de possibilidades assume total relevância quando das ações enumerativas para a resolução de problemas combinatórios”. Vale salientar que o conteúdo de probabilidade foi indicado em doze mapas mentais, sendo o mais evidenciado pelos estudantes. No Gráfico 1, foi exibida a frequência de conteúdos matemáticos relacionados nos mapas mentais produzidos pelos licenciandos.

Figura 2: Mapa Mental de Combinatória de MM24



Fonte: Acervo da pesquisa (2024)

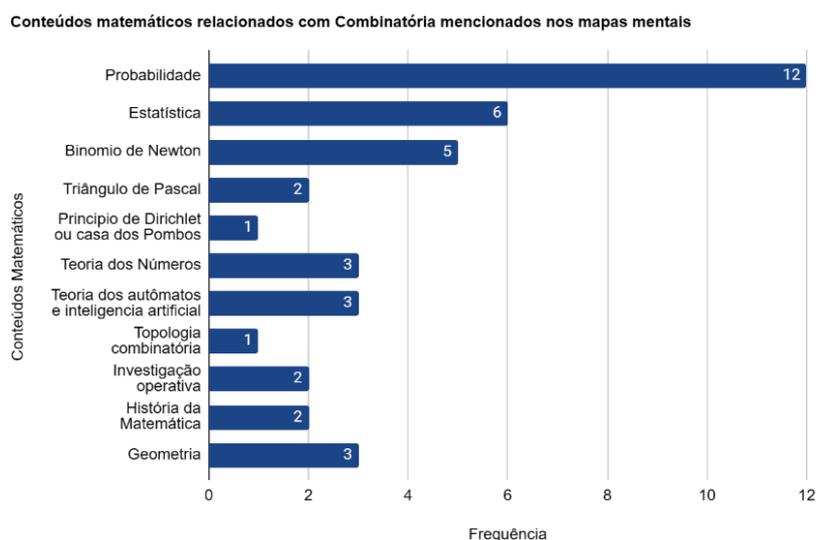
Figura 3: Mapa Mental de Combinatória de MM 22



Fonte: Acervo da pesquisa (2024)

Observamos a variedade de articulações propostas o que pode possibilitar um trabalho mais articulado da Combinatória. Rocha (2019) discute a possibilidade do uso da combinatória em variados domínios, incluindo a formação de palavras na Linguagem, a harmonização de notas na Música, a representação de circuitos elétricos de acordo com as leis de Kirchhoff na Física, a investigação de padrões genéticos no DNA da Biologia, a organização estrutural de compostos orgânicos na Química e a resolução de desafios de otimização ligados à produção, logística e distribuição na Economia

Gráfico 1: Conteúdos matemáticos relacionados a Combinatória mencionados em mapas mentais.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2024)

Com relação às aplicações da combinatória extramatemáticas mencionadas nos mapas mentais confeccionados pelos licenciandos, mais da metade dos mapas não fizeram menções extramatemáticas: MM1, MM6, MM10, MM11, MM13, MM14, MM17, MM18, MM20, MM21, MM22, MM23, MM24, MM25.

Na Figura 4, podem ser visualizadas áreas relacionadas à Combinatória, bem como exemplos de contextos cotidianos que geralmente são relacionados a problemas combinatórios. Verificamos que – diferentemente das relações entre combinatória e os conteúdos matemáticos, na qual foram disponibilizados exemplos de problemas de probabilidade e sua resolução (MM22) – no mapa MM19 a menção de outras áreas de conhecimento são apresentadas apenas em palavras e listagem de possibilidades, sem situações que exemplificam como as áreas se relacionam com a Combinatória. Desse modo, a diagramação de mapas mentais pode restringir, de certo modo, a presença de contextualização da combinatória e seus problemas, por ser uma proposta com poucos caracteres. Apesar disso, como pode-se identificar na Figura 4, o MM19 faz relação da Combinatória com a área de Biologia.

Nesse sentido, as informações sobre as áreas de conhecimento mencionadas pelos mapas mentais dos licenciandos foram sistematizadas no Gráfico 2. Ao examinar esse gráfico, podemos observar que as áreas relacionadas à saúde, como Biologia, Ciências e Genética, são mencionadas com maior frequência que as demais. As áreas de Informática e Química foram citadas em cinco mapas.

