

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Renata Lopes Alves

Uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Fractal

Juiz de Fora

2023

Renata Lopes Alves

Uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Fractal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Matemática. Área de concentração: Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Barrére

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Victor Santos Souza

Juiz de Fora

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Alves, Renata Lopes.

Uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Fractal / Renata Lopes Alves. -- 2023.
114 f.

Orientador: Eduardo Barrére

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, 2023.

1. Educação Matemática. 2. Geometria Fractal. 3. Videoaula. 4. Taxonomia de Bloom. 5. Formação continuada de professores. I. Barrére, Eduardo, orient. II. Título.

Renata Lopes Alves

Uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Fractal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Educação Matemática. Área de concentração: Educação Matemática

Aprovada em 13 de julho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Barrére - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Liamara Scortegagna
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Rozane da Silveira Alves
Universidade Federal de Pelotas

Juiz de Fora, 14/07/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Barrere, Diretor(a)**, em 14/07/2023, às 15:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Liamara Scortegagna, Coordenador(a)**, em 14/07/2023, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rozane da Silveira Alves, Usuário Externo**, em 17/07/2023, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1367360** e o código CRC **006DA8C4**.

RESUMO

As dinâmicas e exposições que envolvam objetos não euclidianos, onde se inserem os fractais, permitem conduzir os alunos a percepções até então escondidas por conceitos essencialmente euclidianos. Verifica-se que tópicos de geometria fractal vêm sendo inseridos nos documentos oficiais de orientações didáticas para o ensino básico. Contudo, as propostas envolvendo abordagens desse conteúdo ainda em cursos de formação de professores não acompanha a ascensão observada no cenário das propostas voltadas ao ensino fundamental e ensino médio. Nesse sentido, insere-se essa pesquisa de caráter qualitativo cujo objetivo central é explorar possibilidades para que a Geometria Fractal possa ser ensinada em um curso de formação continuada on-line e aberto e, conseqüentemente, seja inserida em salas de aula da educação básica. São apresentados brevemente os elementos que permeiam a fundamentação teórica da pesquisa no campo da Educação Matemática. Expõe-se um panorama geral de uma revisão sistemática que buscou investigar tendências e concepções no ensino de geometria fractal em sala de aula. Para tal, a Taxonomia dos Objetivos Educacionais foi aplicada como uma ferramenta de análise qualitativa dos Objetos de Aprendizagem. A partir disso, são apresentados os produtos desenvolvidos nessa pesquisa, a saber: o curso on-line dedicado à formação continuada de professores bem como um conjunto de doze Objetos de Aprendizagem produzidos nesse contexto. Os resultados de uma aplicação piloto do curso são apresentados e discutidos. Fundamentamos a análise em uma abordagem quali-quantitativa para interpretar os dados obtidos por meio de questionários aplicados aos participantes envolvidos no curso de formação. De forma geral o curso foi bem aceito pelos participantes e o material didático disponibilizado foi considerado adequado aos possíveis níveis de detalhamento da temática. Por fim são expostas as perspectivas futuras para pesquisa bem como alguns comentários finais.

Palavras-chave: Educação Matemática. Geometria Fractal. Videoaula. Taxonomia de Bloom. Formação continuada de professores.

ABSTRACT

The dynamics and exhibitions involving non-Euclidean objects, where fractals are inserted, allow students to lead to perceptions hitherto hidden by essentially Euclidean concepts. It appears that fractal geometry topics have been inserted in official documents of didactic guidelines for basic education. However, proposals involving approaches to this content still in teacher training courses do not follow the rise observed in the scenario of proposals aimed at elementary and high school. In this sense, this qualitative research is inserted, whose central objective is to explore possibilities for Fractal Geometry to be taught in an on-line and open continuing education course and, consequently, to be inserted in basic education classrooms. The elements that permeate the theoretical foundation of research in the field of Mathematics Education are briefly presented. An overview of a systematic review is presented that sought to investigate trends and concepts in the teaching of fractal geometry in the classroom. To this end, the Taxonomy of Educational Objectives was applied as a tool for the qualitative analysis of Learning Objects. From this, the products developed in this research are presented, namely: the on-line course dedicated to the continuing education of teachers as well as a set of twelve Learning Objects produced in this context. The results of a pilot application of the course are presented and discussed. We based the analysis on a quali-quantitative approach to interpret the data obtained through questionnaires applied to the participants involved in the training course. In general, the course was well accepted by the participants and the teaching material made available was considered adequate for the possible levels of detail on the subject. Finally, future perspectives for research are presented, as well as some final comments.

Keywords: Mathematics Education. Fractal Geometry. Video Lecutre. Bloom's taxonomy. Continuing teacher education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Grau de identificação da pesquisa com o modelo de racionalidade técnica	19
Figura 2 – Grau de identificação da pesquisa com o modelo de racionalidade prática	19
Figura 3 – Níveis do domínio cognitivo proposto na taxonomia de Bloom	22
Figura 4 – Alterações propostas pela taxonomia de Bloom revisada	23
Figura 5 – Tabela bidimensional da taxonomia de Bloom revisada	24
Quadro 1 – Descrição dos processos cognitivos propostos na taxonomia de Bloom revisada	25
Quadro 2 – Descrição dos níveis da dimensão do conhecimento propostos na taxonomia de Bloom....	26
Quadro 3 – Como aprendemos segundo Ferreira e Silva Junior (1986)	27
Quadro 4 – Propostas de utilização educacional dos vídeos segundo Moran (1995)	31
Figura 6 – Referenciais teóricos e suas contribuições no processo de utilização do vídeo didático...32
Quadro 5 – Critérios de inclusão e exclusão	39
Figura 7 – Resultados encontrados nas etapas de busca	40
Gráfico 1 – Número de publicações por ano	41
Figura 8 – Tapetes de Sierpinski construídos pelos alunos em Alves (2019)	42
Figura 9 – Cartão fractal com arte francesa construído na oficina elaborada em Amaral (2012).....	43
Figura 10 – Triângulo de Sierpinski metálico construídos pelos alunos em Oliveira (2016)	43
Gráfico 2 – Uso de tecnologias da informação e comunicação	44
Gráfico 3 – Taxonomia de Bloom aplicada às propostas	46
Figura 11 – Exemplo de tabela a ser preenchida pelos alunos na análise de construções fractais.....	47
Figura 12 – Ficha para preenchimento apresentada aos alunos	48
Gráfico 4 – Taxonomia de Bloom aplicada aos recursos manipulativos digitais	51
Quadro 6 – Proposta de Produtos Educacionais a serem desenvolvidos	56
Figura 13 – Unidades temáticas dos produtos educacionais	58
Quadro 7 – Matriz de design instrucional	60
Figura 14 – Mapa conceitual do primeiro vídeo	61
Figura 15 – Linha do tempo do primeiro vídeo	62
Figura 16 – Figuras apresentadas aos alunos na aplicação da etapa 1	64
Quadro 8 – Taxonomia Revisada de Bloom aplicada aos objetivos específicos.....	63

Quadro 9 – Registro das respostas dos alunos na etapa 1	65
Quadro 10 – Registro das respostas dos alunos na etapa 2	66
Gráfico 5 – Resultados do questionário referente à contribuição da aprendizagem da temática.....	68
Gráfico 6 – Resultados do questionário referentes ao vídeo apresentado	68
Figura 17 – Organização do curso em módulos e seus componentes.	71
Gráfico 7 – Síntese do perfil dos cursistas	72
Quadro 11 – Questões a serem respondidas por grupo.	73
Quadro 12 – Informações sobre o formulário de cadastro	74
Quadro 13 – Informações sobre o formulário do módulo 1.	74
Quadro 14 – Informações sobre os formulários dos módulos 2 e 4.	75
Quadro 15 – Informações sobre os formulários do módulo 3.	75
Quadro 16 – Informações sobre os formulários final	76
Figura 18 – Questões do grupo A, relacionadas ao conteúdo.	77
Figura 19 – Questões do grupo B, relacionadas aos recursos.	80
Gráfico 8 – Nos módulos 2 e 3, 25 consideram excelente; 12 consideram boa; e 1 considera regular a atratividade das videoaulas. No módulo 4, 26 consideram excelente e 12 consideram boa a atratividade das videoaulas.	82
Gráfico 9 – No módulo 2, 33 concordam totalmente; 4 concordam parcialmente; e 1 discorda que as videoaulas são inovadoras. No módulo 3, 38 concordam totalmente. No módulo 4, 34 concordam totalmente; 3 concordam parcialmente; e 1 discorda que as videoaulas são inovadoras.	83
Figura 20 – Questões do grupo C, relacionadas aos recursos.	84
Gráfico 10 – Resultado da pergunta FF.2	85
Gráfico 11 – Evolução percentual das respostas positivas e negativas em relação à aplicabilidade dos conhecimentos/práticas por módulo.	87
Gráfico 12 – Avaliações dos módulos.	89
Gráfico 13 – Linha do tempo das avaliações dos cursistas quanto ao preparo para aplicar os conhecimentos adquiridos.	90
Figura 21: Nuvem de palavras destaca os termos mais citados pelos cursistas na pergunta FF.9.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado das perguntas relacionados à questão A-I. Na tabela, “CT” significa “Concordo totalmente” e “CP” significa “Concordo parcialmente”	78
Tabela 2 – Porcentagem de respostas consideradas não-favoráveis quanto à aplicabilidade dos módulos.....	79
Tabela 3 – Resumo das respostas relacionadas à aplicabilidade dos conhecimentos/práticas por módulo.....	86
Tabela 4 – Respostas negativas e parciais relacionadas à aplicabilidade/preparação dos cursistas por módulo.....	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	QUESTÕES DE PESQUISA	12
1.2	OBJETIVOS	12
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	FORMAÇÃO DOCENTE E PROFISSIONAL CONTINUADA	14
2.2	TAXONOMIA DE BLOOM	21
2.3	USO DE VÍDEOS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	26
2.4	ENSINO DE GEOMETRIA FRACTAL	33
3	REVISÃO DE LITERATURA	37
3.1	ANÁLISE DA REVISÃO	41
3.1.1	TAXONOMIA DE BLOOM	45
4	METODOLOGIA	52
5	PRODUTOS EDUCACIONAIS	55
5.1	JUSTIFICATIVA	55
5.2	CARACTERIZAÇÕES DOS PRODUTOS	59
	EXPERIMENTO	59
6.1	PRIMEIRO OA: INTRODUZINDO A GEOMETRIA DOS FRACTAIS	59
6.1.1	Matriz de Design Instrucional	59
6.1.3	Storyboard	60
6.2	PROPOSTA DE ATIVIDADE – PLANO DE AULA	63
6.3	RELATO DE EXPERIÊNCIA - COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII	64
6.3.1	Etapa 1	65
6.3.2	Etapa 2	66
6.3.3	Etapas 3 e 4	67
7	O CURSO “CONHECENDO A GEOMETRIA FRACTAL”	70
7.1	CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	71
8	ANÁLISE DE RESULTADOS	73
8.1	QUESTÕES RESPONDIDAS	73
8.2	INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	74
8.3	RESPONDENDO ÀS QUESTÕES	77

8.4	COMENTÁRIOS GERAIS: ANALISANDO CORRELAÇÕES	88
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICES	104
	APÊNDICE A – Matriz de design instrucional	104
	APÊNDICE B – Roteiro do primeiro objeto de aprendizagem	108

1 INTRODUÇÃO

As exposições aqui apresentadas visam justificar esta pesquisa sob três aspectos teóricos e práticos que se correlacionam: a motivação da pesquisadora em relação à temática e sua relevância; a pertinência no cenário educacional; e o alcance do projeto diante do problema exposto.