Constatamos ainda a diversidade das áreas expressas nos mapas; todavia, considera-se relevante um trabalho mais articulado entre as diferentes áreas do conhecimento e a Combinatória, especialmente na formação inicial do professor que ensina matemática.

No que concerne à inclusão de relações entre a Combinatória e outras áreas de conhecimento, observamos – em alguns mapas mentais – a inserção de conteúdos cotidianos que diz respeito à combinatória, tal como apresentado no MM19. Os mapas mentais exibiram ideias que fazem referência a contextos utilizados em problemas combinatórios ou ideias relacionadas a atividades do cotidiano: senhas bancárias, sistemas de segurança, números de CPF, placas de automóveis, combinação de cores, investimento na bolsa de valores, jogos, loteria, conjunto de roupas, cardápios de lanches, organização de equipes e campeonatos esportivos. Na explicação do mapa MM22 (Figura 3), os licenciandos consideraram: “Sem

dúvidas, a aplicação deste tema no nosso cotidiano é abrangente, podemos vivenciá-lo nas mais variadas situações que envolvam a tomada de decisões ou a contagem de possibilidades que podem ocorrer” (Acervo da pesquisa, 2024).

**Figura 4:** Mapa Mental de Combinatória de MM 19



**Fonte:** Acervo da pesquisa (2024)

**Gráfico 2:** Áreas de conhecimento relacionadas a Combinatória mencionados em mapas mentais



**Fonte:** Elaborados pelos autores (2024)

### 5.3 Técnicas adotadas para facilitar a aprendizagem

Nesse estudo, verificou-se que os mapas mentais de Combinatória apresentados pelos licenciandos foram feitos utilizando uma variedade de instrumentos – como lápis e papel – e ferramentas tecnológicas, como *Google Jamboard*, *Google apresentações*, *Canva*, *Cmap Tools* e *Google Docs*. No Gráfico 3, apresentamos a frequência de instrumentos utilizados na confecção de mapas mentais. A BNC-Formação define como uma das competências gerais docentes, a ação de “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de formação” (Brasil, 2019, p. 13).

As técnicas adotadas pelos licenciandos para a organização dos mapas mentais foram hierárquicas e radiais. Na forma hierárquica, os conceitos (situações, invariantes e representações) seguiam uma ordenação de cima para baixo, como apresentado na Figura 5. Os mapas MM1, MM3, MM4, MM7, MM8, MM9, MM10, MM13, MM14, MM15, MM20, MM25 utilizaram a forma hierárquica em seus mapas mentais.

**Gráfico 3:** Instrumentos utilizados por licenciandos para a construção de mapas mentais

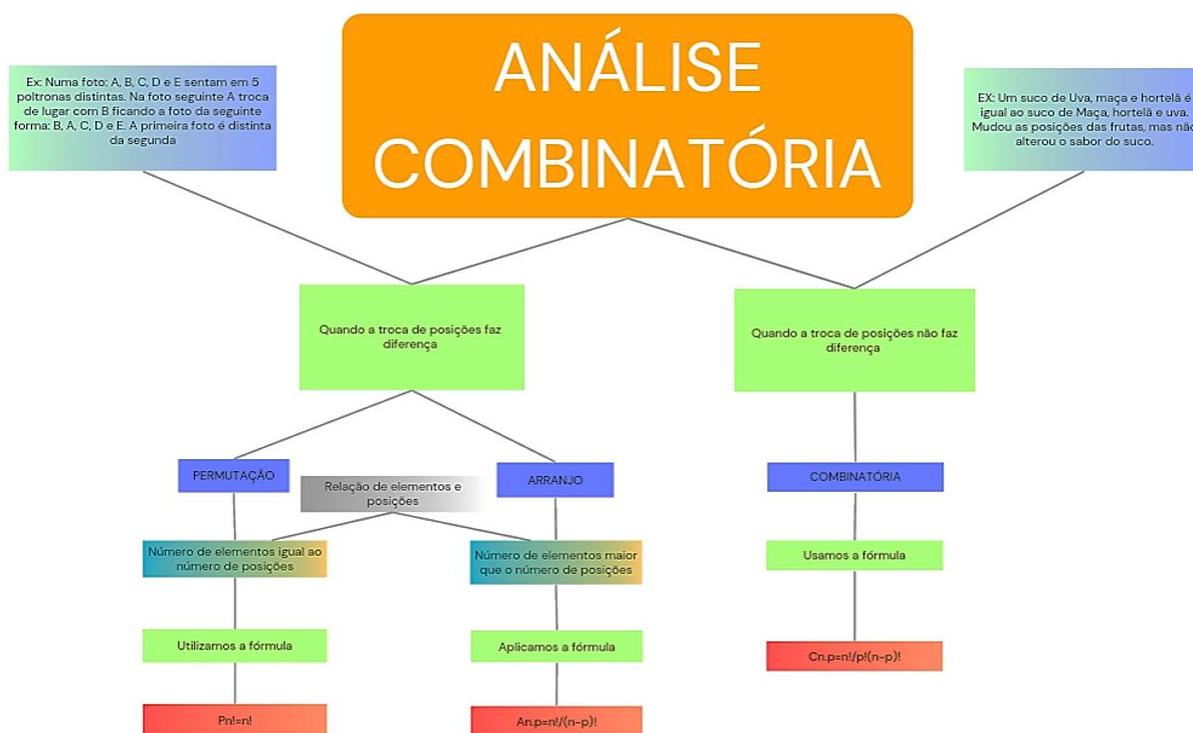
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2024)