Um dos desafios do professor de matemática, antes mesmo de "ensinar" a matemática, é fazer com que os alunos aprendam a gostar dela com suas múltiplas características, entre elas: a lógica, a beleza e a diversidade de campos de aplicação. Isso envolve conduzir o aluno a uma descoberta, abrindo novos horizontes e mostrando que a matemática não é uma ciência pronta, acabada.

O emprego de novas tecnologias é uma tendência temática na área de Educação Matemática e têm subsidiado as propostas de ensino para além dos conteúdos tradicionais curriculares. Dessa forma, são emergentes os estudos dedicados a investigar as potencialidades de ferramentas digitais/tecnológicas em abordagens de ensino como tal.

Dentre os conteúdos com potencial a serem trabalhados sob essa perspectiva inserem-se os fractais. Os fractais são estruturas em que cada parte é semelhante ao objeto como um todo. Isso significa que os padrões da figura inteira são repetidos em cada parte, porém em escala de tamanho menor. Os flocos de neve são exemplos de fractais: cada ramo do floco parece com o floco inteiro. Existe uma área da matemática que se dedica ao estudo dos fractais, chamada geometria fractal (MANDELBROT, 1982; FALCONER, 2004).

Identifica-se no estudo da geometria fractal uma potencialidade para o ensino de matemática, por se tratar de um tema interdisciplinar e que pode ser estudado a partir de uma perspectiva teórica, computacional ou experimental, como por exemplo, utilizando a metodologia STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (COSTA; DOMINGOS, 2019). Além disso, é importante no que se refere à aproximação que os fractais apresentam da natureza, ampliando a noção geométrica na representação da realidade. Assim, são justificáveis as iniciativas de levar o estudo da geometria fractal para a sala de aula (BARBOSA, 2005).

Em um levantamento quantitativo realizado por Borges e Pereira (2017), é verificável a tendência crescente de publicações envolvendo propostas de inserção deste tópico no contexto de sala de aula. Uma evidência disso é a referência feita nas orientações dos documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017); as

Diretrizes Curriculares da Rede Pública de Educação Básica do Paraná (PARANÁ, 2008) e no Referencial Curricular do Estado do Paraná (PARANÁ, 2018).

Em relação à BNCC, a temática fractal está presente em uma das habilidades propostas. A habilidade em questão está destacada a seguir e é referente à primeira competência específica para área de “Matemática e suas Tecnologias”:

Utilizar as noções de transformações isométricas (translação, reflexão, rotação e composições destas) e transformações homotéticas para construir figuras e analisar elementos da natureza e diferentes produções humanas (**fractais**, construções civis, obras de arte, entre outras) (BRASIL, 2017, p.533, grifo nosso).

As dinâmicas e exposições que envolvam objetos não euclidianos, como é o caso dos fractais, permitem conduzir os alunos às percepções até então escondidas por conceitos essencialmente euclidianos. Contudo é evidente o déficit no que se diz respeito ao ensino de matemática na educação básica envolvendo fractais naturais e reais, o que não parece razoável considerando a riqueza do tema. O déficit se manifesta também nos cursos de formação de professores, o que contribui para uma possível justificativa da falta de intimidade que os mesmos possuem com a temática (BORGES; PEREIRA, 2017; LOVIS; FRANCO, 2015).

Santos (2009) realizou uma pesquisa diagnóstica com um grupo de 50 professores da rede pública de ensino onde foi possível constatar as dificuldades e inseguranças dos mesmos com a inserção de conteúdos referentes a geometrias não euclidianas. Consequentemente, manifestam um desconforto em inserir o ensino de geometria fractal em suas propostas, além do fato de ser um tema por vezes complexo. Uma possível justificativa para esse desconforto que professores da educação básica sentem é a falta de contato que os mesmos possuem com a temática, sejam em suas formações iniciais ou continuadas.

Entende-se que estamos diante de uma clara demanda de formação de educadores que permita o preparo deles para a inserção dessa temática no cenário educacional. Essa realidade despertou nossa atenção e fez com que considerássemos a formação de professores - em específico a formação continuada - como uma necessidade propulsora desse ensino em salas de aula da educação básica. Dessa forma, é nesse sentido de atender essa demanda e superar essas dificuldades que se insere essa pesquisa e esperamos contribuir para esse cenário oportunizando o conhecimento e oferecendo material de apoio para inserção de tópicos de geometria fractal na educação básica.

Na busca de referenciais teóricos que subsidiem o trabalho, faz-se necessário identificar, no âmbito das tendências em Educação Matemática, aquela(s) que melhor(es) se adequa(m) ao objetivo da pesquisa. Desse modo, de acordo com as categorias temáticas apontadas por Kilpatrick (1994), relaciona-se essa pesquisa ao “Emprego de novas tecnologias no ensino de Matemática”, uma vez que objetivamos produzir Objetos de Aprendizagem digitais.

Rezende (2000) em uma abordagem construtivista do uso de tecnologias para área educacional ressalta que a preocupação deve estar voltada não mais para responder se devemos ou não as introduzir, mas sim, em como introduzi-las.

No contexto em que essa pesquisa foi desenvolvida, durante a pandemia de COVID-19 que assola o mundo, as novas tecnologias têm não só apoiado como possibilitado o ensino remoto emergencial. As mudanças realizadas no âmbito educacional, ao passo que inserem tensões e desafios, revelam novas possibilidades. Ao que tudo indica, essas adaptações, ainda que realizadas em caráter emergencial, revelam novos rumos educacionais, em direção à integração de um espaço híbrido de aprendizagem. Segundo Bacich e Moran (2018, p.4), “a aprendizagem híbrida destaca a flexibilidade, a mistura e compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias”.

Por sua vez, a viabilização desse conceito ocorre por intermédio das novas tecnologias. Nesse sentido, são fortemente justificáveis pesquisas e iniciativas que contribuam para utilização de objetos digitais e tecnológicos como ferramentas de apoio ao processo de ensino e aprendizagem.

1.1 QUESTÕES DE PESQUISA

Diante dos problemas expostos e que motivaram a realização desta pesquisa, apresenta-se a seguir a questão a ser investigada:

- 1) De que maneira um curso de formação continuada on-line e aberto para professores, constituído por Objetos de Aprendizagem digitais, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem da geometria fractal em salas de aula da educação básica?

1.2 OBJETIVOS

Visando responder às questões de pesquisa apontadas, o objetivo geral desta investigação é explorar possibilidades para que a Geometria Fractal possa ser ensinada, por

meio de um curso de formação continuada on-line e aberto, e, conseqüentemente, possa ser posteriormente inserida em salas de aula de educação básica.

Os objetivos específicos são:

- 1) Investigar tendências e concepções educacionais no ensino de geometria fractal em sala de aula aplicando a Taxonomia dos Objetivos Educacionais como uma ferramenta de análise qualitativa.
- 2) Desenvolver e implementar um curso on-line e aberto voltado a professores e interessados na área de geometria fractal.
- 3) Analisar as potencialidades pedagógicas dos vídeos como recursos facilitadores do processo de ensino aprendizagem de geometria fractal na educação básica.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Esse texto está organizado da seguinte forma: no capítulo 2 são expostos os elementos que permeiam a fundamentação teórica da pesquisa, a saber: a formação docente e profissional continuada; a taxonomia de Bloom; uso de vídeos em Educação Matemática; e ensino de geometria fractal. Em seguida, no capítulo 3, é descrita a revisão de literatura dos estudos recentes dedicados ao tema realizada por meio de uma revisão sistemática de bibliografia.

Na seção seguinte, destinada à metodologia, são apresentados os procedimentos realizados neste estudo bem como uma caracterização da pesquisa. No capítulo 5 é feita uma apresentação detalhada dos produtos educacionais desenvolvidos nesse processo. Um relato de experiência da aplicação de um dos objetos produzidos por essa pesquisa está apresentado no capítulo 6. A apresentação do curso bem como exposição e análise dos dados estão apresentadas nos capítulos 7 e 8, respectivamente. Por fim, na última seção, tecemos alguns comentários relevantes referentes ao andamento da pesquisa bem como considerações parciais do seu desenvolvimento até o presente momento seguido das respectivas perspectivas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção estão apresentados os pressupostos teóricos que oferecem fundamentação para a pesquisa no âmbito da educação matemática, a saber: a formação docente e profissional continuada; a taxonomia de Bloom; uso de vídeos em educação matemática; e o ensino de geometria fractal.

2.1 FORMAÇÃO DOCENTE E PROFISSIONAL CONTINUADA

O início do século XXI vem acompanhado de intensas mudanças, que envolve, dentre outros aspectos, a modernização econômica, o avanço tecnológico e a disseminação das tecnologias da informação e comunicação. Ao mesmo passo que desponta mudanças, traz consigo intensos desafios.

Esses desafios esbarram e atingem os sistemas de educação. As expectativas educacionais não só se modificam, mas aumentam. Para esse novo cenário que se desvela, é preciso pensar no tipo de cidadão que se pretende formar, que esteja preparado para as exigências de uma sociedade plural e democrática (MACEDO, 2011; IMBERNÓN, 2011).

Igualmente complexas, são as exigências do profissional da educação apto a atuar nesse cenário. Essas questões são ainda mais relevantes no atual contexto pandêmico de COVID-19, onde observamos uma forte migração para o virtual, exigindo do professor uma atualização e preparo para atuar em ambientes virtuais de aprendizagem e utilizar os mais variados recursos digitais como ferramentas de apoio ao ensino. Tudo isso, acompanhado do discurso de cobrança intrínseca da manutenção da qualidade nessa transposição. Essa dinâmica migratória, apesar de já esperada e prevista pela comunidade, vem acompanhada por uma celeridade jamais vista antes e sob um caráter emergencial – uma combinação de características que têm revelado o despreparo de muitos nesse processo.

Quando pensamos na profissão de ensinar, o que consiste no ofício da docência, pensamos de que maneira é possível oferecer uma educação de qualidade. É comum esbarrar nesse termo em debates profissionais e é esse momento oportuno, uma vez que exigir a qualidade é uma prática ética e de responsabilidade social.

Não vamos entrar no aspecto da utilização desse termo, que por vezes é associado a índices quantitativos como mensuradores da qualidade da educação. Estes, por sua vez, utilizam-se de escalas estáticas, padronizadas e globais, que não consideram a especificidade educacional e seu caráter contextual. Por conseguinte, queremos aqui nos afastar do aspecto

burocrático do termo e em contrapartida, nos aproximarmos do enfoque cultural e formativo dos espaços escolares, entendendo a qualidade como um enfoque desejado, uma trajetória a ser seguida.

Portanto, vamos ater o processo de avaliação e direcionar nossos atentos olhares para uma parte intrínseca do processo educativo, que antecede a mensuração do resultado: o referencial de cidadão que se pretende formar, e conseqüentemente ao perfil profissional docente para esse exercício. Em Menezes et al. (2015) os autores organizam e destacam algumas dessas habilidades docentes da contemporaneidade segundo Nóvoa (2009), que envolvem o conhecimento, a cultura profissional, o tato pedagógico, o trabalho em equipe e o compromisso social.

O debate e a discussão desses aspectos devem levar em consideração o novo quadro social, que envolve a globalização. O setor educacional precisa absorver essas mudanças não só no campo das ideias, mas de uma inovação na organização da prática. Nóvoa (2009, p.27) corrobora com essa ideia ao dizer que “há um excesso de discursos, redundantes e repetitivos, que se traduzem numa pobreza de práticas”.

Diante de tantos desafios postos, cada vez mais há indícios de que a profissionalização docente se faz necessária no processo de desenvolvimento pedagógico como um elemento impulsionador de reformas e inovações educativas.

Na perspectiva deste trabalho, adotamos o termo formação continuada para nos referirmos ao processo formativo dedicado a professores que já cursaram a formação inicial. Outras expressões são comumente utilizadas como sinônimos, mas concordamos com Marin (1995) ao reforçar a importância da utilização correta das terminologias para se referir a esse processo de formação não apenas por uma questão semântica, mas por revelar a postura e concepção adotada nas ações formativas.

Consideramos a formação continuada como uma etapa essencial da profissionalização docente. Para compreender a utilização da "profissionalização" nesse âmbito, apoiamos nossa fundamentação nas ideias de Imbernón (2011) que defende que a profissionalização deve ser entendida em seu aspecto amplo, para além da formação permanente e que está diretamente ligada ao exercício da sua prática profissional. Dessa forma, em sua obra, o autor descreve o desenvolvimento profissional como “qualquer intenção sistemática de melhorar a prática profissional, crenças e conhecimentos profissionais, com o objetivo de aumentar a qualidade docente, de pesquisa e de gestão” (IMBERNÓN, 2011, p. 47).

O desenvolvimento profissional docente é construído e reconstruído no desenvolvimento de sua prática pedagógica. Portanto, envolve a formação inicial aliada a todo

conhecimento adquirido ao longo de sua vida profissional; seja por processos formais, em que consiste a formação continuada; ou informais, que constitui a convivência conjunta, o compartilhamento de experiências e a reflexão da sua prática. Todos esses aspectos somam para fortalecer a prática docente, e significam que esse processo é infindável, contínuo e somativo, como ressaltado na seguinte citação:

[...] mais do que aos termos aperfeiçoamento, reciclagem, formação em serviço, formação permanente, convém prestar uma atenção especial ao conceito de desenvolvimento profissional dos professores, por ser aquele que melhor se adapta à concepção actual do professor como profissional de ensino. A noção de desenvolvimento tem uma conotação de evolução e de continuidade que nos parece superior à tradicional justaposição entre formação inicial e aperfeiçoamento dos professores (GARCIA, 2007, p. 55).

O reforço disciplinar e domínio do conteúdo constitui-se uma via para a profissionalização docente, mas ele por si só não basta. O domínio do conteúdo é essencial para que o professor transponha o conhecimento e domine as técnicas de ensino e aprendizagem, oferecendo ao professor segurança, preparo e habilidade em promover ações educativas eficazes. De acordo com Guedes et al. (2015, p.4), “O domínio de seu saber sobre o conteúdo da sua profissão é a maior condição para seu ensino, pois é a partir da transformação desse conteúdo de profissão no seu conteúdo de ensino que se forma na e para a docência”.

Mas é preciso extrapolar a simples atualização científica: a formação precisa ainda considerar a profissão docente em sua função social, uma vez que se trata de agentes educadores e formadores de sujeitos ativos na sociedade. Dessa forma, entendemos que o objetivo da educação está fortemente imbricado ao sistema produtivo e social, com base na concepção política regente. Isso implica considerar o aspecto político e social da profissão docente.

Essa atribuição do papel educativo é natural, marcando presença em diferentes tempos e contextos histórico-culturais. A compreensão da natureza do trabalho docente se faz necessária uma vez que consideramos que ele consiste em um conjunto de ações intencionais, com um fim educacional específico e a serviço dele. Dessa forma, identificar essa ação permite o posicionamento consciente frente a ele.

Concebe-se o professor como um profissional que ao experienciar, absorve os conhecimentos, reflete criticamente sobre sua prática e atua de modo a modificá-la e modificar a realidade. Dessa forma, cabe ao formador docente não só oferecer a oportunidade de domínio do conhecimento, mas também a vivência; condições didáticas e materiais

necessários para a ação didática a partir e da vivência da experiência de ensino. Essa concepção está consonância com a função da escola apresentada por Altenfelder (2005):

A função da escola é transmitir democraticamente a cultura construída ao longo do tempo, instrumentalizando o aluno para perceber criticamente a realidade social e comprometer-se com perceber criticamente a realidade social e comprometer-se com a sua transformação (ALTENFELDER, 2005, p.10).

Cabe ao profissional docente, nesse sentido, transmitir o conhecimento cultural e historicamente acumulado (transposição didática) e possibilitando, a partir de uma ação consciente, a formação do cidadão e sua atuação transformadora em uma sociedade democrática, plural, participativa, reflexiva e solidária.

Em relação aos objetivos de professores que procuraram por uma formação contínua os autores Pardal e Martins (2005), em uma pesquisa realizada com professores de Portugal, destacam algumas dessas expectativas: com maior prioridade a progressão na carreira e o aprofundamento de conteúdo científico, e em menor expressão, necessidades de desenvolvimento profissional e realização pessoal.

Entretanto, é sabido que existe um distanciamento entre a atualização do conhecimento teórico e de fato sua efetiva transformação em prática docente (SILVA NETO, 2012). Mas essa transformação, contudo, deve ser o objetivo, e dela depende a garantia da efetividade. A legitimidade da formação ocorre quando contribui para melhoria do perfil e das aprendizagens profissionais. Desse modo, a visão que adotamos aqui considera uma concepção de formação que supere a ideia de adestramento dos professores e de currículo fragmentado e envolve o processo de apropriação do conteúdo vinculado à prática de ensino, a partir de um currículo real interdisciplinar.

Trata-se de formar um professor como um profissional prático-reflexivo que se defronta com situações de incerteza, contextualizadas e únicas, que recorre à investigação como uma forma de decidir e de intervir praticamente em tais situações, que faz emergir novos discursos teóricos e concepções alternativas de formação (IMBERNÓN, 2011, p.41)

O ponto de defesa aqui não é a convicção de que a formação continuada é a salvação para todos os problemas educacionais e da carreira docente, ou ainda que mantenha uma relação de causa e efeito com a qualidade da educação. Justamente não é, por entender que a qualidade docente depende de múltiplos fatores, como aponta Imbernón (2011): ambiente de trabalho, incentivo profissional, formação padronizada, vulnerabilidade política do magistério, baixo prestígio profissional, falta de controle inter e intra profissional, a estrutura hierárquica, etc.. Corroborando com essa visão, Altenfelder (2005) chama a atenção para o

cuidado com essa atribuição de responsabilidade, associando esse fenômeno à expressão “panaceia para o problema educacional brasileiro”.

A partir disso, contudo, compartilhamos a noção de notório reconhecimento do potencial que a formação continuada tem em colaborar para tais mudanças e inovações. Sobretudo, esse impacto é potencializado quando os objetivos do projeto formador são elaborados e expostos conscientemente. Isso demanda, a priori, uma exigência de posição por uma convicção de formação a ser adotada.

É nesse sentido que se baseia o estudo de diversos autores como Schön (1992), Zeichner (1992, 1993) e Terrazzan e Santos (2007), que se dedicaram na apresentação de uma categorização de modelos de formação contínua. Esses modelos, em geral, destacam a concepção pedagógica norteadora do projeto formativo.