Se observarmos a Figura 5, o mapa MM25 além de apresentar a nomenclatura de diferentes situações combinatórias (permutação e arranjo), apresentou uma definição e/ou característica da natureza dos problemas combinatórios, exibiu o invariante de ordem (posição), ressaltou como representação simbólica as fórmulas, além de explicitar dois problemas combinatórios. Notamos ainda um equívoco ao utilizar a nomenclatura Combinatória como o tipo de problema de combinação.

A partir da análise, percebe-se que o mapa mental MM25 fornece indicações dos conhecimentos dos estudantes sobre a construção de conceitos em Combinatória; principalmente, quando explicita as fórmulas enquanto representação em cada uma das situações propostas. Verificamos lacunas na variedade de situações combinatórias, apresentando apenas as mais simples.

Os demais mapas foram organizados de maneira radial. Buzan (2009) afirma que as ideias principais do mapa geralmente ocupam a posição central e vão se relacionando com outras ideias que se complementam (Figuras 1, 2, 3 e 4). Os exemplos apresentados sugerem que a forma de compreender e de relacionar a Combinatória ocorre de diversos modos, indicando que as escolhas produzidas em cada mapa fornecem pistas das relações que podem ser ampliadas, construídas e consolidadas a fim de promover um amplo desenvolvimento do raciocínio combinatório.

**Figura 5:** Mapa Mental de Combinatória de MM25



Fonte: Acervo da pesquisa (2024)

## 6 Como a adoção de mapas mentais como prática pedagógica inovadora no ensino superior pode auxiliar na construção de conceitos sobre combinatória por licenciandos em matemática?

Os mapas mentais de combinatória construídos por licenciandos permitiram a discussão sobre a abrangência da Combinatória, inserindo nas situações simples de combinatória (arranjo, combinação e permutação) outros problemas que necessitam ser compreendidos pelos licenciandos em Matemática. Essa prática possibilitou a discussão sobre as propriedades/invariantes do conceito presentes em cada situação, trazendo mais elementos para a diferenciação entre os tipos de problemas combinatórios, além de possibilitar a compreensão de diferentes representações, para além da fórmula.

Os mapas mentais fornecem referências sobre as relações realizadas entre a Combinatória, outros conceitos matemáticos e outras áreas do conhecimento ou a ausência delas. Esse conhecimento pode auxiliar na escolha das aplicações da Combinatória e das atividades que podem fazer parte das ações enquanto docente. Um trabalho articulado da combinatória com diferentes conceitos e áreas do conhecimento pode possibilitar uma compreensão desses saberes com maior profundidade. Sugere-se que sejam realizados estudos que discutam sobre como essas articulações podem ocorrer na sala de aula. Devido às baixas frequências de outros conteúdos nos mapas mentais, ainda se faz necessário um reforço nas discussões articuladas da combinatória com outros conteúdos matemáticos e com outras áreas de conhecimento.