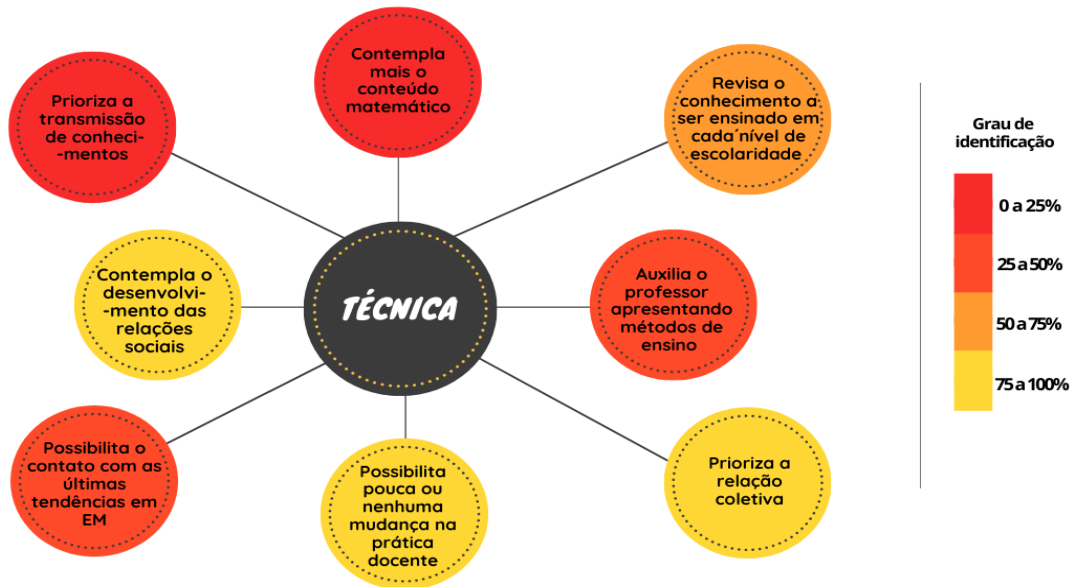
Assumir a ação formativa é trazer consigo um conjunto de posicionamentos que se relaciona e influencia diretamente a prática, ainda que de modo implícito. Dessa forma, faz-se necessário esclarecer a concepção de formação continuada adotada neste trabalho, bem como dos modelos formativos subjacentes a essa. Destes, destacamos a usual proposta de 2 modelos, são eles: o modelo da racionalidade técnica e o da racionalidade prática (SCHÖN 1992, 2000; ZEICHNER, 1992, 1993).

Dada essa primordialidade, o processo de busca de identificação com as diferentes concepções nos levou a elaborar os seguintes mapas conceituais. Para elaboração destes, nos baseamos nos principais elementos atribuídos aos modelos de racionalidade técnica (Figura 1) e prática (Figura 2) apresentados por Silva Neto (2012).

Consideramos essa disposição visual dos conceitos e atribuições como um meio didático de expor nossas orientações frente aos modelos em questão. Organizamos esse mapa de modo que as cores simbolizem o grau de aproximação da nossa proposta em relação ao exposto.

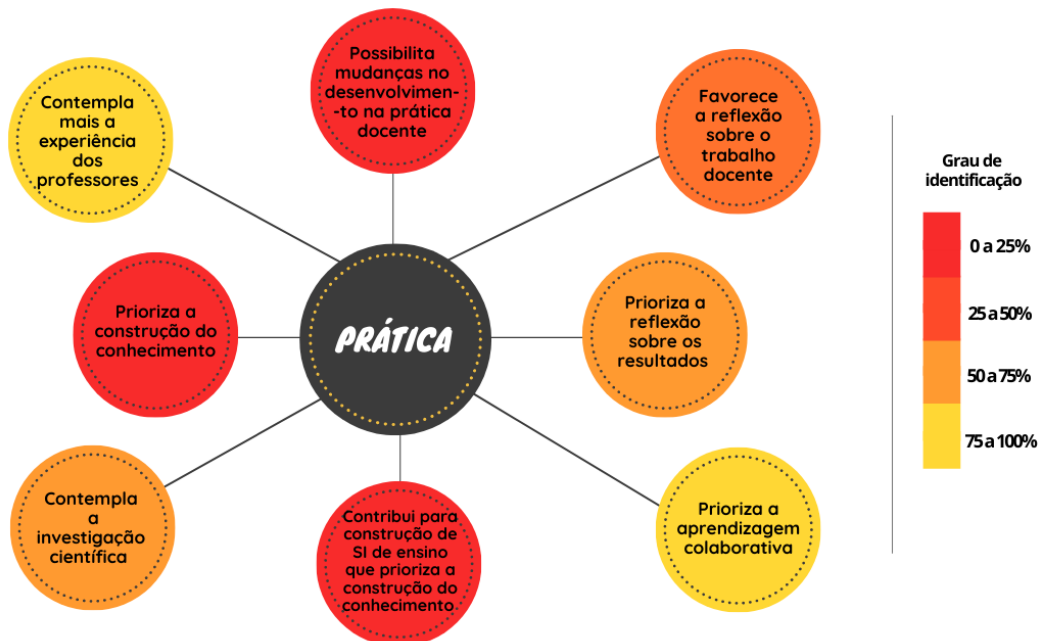
Ao realizar o movimento de reconhecimento, não consideramos os itens como dualistas, díspares. Isto é: a aproximação com um tópico não ocorre em detrimento de outra, sendo esse posicionamento cabível de esclarecimentos. Como exemplo, é possível perceber pela leitura das imagens, que nossa concepção se aproxima da “transmissão do conhecimento” na mesma medida em que se aproxima da perspectiva de “construção do conhecimento”. E isso não caracteriza uma contradição. A razão para tal reside no modo de uso dos recursos envolvidos: se utilizados de forma isolada, dissociados de seu conjunto, entendemos que há a prevalência da perspectiva de transmissão de conhecimento. Por outro lado, ao considerar o seu uso a partir do coletivo, é possível atribuir prioridade à construção do conhecimento.

Figura 1 – Grau de identificação da pesquisa com o modelo de racionalidade técnica



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 2 – Grau de identificação da pesquisa com o modelo de racionalidade prática



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Dada essa primordialidade, entendemos que nossa proposta se aproxima do modelo de racionalidade teórica uma vez que visa a maximizar e potencializar as ações práticas a partir da promoção do conhecimento teórico necessário; bem como da oferta de instrumentos

didáticos que viabilizem o vínculo entre a teoria e a posterior prática em sala de aula. De acordo com Silva Neto (2012, p.36):

Nesse modelo de formação de professores, a prática docente e pedagógica do professor é vista como comprovação da teoria, mediante a aplicação imediata desta naquela. Assim, assume-se uma lógica curricular denominada como “aplicacionista”, justamente pelo fato de oportunizar ao formando a “aplicabilidade” da teoria numa prática posterior.

Outro descritivo que permite a identificação com esse modelo reside na produção de instrumentos didáticos que possuem um caráter universal e genérico. Apesar disso, não encaramos esses atributos como uma limitação prática, mas sim, com a visão de que a adaptabilidade é uma das principais características desses instrumentos. Isso significa dizer que ao propor recursos genéricos não desconsideramos a complexidade conflitante dos espaços educacionais.

É nesse sentido, que, portanto, também nos aproximamos da ideologia do modelo de racionalidade prática. Os elementos que permitem essa aproximação compreendem: a desconsideração da ação docente como algo enrijecido e mera reprodutora do conhecimento técnico; o entendimento que a efetividade da prática depende que o professor incorpore e transcenda o conhecimento teórico; a consideração da autonomia do professor em criar as melhores estratégias e métodos de intervenção; e a adoção de uma visão de currículo que possibilita a adequação à realidade e ao contexto educacional, articulando a problemática contextual ao conhecimento adquirido.

Resumidamente: coexistem a nosso ver, indícios de um modelo que ora se aproxima da formação de racionalidade prática e ora da racionalidade teórica. Desta, incorporamos o objetivo, que de acordo com Silva Neto (2012, p.36), é buscar a melhor maneira de transmitir o conhecimento, “justamente pelo fato de oportunizar ao formando a ‘aplicabilidade’ da teoria numa prática posterior”. Dessa forma, estamos em concordância que termos como “determinismo”, “pragmatismo” e “instrumentos genéricos” de fato descrevem nossa posta intenção formativa. Em contrapartida, proveniente do modelo de racionalidade prática, destacamos termos tais quais “idiosincrasia” e “autonomia” como descritores de uma postura docente esperada e valorizada nos ideais formativos do nosso projeto.

Em relação às categorias de concepções, Terrazan e Santos (2007) em uma investigação envolvendo propostas de atividade em formação continuada das diferentes realidades brasileira, destaca 3 concepções que são comumente adotadas nesses processos: concepção de formação continuada associadas a processos reflexivos; ligada à ideia de atualização pedagógica; e vinculada a uma forma mais genérica.

A principal contribuição desses autores para nosso estudo é a correlação que fazem entre os modelos e as concepções apresentadas. Dessa forma, defendem que o modelo de racionalidade prática está em certo grau relacionado à concepção associada a processos reflexivos; enquanto o modelo de racionalidade teórica se relaciona à concepção vinculada a uma forma mais genérica.

Já a concepção ligada à ideia de atualização pedagógica, de acordo com essa pesquisa, se enquadraria em um lócus intermediário aos dois modelos considerados. Portanto, essa associação nos permite considerar essa última concepção como sendo a que melhor se aproxima de nossa proposta. Essa conexão decorre da observação de elementos que dialogam com a concepção de formação continuada associada a uma forma mais genérica - por se manter no nível de formação individual, em um espaço formativo que se distancia da realidade específica local dos ambientes escolares; e, por outro lado, por incluir um discurso inovador, reconhecendo a importância da busca por especialidade a partir de processos que sejam desenvolvidos prioritariamente no ambiente escolar.

Essa postura inovadora, de acordo com Silva Neto (2012, p. 21), "distancia essa concepção do modelo da racionalidade técnica, mas que, no desenvolvimento prático das atividades formativas, também a distância do modelo da racionalidade prática". Além disso, as propostas que estão vinculadas a essa ideia de atualização pedagógica, visam a promover o acesso a estudos de conhecimentos teóricos e práticos mais recentes do campo educacional, onde se enquadra, portanto, nosso propósito.

2.2 TAXONOMIA DE BLOOM

Taxonomia em seu sentido etimológico pode ser entendida como um sistema de classificação ordenado. Amplamente conhecida no campo das ciências biológicas, essa técnica, de modo geral, leva em consideração uma série de características similares dos sujeitos e objetos de estudos diante da necessidade de categorizá-los.

Essa necessidade também se manifesta na área educacional. Um dos processos críticos da prática pedagógica é o momento da avaliação da aprendizagem. Para garantir que ela seja feita de forma coerente é necessário que os objetivos educacionais sejam bem definidos e postos de maneira explícita, não só ao educador (FERRAZ; BELHOT, 2010). Este é um exemplo de processo pedagógico em que o seu sucesso está intimamente atrelado a um bom planejamento, que antecede a própria execução.

A definição clara e estruturada dos objetivos instrucionais, considerando a aquisição de conhecimento e de competências adequados ao perfil profissional a ser formado direcionará o processo de ensino para a escolha adequada de estratégias, métodos, delimitação do conteúdo específico, instrumentos de avaliação e, conseqüentemente, para uma aprendizagem efetiva e duradoura (ibidem, p.2).

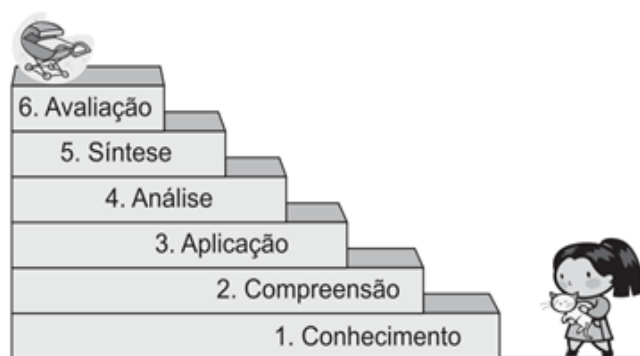
É comum que, quando os objetivos não são declarados explicitamente, haja o risco de que ocorram exigências superiores às compatíveis com o contexto e com as atividades planejadas.

É nesse sentido que se insere a Taxonomia dos Objetivos Educacionais (BLOOM, 1956). Também conhecida como taxonomia de Bloom, recebe esse nome graças a um de seus idealizadores, Benjamin S. Bloom (1913-1999), e surgiu na década de 50 como resultado de um projeto formado por uma comissão multidisciplinar de especialistas envolvendo diversas universidades dos Estados Unidos.

A classificação proposta por Bloom et al. dividiu a aprendizagem em três domínios, a saber: cognitivo, afetivo e psicomotor. O domínio cognitivo refere-se à aprendizagem intelectual, a dominar o conhecimento e a desenvolver habilidades. O domínio afetivo está relacionado à inteligência emocional e a processos de sensibilização, atribuição de sentimentos e valores. Por último, o domínio psicomotor preocupa-se com as habilidades físicas, relacionadas à execução de tarefas. (FERRAZ; BELHOT, 2010, OLIVEIRA, 2020).

Desses, o eixo cognitivo é o mais estudado e representa o interesse deste trabalho. Este é por sua vez subdividido em seis níveis interdependentes de aprendizagem e organizados de maneira hierárquica (Figura 3).

Figura 3 – Níveis do domínio cognitivo proposto na taxonomia de Bloom



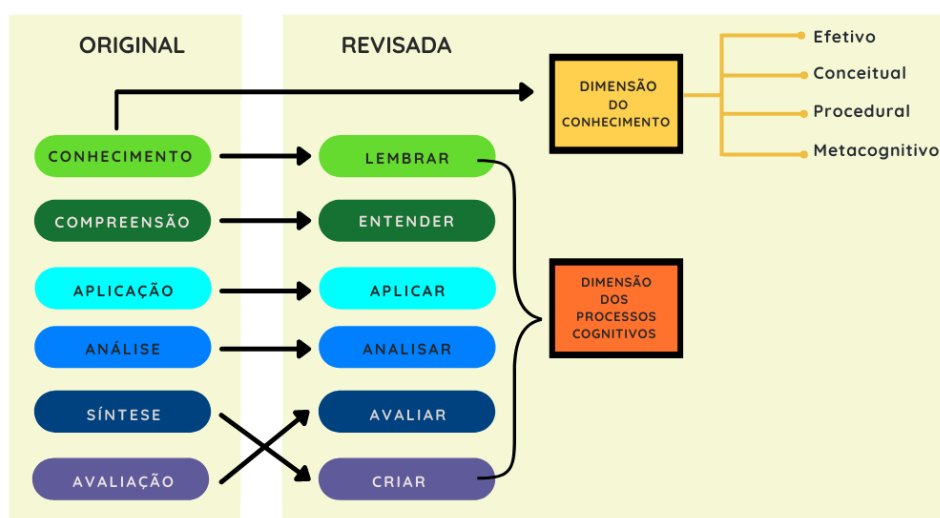
Fonte: Disponível em (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Considera-se nessa taxonomia que os processos mentais evoluem de maneira gradativa. Isto é, são desenvolvidos de tal forma que se parte do nível menos elevado de

complexidade (conhecimento) ao mais complexo (avaliação), de tal forma que para ascender às etapas pressupõe-se o acúmulo das capacidades desenvolvidas ao longo das etapas precedentes (LIMA, 2009).

Contudo, na década de 90, a taxonomia de Bloom passou por um processo de revisão, tendo destaque nesse processo o pesquisador Lorin Anderson (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001). O propósito desta revisão foi de promover uma atualização da taxonomia de Bloom incluindo nesse quadro teórico diferentes tipos de conhecimento. Dessa forma, enquanto na proposta original de Bloom, considerava-se apenas uma dimensão – a do processo cognitivo – a inovação proposta por Anderson inclui uma nova dimensão, identificada como a dimensão do conhecimento. Dessa forma, o novo quadro teórico assume um formato bidimensional que oferece uma melhor precisão na organização dos objetivos educacionais.

Figura 4 – Alterações propostas pela taxonomia de Bloom revisada



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Além de incluir um novo domínio (ou dimensão), algumas alterações terminológicas e estruturais foram realizadas na iniciativa original. O esquema disposto na Figura 4 expõe essas alterações, que destacamos: a denominação das etapas cognitivas através de verbos que expressam ideia correlata aos substantivos originais; a permuta posicional dos eixos “síntese” e “avaliação”, que passaram a denominar “criar” e “avaliar”. Além disso, o eixo cognitivo que antes era denominado como “conhecimento”, passou a ser identificado como uma nova dimensão independente, sendo a ação referente ao processo cognitivo, agora denominada por “lembrar”.

Dessa forma, a tabela bidimensional (Figura 5) pode ser interpretada da seguinte forma: enquanto a dimensão dos conhecimentos refere-se à “o quê” é esperado que o aluno aprenda (e, portanto, representados por substantivos), o domínio cognitivo refere-se ao “como”, portanto atrelado à ações e formas verbais.

Figura 5 – Tabela bidimensional da taxonomia de Bloom revisada

<i>Dimensão dos conhecimentos</i>	<i>'Dimensão dos processos cognitivos</i>					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo						
Conceitual						
Procedural						
Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na taxonomia original, os níveis de cognição são comumente organizados e identificados de acordo com as ações indicadas através de verbos, que poderão estar presentes nos enunciados e comandos das questões propostas aos alunos. Na taxonomia modificada, mantêm-se essa associação verbal para o domínio cognitivo, e acrescenta-se a identificação da dimensão do conhecimento baseado em substantivos. Essa organização verbal e substantiva é, portanto, uma maneira de facilitar o processo de elaboração de atividades adequadas aos objetivos educacionais.

Os quadros a seguir (Quadro 1 e Quadro 2) apresentam uma breve descrição do que é esperado que o aluno desenvolva como habilidade em cada nível das dimensões bem como os verbos e substantivos associados a ele.

Quadro 1 – Descrição dos processos cognitivos propostos na taxonomia de Bloom revisada

<p>1. Lembrar: Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.</p> <p>2. Entender: Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.</p> <p>3. Aplicar: Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.</p> <p>4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.</p> <p>5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.</p> <p>6. Criar: Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.</p>
--

Fonte: Disponível em (FERRAZ, BELHOT, 2010)

Quadro 2 – Descrição dos níveis da dimensão do conhecimento propostos na taxonomia de Bloom.

<p>Conhecimento Efetivo: relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver de problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos relacionados às como apresentados.</p> <p>Conhecimento da Terminologia; e Conhecimento de detalhes e conteúdo elementos específicos.</p> <p>Conhecimento Conceitual: relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes a um determinado seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados campo de conhecimento e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência.</p> <p>Conhecimento de classificação e categorização; Conhecimento de princípios e generalizações; e Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.</p> <p>Conhecimento Procedural: relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e não interdisciplinar.</p> <p>Conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos; Conhecimento de técnicas específicas e métodos; e Conhecimento de critérios e percepção de como e quando usar um procedimento específico.</p> <p>Conhecimento Metacognitivo: relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo. Em contraste com o conhecimento procedural, esse conhecimento é relacionado à interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura.</p> <p>Conhecimento estratégico; Conhecimento sobre atividades cognitivas incluindo contextos preferenciais e situações de aprendizagem (estilos); e Autoconhecimento.</p>

Fonte: Adaptado de (FERRAZ, BELHOT, 2010)

A adoção de uma taxonomia em educação, como a taxonomia aqui apresentada, favorece a prática de ensino-aprendizagem à medida que sistematiza conceitos e harmoniza terminologias. Dessa forma, é direcionada para o desenvolvimento do aluno e auxilia a hierarquizar os processos pedagógicos.

Sua aplicação nesse contexto representa o ponto de partida para muitas pesquisas educacionais. Portanto, serve como base para desenvolvimentos de estratégias e propostas educacionais, auxiliando na escolha de métodos, conteúdos, procedimentos e instrumentos avaliativos coerentes aos objetivos instrucionais.

2.3 USO DE VÍDEOS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Não é nenhuma novidade que a sociedade tem exigido cada vez mais dos cidadãos, e conseqüentemente, dos espaços educacionais formativos. A exigência de uma educação mais íntegra, de um espaço escolar mais motivador, exige do professor a preparação de aulas mais criativas, dinâmicas e, portanto, mais atrativas. Nesse cenário, fica o questionamento: como ensinar e aprender em uma sociedade mais interconectada? Assim como a pergunta, a resposta para tal pode ser complexa e multifatorial, além de depender fortemente dos contextos e objetivos institucionais.

Em outras circunstâncias, já mencionamos o desafio que é ensinar e aprender no novo século emergente. A volatilidade com que as mudanças são postas, revelam que a flexibilidade é um dos principais focos na proposição de novos processos e instrumentos educativos. Nessa visão, os usos desses instrumentos devem supor a flexibilidade de espaço, tempo, métodos, levando-se em consideração os processos individuais e coletivos na construção do conhecimento. Sobre isso, Ferreira (2010) defende a utilização de recursos didáticos:

O processo ensino-aprendizagem em sala de aula exige cada vez mais dedicação por parte do professor para que a temática abordada seja tratada de uma forma dinâmica, eficiente e motivadora. Hoje o ensino em contexto escolar não deve estar confinado apenas ao livro didático, pois o uso exclusivo do manual escolar não permite que o aluno compreenda de forma clara as dinâmicas que perpassam os diferentes conteúdos ministrados. Frente a esta problemática, existe a necessidade da utilização de outros recursos didáticos que auxiliem o ensino, com o intuito de dinamizar os conteúdos abordados na sala de aula (FERREIRA, 2010, p.16)

Nessa direção é possível identificar que a utilização dos recursos tecnológicos é indispensável, pois além de auxiliar na proposição desse ambiente mais atrativo, permite uma aproximação à realidade dos alunos, que não só vivenciam a evolução tecnológica, mas dela participam ativamente e em ritmo acelerado (MORAN, 1995).