Esse tipo de registro permitiu observar as semelhanças e diferenças em cada mapa mental, que podem ser associadas às compreensões e aprendizagens do conceito de combinatória. Nessa perspectiva, o professor com base nas informações, pode refletir sobre o caminho a ser tomado para dirimir as dificuldades encontradas. Um exemplo desse caminho

pode ser a socialização dos mapas mentais realizados e – *a posteriori* – a comparação ou a autoavaliação de cada registro pode ser realizado debates sobre os diferentes pontos de vista, ou ainda, outras pesquisas que fundamentem os argumentos oportunizando novas aprendizagens.

Dessa maneira, defende-se que práticas pedagógicas inovadoras como essa sejam aplicadas na Educação Básica e no Ensino Superior. Isso poderia auxiliar a construção de conexões entre áreas diversas e a Combinatória, bem como fortalecer a identificação de aplicações em contextos desse conteúdo que fazem parte do cotidiano.

É essencial que se desenvolva um trabalho na formação inicial de professores que – por sua vez – esse articule a Combinatória com outras áreas de conhecimento e com contextos que façam parte do cotidiano que despertem motivação e interesse dos estudantes. Essa ação subsidiaria a construção mais ampla do raciocínio combinatório com o que haveria o desenvolvendo de conhecimentos para ensinar combinatória.

## Referências

- Almeida, L., Gonçalves, S., do Ó, J. R., Rebola, F., Soares, S. & Vieira, F. (2022). *Inovação Pedagógica no Ensino Superior: cenários e caminhos de transformação*. Lisboa: Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior. Coleção A3es readings.
- Batanero, C. M., Godino, J. D. & Navarro-Pelayo, V. (1996). *Razonamiento Combinatório*. Madri, Ed.Síntesis.
- Borba, R. (2010, julho). O raciocínio combinatório na Educação Básica. In: Anais do 10 Encontro Nacional de Educação Matemática – X ENEM. (pp. 1-12), Salvador, BA.
- Borba, R. (2013, julho). Vamos combinar, arranjar e permutar: aprendendo Combinatória desde os anos iniciais de escolarização. In: Anais do 11 Encontro Nacional de Educação Matemática – XI ENEM. (pp. 1-12), Curitiba, PR, Brasil.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Lisboa: Porto Editora.
- Brasil. Ministério da Saúde, Conselho Nacional da Saúde. (2016). *Resolução nº 510/2016*. Normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Conselho pleno. (2019). *Resolução CNE/CP nº 2*. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica. Brasília, DF.
- Buzan, T. (2009). *Mapas Mentais*. Tradução por P. Polzonoff Jr. Rio de Janeiro, RJ: Editora Sextante.
- Debbag, M., Cukurbasi, B. & Findan, M. (2021). Use of digital mind maps in Technology Education: a pilot study with pre-service Science Teachers. *Informatics in Education*, 20(1), 47-68.
- Estrela, A., Ferreira, P., Loureiro, C. & Sarreira, P. (2022). Organizadores gráficos: ferramentas essenciais no ensino e aprendizagem de matemática e de ciências físicas e naturais. In: A. Dias & C. Loureiro. *Práticas de Integração Curricular nos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico*. (pp. 145-178). Escola Superior de Educação de Lisboa: Instituto Politécnico de Lisboa.