A BNCC, um documento nacional de caráter normativo, estabelece 10 competências¹ gerais a serem desenvolvidas pelos alunos no âmbito da educação básica. Destaca-se aqui a competência de número 5, que trata da recomendação do uso de tecnologias digitais:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação, de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p.5)

Ferreira e Silva Junior (1986) em seus estudos trazem alguns dados interessantes que contribuem para o trabalho docente. Preocupados com a aprendizagem mediante a utilização dos sentidos, analisaram de que modo as pessoas aprendem e quais ações discentes mais eficazes nesse processo. Nessa investigação, apontam que 83% das pessoas aprendem através da visão e 11% através da audição. Notadamente, esses percentuais são potencializados quando ocorre a combinação desses sentidos no processo da aprendizagem.

Outro dado relevante apontado pelos autores é em relação à porcentagem de dados que são retidos pelos estudantes a partir das suas ações, que pode ser consultado no quadro 3.

Quadro 3 – Como aprendemos segundo Ferreira e Silva Junior (1986)

PORCENTAGENS DOS DADOS RETIDOS PELOS ESTUDANTES	
10%	Do que leem
20%	Do que escutam
30%	Do que veem
50%	Do que veem e escutam
70%	Do que dizem e discutem
90%	Do que dizem e logo realizam

Fonte: Disponível em Pimenta (2011)

A consideração das informações contidas nesse quadro evidencia a importância do planejamento da situação de aprendizagem de modo que, mesmo utilizando recursos que envolvam somente o “ver” e “escutar”, estimule a participação dos alunos, propiciando uma aprendizagem a partir de ações e debates críticos e reflexivos.

Os recursos que apresentam tais características são os recursos audiovisuais. De acordo com Rosa (2000, p.4), um recurso audiovisual é entendido como uma produção

¹ Competência, no âmbito da BNCC, é entendida como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”. (BRASIL, 2017, p. 04)

cultural, uma vez que “há uma codificação da realidade, na qual são utilizados símbolos fornecidos pela cultura, e partilhados por um grupo de pessoas que produz a obra e pelas pessoas para as quais a obra se destina”.

O vídeo se manifesta como um dos recursos audiovisuais digitais mais familiares, tanto aos professores quanto aos alunos. Porém, ocorre que o conhecimento profundo da sua potencialidade didática é por vezes relegado, requerendo, sua utilização analítica para esses fins, uma atenção especial.

Alguns teóricos como Neves e Borba (2019) têm defendido a utilização de vídeos por serem recursos que combinam diferentes expressões semióticas e possibilitam o que denominam "*intersemiose*", caracterizando-os como um recurso multisemiótico. Na concepção dos autores, apoiados em Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), recursos semióticos são aqueles produzidos por uma comunidade cultural ao longo do tempo, com o intuito de produzir significado. Já o prefixo *-multi*, refere-se justamente à característica marcante do vídeo em combinar diferentes recursos semióticos, que envolvem o uso de representações através de imagens, oralidade, gestos, sons, linguagens oral e escrita, etc. Esses aspectos possibilitam a classificação dos vídeos também como um recurso multimodal, que contempla principalmente as modalidades visual e auditiva.

Ao investigarem como se dá o processo de construção de significados a partir da combinação de recursos semióticos em vídeos que expressam conteúdos matemáticos, os pesquisadores da área salientam o potencial dessa tecnologia digital em oferecer uma fascinação ao diferenciar da formalidade usual dos conteúdos matemáticos e produzir significados que expande os construídos a partir de modelos de aulas tradicionais (NEVES; BORBA, 2019).

Como bem apontam Thomas, Yoon e Dreyfus (2009, p. 545, tradução nossa), o próprio processo de construção de conhecimento matemático se caracteriza como multimodal e, dessa forma, destacam que “a versatilidade de mudar os recursos semióticos não apenas reduz a carga cognitiva, mas também traz benefícios em termos de reconhecimentos para o recurso”. Todos esses pontos somam para sugerir a utilização do vídeo educacional como um recurso dotado de vantagens cognitivas. O trecho a seguir, disponível em Moran (1995, p.2), reforça essa defesa:

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Nos atingem por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário) em outros tempos e espaços. O vídeo combina a

comunicação sensorial- cinestésica, com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão.

Evidentemente, os vídeos com conteúdos educacionais estão sendo incorporados cada vez mais no cotidiano dos alunos, tanto quando realizam uma busca autônoma na intenção de complementar o aprendizado em tópicos específicos; como quando utilizados dentro do ambiente de sala de aula como material de apoio ao ensino. Em consonância ao descrito por Machado e Mendes (2013), no âmbito desta pesquisa, consideramos que o que caracteriza um vídeo como didático é a intencionalidade atribuída a ele. Os autores destacam a diferença entre vídeo didático e de utilização didática:

Compreendemos como vídeo didático aquele que foi concebido e produzido para a transmissão de determinados conteúdos, competências ou atividades e, em função de seus sistemas simbólicos, fornecido para a aprendizagem dos alunos. Em contrapartida, compreendemos como utilização didática do vídeo, a visão mais ampla das diversas formas de utilização que ele pode desempenhar na educação. (MACHADO; MENDES, 2013, p. 2).

Essa diferenciação é importante na compressão da defesa de que um mesmo vídeo pode englobar diferentes usos. Não obstante essa importância, essa questão das diferentes utilidades do vídeo no contexto educacional tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores (AMARAL, 2013; FÉRRES, 1996; MORAN, 1995; ROSA, 2000). Outro grupo de estudiosos se empenharam em analisar como os professores organizam sua prática tendo o vídeo como elemento central, como é o caso de Gomes (2019) e Silva (2011).

É importante ter ciência dos diferentes modos de uso indicados na literatura que contribuem para uma prática docente eficaz. Há quem prefira dar início a esse processo salientando o contraponto: o que não é recomendado. Como exemplos dessas ocorrências identificadas como mal-uso dos vídeos educacionais, estão os casos em que são utilizados como “tapa-buraco” e o “vídeo-enrolação” (MORAN, 1995, p. 03). Esses são recorrentes em situações que há a ausência do professor, tornando o vídeo como uma alternativa para cobrir o tempo dos alunos, ou ainda quando são exibidos sem conexão com o conteúdo a ser trabalhado, destituído de propósito.

Outro indicativo de subutilização equivocada que acarreta uma situação didaticamente insatisfatória ocorre quando o audiovisual é empregado sem o planejamento prévio. Situações como essas, que relegam o vídeo a um mero acessório, transpassam ao aluno uma ideia indesejada de que os vídeos não caracterizam aula e basta ser um expectador para cumprir o proposto, como aponta o seguinte trecho:

O uso indevido dos vídeos, pelos professores, faz com que os alunos acreditem que o momento de assistir vídeo não é um momento de

aprendizagem, dessa forma eles deixam de dar a devida importância a sua utilização. Em alguns casos tudo não passa de falta de instrução, os docentes entendem que o ato de reproduzir um vídeo em sala, já é o bastante para inseri-lo em sua metodologia de ensino (JESUS, 2019, p.19).

Outros estudiosos apontam a problemática que, um dos fatores que dificulta o uso das mídias audiovisuais em sala de aula advém do processo de análise dessas mídias (GOMES, 2008; SANTOS, 2015). Em Gomes (2008), o autor ilustra esse empecilho com a seguinte comparação: quando procuramos um livro didático em uma biblioteca, por exemplo, além das informações gerais contidas, analisamos seu potencial através da leitura da sinopse, sumário, temas dos capítulos, de uma introdução, público-alvo, etc. Mas para o vídeo, além da falta de informações básicas (tanto pedagógicas quanto técnicas) explícitas no produto, “[...] quase nada se encontra com relação aos critérios para sua avaliação pelo professor, deixando transparecer a ideia de que, independentemente da qualidade do vídeo, o que importa é a proposta de trabalho do professor” (GOMES, 2008, p.479).

É, portanto, de grande valia, os esforços de autores como Gomes (2008), Santos (2015) e Silva (2011) em elaborar mecanismos de apoio, através da exposição de critérios e taxinomias, que auxiliem os professores nesse processo, tornando-o menos intuitivo e mais claro e objetivo.

Mandarino (2002) destaca que nesse processo é preciso não somente considerar os aspectos técnicos envolvidos no audiovisual, mas também envolver a parte subjetiva, que dialoga especificamente com as expectativas docentes. Essa observação confere visibilidade ao papel fundamental do professor em todo o decurso: do planejamento à ação, da ação à avaliação.

A importância do planejamento é evidente quando até um vídeo pedagógico e tecnicamente qualificado pode ter seu potencial inovador desqualificado quando abordado de maneira descuidada. Visando a favorecer esse movimento, Moran (1995) propõe um roteiro esquemático de utilização de vídeos, onde destaca, por exemplo, algumas propostas de uso desses recursos em sala de aula: uso de vídeo como sensibilização; vídeo como ilustração; como simulação; como conteúdo de ensino; como produção; como avaliação; como espelho; e como integração/suporte.

Com o aporte teórico desses autores, focalizamos nossos esforços no desenvolvimento de vídeos como ferramenta de apoio ao ensino e desenvolvimento de atividades que se aproximam de uma perspectiva de uso de vídeos como sensibilização e como conteúdo de ensino (Quadro 4). Essa identificação evidencia a intenção didático-pedagógica no processo de produção dos vídeos didáticos.

Quadro 4 – Propostas de utilização educacional dos vídeos segundo Moran (1995)

Uso	Descrição
Vídeo como sensibilização	“É, do meu ponto de vista, o uso mais importante na escola. Um bom vídeo é interessantíssimo para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade, a motivação para novos temas. Isso facilitará o desejo de pesquisa nos alunos para aprofundar o assunto do vídeo e da matéria” (Moran, 1995, p.3).
Vídeo como conteúdo de ensino	“Vídeo que mostra determinado assunto, de forma direta ou indireta. De forma direta, quando informa sobre um tema específico orientando a sua interpretação. De forma indireta, quando mostra um tema, permitindo abordagens múltiplas, interdisciplinares” (Moran, 1995, p.4).