- Freitas, A. C. S., Almeida, N. R. O. de & Fontenele, I. S. (2021). Fazer docente em tempos de ensino remoto. *Ensino em Perspectivas*, 2(3), 1–11.
- Godino, J. D & Batanero, C. (2016). Implicaciones de las relaciones entre epistemología e instrucción matemática para el desarrollo curricular: el caso de la Combinatoria. *La matematica e la sua didattica*, Università di Bologna, 24(1-2), 17-39.
- Guerra, A. de L. e R., Ribeiro, G. A., Sousa, M. A. de M. A., & Dias, E. C. V. (2023). Inovação e Matemática: como as tecnologias estão revolucionando o ensino. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 9(8), 2298–2306.
- Holanda, D.S. (2017). *Investigando uma proposta de formação inicial de professores de matemática no interior de Pernambuco: conhecimentos docentes de combinatória*. 2017. 120f. Dissertação. (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- Inamorato dos Santos, A., Gausas, S., Mackeviciute, R., Jotautyte, A. & Martinaitis, Z. (2019). Innovating Professional Development in Higher Education: an analysis of practices, EUR 29676 EN, *Publications Office of the European Union*, Luxembourg, 1-75.
- Lima, A.C.B., Santos, D.C.M. & Pereira, A.P.S. (2020). Mapas Mentais e Conceituais como Ferramentas para a aprendizagem significativa no Ensino Remoto. In: *Anais do 3º IntegraEAD*. Educação e tecnologias digitais em cenários de transição: múltiplos olhares para aprendizagem. (pp.1-10). UFMS, MS.
- Macaya, J.F.M. & Jereissati, T. (2021). Continuity of learning during the COVID-19 pandemic: The use of ICT in Brazilian public schools In: *Education and digital technologies: Challenges and strategies for the continuity of learning in times of COVID-19*. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. São Paulo, SP: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2021.
- Martins, G.G. & Silva, J.D. da. (2014). Reflexão sobre o ensino de análise combinatória no Ensino Médio: percepções de professores formados no CEUNES–UFES. *Amazônia. Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 11(21), 44-52.
- Mekhmandarov, I. (2000). Analysis and synthesis of the Cartesian Product By Kindergarten Children. In. *24th Proceedings of the Conference of the International Group the Psychology of Mathematics Education(PME)*, Hiroshima, Japan, July 23-27, 3, 295-301.
- Morandini, D. C. W., Anastacio, L. R. & Leite, M. G. de L. M. (2021). Mapas Mentais: Experiências no Ensino Remoto Emergencial Universitário de Licenciatura Plena em Matemática. In *Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online*, [S. 1.], 9(1).
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2010). A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, 5(1), 9-29.
- Pasqualli, R. & Carvalho, M.J.S. (2021). As inovações pedagógicas nos cursos de licenciatura em ciências naturais e matemática a distância dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil. *Revista Humanidades e Inovação*. 8(50), 132-146.
- Roa, R & Navarro – Pelayo, V. (2001). Razonamiento combinatorio e implicaciones para la enseñanza de la probabilidad. In: *Actas de Jornadas Europeas de Estadística: La enseñanza y la difusión de la estadística*. Instituto Balear de Estadística. Consejería de Economía, Comercio e Industria. Gobierno de las Islas Baleares. Palma (Islas Baleares), 253-264.

- Rocha, C. A. (2011). *Formação docente e o ensino de problemas combinatórios: diversos olhares, diferentes conhecimentos*. 2011. 191f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- Rocha, C. A. (2019). *Estudo de combinatória no ensino médio à luz do enfoque ontossemiótico: o que e por que priorizar no livro didático e nas aulas?*. 2019. 380f. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- Rocha, C.A. & Souza, A.C. (2021). Conhecimento de crianças pequenas da Educação Infantil e alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre Combinatória: O que apontam as pesquisas brasileiras no período de 2010 a 2019? *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, 23(4), 452-484.
- Rocha, C. A.; Montenegro, J.A. & Borba, R.E.S.R. (2023). Desafios de Ensinar Combinatória: contribuições do Geração- UFPE sobre Conhecimentos Docentes. In: S.S. Santos, G. C. Barbosa & P. B. Martins (Orgs.) *Ações mobilizadas por professores que ensinam combinatória, estatística e probabilidade* [recurso eletrônico]: reflexões, proposições e desafios. (81-103). Santo Ângelo, SP: Metrics.
- Santos, J.T.T.T. dos, Assunção-Luiz, A. V., Eburneo Pereira, A. L., Barbosa Luciano, A. R. M., Carvalho Filho, I. F. P. de, Lima Santos, M. J. S. F., & Garbin, M. C. (2022). Dificuldades enfrentadas por docentes do ensino superior frente ao contexto da pandemia de COVID-19. *Revista Ibero-Americana de Educação*, 88(1), 111-126.
- Santos, P.R. dos, Santos, E. F. dos. (2023). *Mapas Mentais como Instrumento avaliativo: uma proposta de aplicação para a avaliação da aprendizagem*. Lorena, São Paulo: Ed. dos autores.
- Tardif, M. (2002). *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes.
- Tavares, F. G. de O. (2020). *Práticas educacionais inovadoras e costumeiras: fatores de diferenciação*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.
- Walder, A. M. (2014). The concept of pedagogical innovation in higher education. *Education Journal*, 3(3), 195-202.
- Wiebusch, A., & Lima, V. M. do R. (2019). Inovação nas práticas pedagógicas no Ensino Superior: possibilidades para promover o engajamento acadêmico. *Educação Por Escrito*, 9(2), 154–169.