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na análise apresentada em Amaral (2013), introduz-se os conceitos de vídeos informativos e vídeos formativos. Em nosso entendimento, enquanto o primeiro aspecto relaciona-se à exposição das informações, o segundo amplia o caráter do vídeo como uma mídia apenas informativa ao agregar discussões e análises relacionadas aos temas abordados. Dessa forma, transforma-se a iniciativa do uso da mídia em um processo formativo. Vemos uma transposição do nível de exposição ao nível de uma mídia integradora, mediante atuação consciente do professor.

A intenção em apresentar esses conceitos não é realizar um juízo de valor dos modelos, nem eleger a melhor perspectiva em detrimento das outras. Enxergamos diferentes contribuições nas diferentes utilizações. Contudo, consideramos essa clareza de escolha como essencial para direcionar as ações e oferecer uma boa condução da prática. Nesse sentido, concordamos com a autora no seguinte apontamento:

Vale ressaltar que estas são perspectivas que permeiam a prática docente e que, embora não seja preciso escolher “uma” opção como correta, por exemplo, usar o vídeo sempre como introdução, estas decisões são parte da escolha que o professor deve fazer ao preparar uma aula com uso deste recurso (AMARAL, 2013, p.38).

No mais, indicamos fortemente a consulta a esta referência por oferecer suporte no domínio de dinâmicas de análise de metodologias que utilizam esses recursos. Entendemos a contribuição das orientações apresentadas pelo pesquisador, sobretudo, por compreender que o processo de avaliação em aulas não tradicionais é um ponto crítico que por vezes carece de direcionamentos metódicos.

Adotar o uso do vídeo como uma sensibilização consiste em encarar que existe um trabalho posterior à explanação do vídeo, que visa a disparar, a partir dele, questões

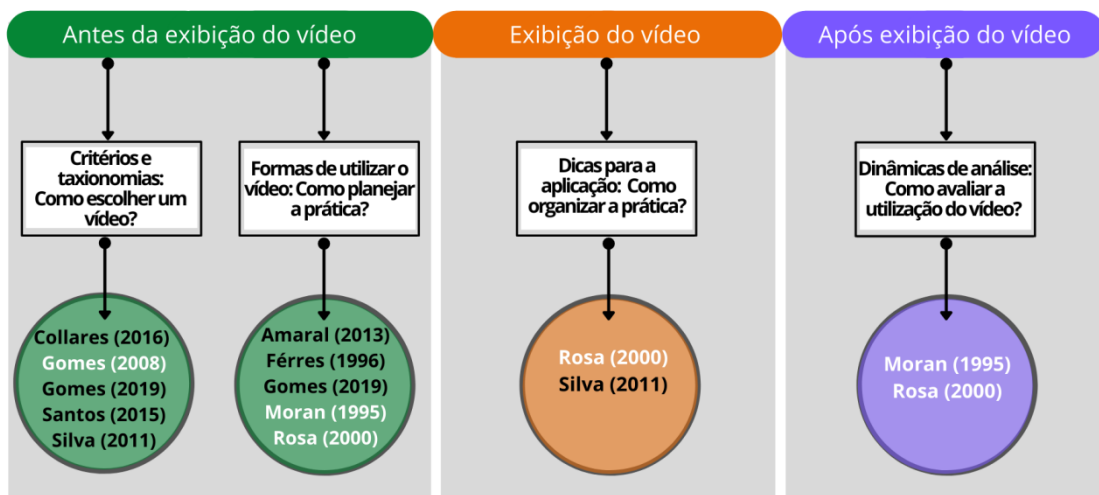
problematizadoras, discussões provocantes e trabalhos investigativos. A aprendizagem só se concretiza na realização dessas ações, que, portanto, supera a função do vídeo como mera exibição.

Mediante o exposto, é possível atribuir papel fundamental do professor como mediador desse processo, considerando seu trabalho essencial de planejamento que visa a racionalizar as atividades e conduzir os alunos a uma experiência de ensino exitosa. Desse modo, o sucesso de uma situação de aprendizagem que utiliza o vídeo como uma ferramenta de apoio está condicionado à atuação do professor no processo desenvolvido. De acordo com Silva (2011):

Para tanto, o professor precisa ter clareza em seu planejamento, na escolha dos meios, nas suas ações e estratégias de ensino e no modo de articular essas diferentes tecnologias de forma a satisfazer a tão desejada mediação pedagógica. (SILVA, 2011, p.42)

Isso posto, no âmbito desta pesquisa, consideramos que a intensidade da construção do conhecimento cognitivo por intermédio dos recursos audiovisuais é influenciada por diferentes fatores, como a qualidade da interação entre os atuantes e a tecnologia, e a qualidade do recurso. Em virtude disso, julgamos conveniente destacar alguns referenciais teóricos que podem auxiliar nesses processos que envolvem a seleção e análise do material; as diferentes formas de utilização da mídia como ferramenta pedagógica; os instrumentos de apoio ao planejamento e organização da prática; e análises posteriores à experiência de ensino. A figura a seguir (figura 6) destaca esses referenciais especificando as etapas em que contribuem. As cores pretas e brancas diferenciam a grande área de atuação das pesquisas: branco para Ensino de Ciências e em geral, e preto para o Ensino de Matemática.

Figura 6 – Referenciais teóricos e suas contribuições no processo de utilização do vídeo didático



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Além destes, há trabalhos dedicados a orientarem docentes na caminhada de elaboração de vídeos, e na defesa dessa como uma ação colaborativa a ser desenvolvida em salas da aula de matemática (BORBA et.al, 2018; PERIPOLLI; BARIN, 2018; MACHADO, 2011). Assim como pesquisas voltadas à capacitação docente, um interessante projeto ganha destaque nesse cenário: o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, que teve sua primeira edição em 2017 (DOMINGUES; BORBA, 2018). Além de conferir incentivo a essas iniciativas por parte de alunos, professores e pesquisadores, a realização do evento garante a divulgação dessas mídias e um intercâmbio de ideias entre os produtores a respeito de temas que são tendências em educação matemática.

2.4 ENSINO DE GEOMETRIA FRACTAL

Antes mesmo de receberem esse nome, essas formas geométricas peculiares – fractais – já chamavam a atenção de estudiosos. Por exemplo, o Conjunto de Cantor - Georg Cantor (1845-1918); a curva de Hilbert - David Hilbert (1862-1943); o Triângulo de Sierpinski – Waclaw Sierpinski (1882-1969); a Curva de Peano – Giuseppe Peano (1858-1932), entre outros. Esses são exemplos clássicos conhecidos hoje pela literatura como “fractais precursores”.

Contudo, foi Benoît B. Mandelbrot (1924-2010), matemático e economista polonês, que em 1975 cunhou o termo fractal, que significa “fragmentado”. Sua famosa indagação “Qual a extensão do litoral da Grã-Bretanha?” evidenciou, a partir do seu caráter irregular, que a resposta varia de acordo com a escala adotada. A partir daí motivou os estudos desses entes, fundando a teoria dos fractais.

Desde então os estudos nessa área avançaram muito com os recursos computacionais disponíveis hoje em dia. Esses recursos possibilitam ampliação das imagens para melhor visualização, além de identificar os padrões com que as imagens se reproduzem. Nos fractais gerados por métodos computacionais, cada pequena parte do fractal é exatamente uma cópia da imagem original e pode ser obtido a partir de uma função específica.

Também é possível construir fractais utilizando apenas recursos geométricos. Por exemplo, partindo de um triângulo e dividindo-o em outros triângulos menores, todos eles semelhantes entre si, um grande desafio para serem representados e estudados matematicamente.

O ponto forte dessa geometria é sua aproximação com os objetos da natureza. É possível perceber aspectos fractais na geometria dos galhos de uma árvore, na trajetória de um raio, no brócolis romanesco, no floco de neve, nas redes fluviais, etc.. Essa verificação da forte presença no cotidiano tem tornado os fractais objetos de estudo de diferentes campos do conhecimento nas últimas décadas.

Esses estudos revelam aplicações da geometria fractal nas mais diferentes áreas. Na medicina, por exemplo, a dimensão fracionada aplicada a imagens de biópsias é utilizada para diferenciar células saudáveis e células doentes. De forma semelhante é possível caracterizar a rugosidade de superfícies (SOUZA et al., 2021). Possui aplicações também na engenharia, geografia (DE AZEVEDO; CHRISTOFOLETTI, 2007), economia e mercado financeiro (HAYASHI, 2002; MANDELBROT; HUDSON, 2010), e estudos urbanos e sociais (COSTA, 2014). Por todas essas aplicações e contribuições que pode oferecer, a geometria fractal tem cada vez mais atraído olhares de pesquisadores e ganhado destaque no cenário científico.

De certo modo, assim como a origem de diversos outros conteúdos matemáticos que hoje são curriculares, sua inspiração advém de estudos amplamente aplicados e difundidos na comunidade científica. Essa constatação está presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's (BRASIL, 1998), e exemplifica ainda com o surgimento dos números negativos, irracionais e complexos. Ainda neste documento, há uma menção clara à importância de geometrias não euclidianas com uma mudança de paradigma:

Uma instância importante de mudança de paradigma ocorreu quando se superou a visão de uma única geometria do real, a geometria euclidiana, para aceitação de uma pluralidade de modelos geométricos, logicamente consistentes, que podem modelar a realidade do espaço físico (BRASIL, 1998, p.5).

Um dos desafios do professor de matemática, antes mesmo de "ensinar" a matemática, é fazer com que os alunos aprendam a gostar dela, com suas múltiplas características, entre elas: a lógica, a beleza e a diversidade de campos de aplicação. Isso envolve conduzir o aluno a uma descoberta, abrindo novos horizontes e mostrando que a matemática não é uma ciência pronta, acabada.

Nesse sentido, nota-se que a temática dos fractais se harmoniza com o que é proposto no ensino de conteúdos geométricos referentes ao campo “Espaço e Forma”. Os PCN's apontam *explorar as construções geométricas* como uma atitude valorosa, utilizando ferramentas como régua e compasso “como visualização e aplicação de propriedades das figuras, além da construção de outras relações” (BRASIL, 1998, p.51). Esses procedimentos

considerados socialmente relevantes podem ainda terem suas contribuições potencializadas quando associada às formas do mundo físico, conforme destaca o trecho:

(...) é fundamental que os estudos do espaço e forma sejam explorados a partir de objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, de modo que permita ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento (ibidem, p.51).

Assim como o arcabouço teórico, as propostas de ensino envolvendo a geometria fractal são ainda recentes no cenário educacional. Apesar de incipientes, já existem uma base consolidada de pesquisas que se propuseram a responder questionamentos tais quais: Como a inserção de tópicos em geometria fractal pode contribuir para a aprendizagem dos alunos da educação básica? Quais essas contribuições para ensino-aprendizagem de matemática?

Uma das contribuições da geometria fractal reside na capacidade em melhor caracterizar a geometria de objetos dotados de irregularidades, onde se encontram a maior parte dos objetos da natureza. Desse modo, tentar definir essas formas com ferramentas essencialmente euclidianas é adotar uma visão simplista e por vezes insuficientes.

De acordo com Barbosa (2005, p.19), algumas contribuições advêm do aprendizado desta temática em sala de aula: A conexão com várias ciências; difusão e acesso aos computadores; existência do belo nos fractais e possibilidade de despertar e desenvolver o senso estético com o estudo e arte aplicada à construção de fractais; e sensação de surpresa diante da ordem na desordem.

Concordamos com Barbosa (2005) e Nascimento et al. (2018) em perceber que a geometria fractal abre possibilidade interdisciplinar por apresentar conexões com diferentes áreas da ciência e tecnologia. Portanto, consideramos que conceitos de geometria fractal podem servir como o eixo condutor dessas experiências interdisciplinares, e na promoção da cultura científica que supere o tradicional.

Outras pesquisas discorrem sobre a importância do uso de novas tecnologias aliada à prática de ensino dessa temática. Essas ferramentas apoiam o ensino e aprendizagem na medida em que possibilita a exploração e investigação desses objetos de uma forma mais eficiente e enriquecedora. São capazes de ilustrar particularidades de seus conceitos, como a complexidade e o caráter infinito dessas estruturas, além de potencializar o apelo à beleza do cargo visual (BALDOVINOTTI, 2011).

Por todas essas razões, há menções da temática fractal em documentos oficiais curriculares, como é o caso da Base Nacional Comum Curricular, que cita a temática em uma das habilidades propostas. Essas habilidades, segundo o mesmo documento, “representam as aprendizagens essenciais a ser garantidas no âmbito da BNCC a todos os estudantes do

Ensino Médio” (BRASIL, 2017, p.33). A habilidade em questão, destacada a seguir, é referente à primeira competência para área de “Matemática e suas Tecnologias”.

No âmbito curricular, destacamos as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008; PARANÁ, 2018), que desde 2008, inclui a geometria fractal como parte dos conteúdos estruturantes de geometria.

A escolha do tema Geometria Fractal foi ao encontro desses pressupostos, pois fascina pela beleza, é de fácil compreensão na sua essência, é notória na natureza e abre um leque de opções no que diz respeito a abordagem de conhecimentos matemáticos, além de estimular o uso das TIC's. Sendo assim, o seu uso possibilita uma atuação diferente na sala de aula, transformando o aluno em sujeito ativo da sua aprendizagem.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Estruturar um material didático está intimamente relacionado a um planejamento educacional dos conteúdos, métodos, recursos e abordagens. Pensando nisso, identificar o estado da arte através de uma revisão de bibliografia se torna uma tarefa fundamental para elaborar um conteúdo educacional que seja adequado e pedagogicamente melhor delimitado.

Fiorentini e Lorenzato (2006) corroboram com essa ideia, ao dizer que revisão acadêmica oferece sustentação à investigação além de aprofundar teoricamente o conhecimento.

A investigação sobre como tem sido proposto o ensino da geometria fractal em salas de aula no ensino básico visa auxiliar a tomada de decisões na elaboração e estruturação de um objeto de aprendizagem, de tal forma que se manifesta como uma tarefa fundamental do processo. Dessa forma, uma vez delimitado o tema de investigação, é recomendado que o procedimento seguinte seja o reconhecimento das produções já existentes que dialogam com o objetivo proposto.

Desta forma, nesta seção apresenta-se um panorama geral de uma revisão bibliográfica realizada por meio da metodologia de Revisão Sistemática de Bibliografia com o objetivo de investigar tendências e concepções educacionais no ensino de geometria fractal em sala de aula da educação básica. Esse mapeamento segue os procedimentos proposto em Nakagawa (2017) que subdivide o trabalho de acordo com o seguinte protocolo: (i) Informações Gerais (ii) Questões de Pesquisa (iii) Identificação de estudos (iv) Seleção e avaliação de estudos (v) Síntese dos dados e apresentação dos resultados.

O objetivo da revisão é investigar o Estado da Arte do ensino de geometria fractal no ensino básico. Isto é, busca-se identificar quais as tendências de procedimentos, conteúdos, recursos e metodologias mais frequentes adotadas nas propostas de ensino que envolvam a temática.

Para tal, no âmbito deste trabalho, busca-se responder às seguintes questões:

- 1) Quais recursos tecnológicos têm subsidiado as propostas de ensino de geometria fractal na escola básica?
- 2) Baseado na taxonomia de Bloom, de que maneira os recursos tecnológicos têm subsidiado as propostas de ensino que envolvem a temática?

Vale ressaltar que no âmbito desta pesquisa, no que diz respeito às considerações feitas ao ensino básico, refere-se especificamente às etapas do Ensino Fundamental e Ensino Médio, uma vez que a etapa da Educação Infantil foge ao escopo desta pesquisa.

- **Definição de Bases de Dados**

Uma vez definidas as questões de pesquisa a serem respondidas, o próximo passo consiste em definir os locais de busca dos trabalhos de interesse, isto é, as bases de dados. A escolha de bases de dados está diretamente relacionada aos termos de busca (*string*), de modo que diversos foram os testes realizados variando-se tanto a *string* quanto as bases de dados, a fim de se escolher as combinações que melhor se adequavam aos propósitos da investigação - isto é, selecionar um protocolo de busca que maximize o retorno de trabalhos relevantes e minimize o retorno de trabalhos que fogem do escopo da pesquisa. Dessa forma, foram selecionadas as seguintes bases on-line:

1. Science Direct²
2. Ibict Oasis Br³
3. Google Scholar⁴

Acrescenta-se ainda que a motivação da escolha das bases 1 e 2 se justifica por serem bases as quais a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) possui assinatura e, dessa forma, facilita o acesso aos textos publicados. Já o Google Scholar justifica-se por ser uma plataforma de busca de trabalhos acadêmicos bem difundida e de fácil manuseio.

- **Definição da String de Busca**

Assim como descrito para a definição de bases de dados, a escolha de uma *string* de busca é um processo que demanda um trabalho minucioso. Após vários testes de amostragem, os termos de busca que melhor se adequaram às bases de dados foram:

(Ensino geometria fractal) OU (teaching geometry fractal students)*

- **CrITÉRIOS de Inclusão e Exclusão**

O quadro 5 a seguir expõe os critérios utilizados para incluir ou excluir um resultado, e são aplicados como mecanismos de filtragem dos trabalhos obtidos nas etapas anteriores:

² Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/>>

³ Disponível em: <<http://oasisbr.ibict.br/vufind/>>

⁴ Disponível em: <<https://scholar.google.com/>>

Quadro 5 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
<ul style="list-style-type: none"> ● Trabalhos em português ou inglês; ● Apresenta uma proposta de ensino que envolva a temática (geometria fractal). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Artigos repetidos; ● Artigos não disponíveis; ● Trabalhos voltados para Ensino Superior; ● Trabalhos que não são artigos completos, tais como, resumos, palestras, apresentações, entre outros; ● Não apresenta termos da <i>string</i> no título, resumo ou palavras-chave; ● Artigos com escopo não alinhado às Questões de Pesquisa; ● O artigo é uma revisão sistemática ou tipo de trabalho semelhante; ● Estudos redundantes do mesmo autor; ● Estudos secundários ou terciários.

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

● **Extração de dados**

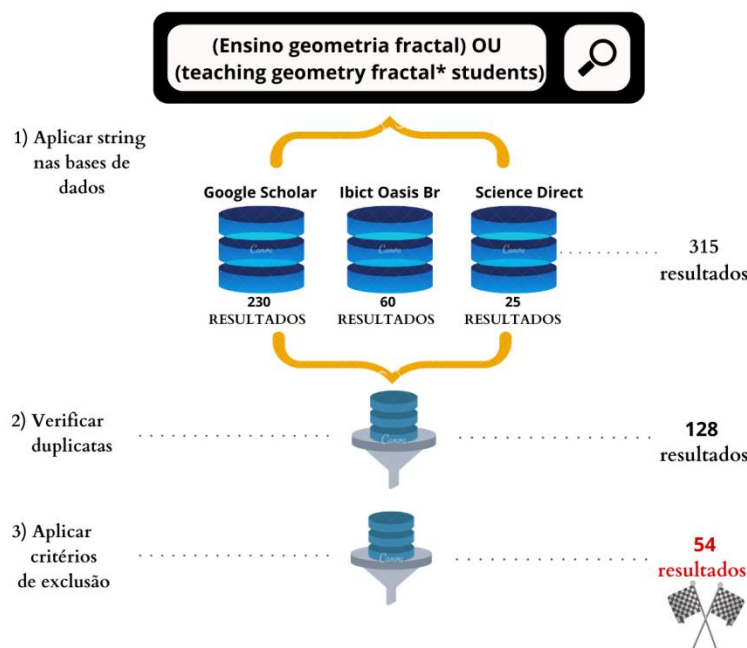
Uma vez aplicados os filtros e identificados os critérios de inclusão e exclusão a partir de uma leitura dos resumos, obteve-se um número final de arquivos selecionados para leitura diagonal e extração dos seguintes dados:

Informações do artigo: Referências do estudo; título do artigo; lista de autores; fonte; tipo de fonte (revista, conferência ou workshop); ano de publicação.

- 1) Recursos utilizados;
- 2) Procedimentos adotados;
- 3) Abordagem Pedagógica;
- 4) Conteúdos matemáticos abordados;
- 5) Etapa do ensino ao qual se direciona a proposta

O objetivo é, portanto, tabular e organizar esses dados extraídos na intenção de cotejar levantamentos com os resultados obtidos. Para apresentar as etapas que se desenvolveram desde a aplicação da *string* até a obtenção de um resultante final, foi elaborado o infográfico que segue (Figura 7):

Figura 7 – Resultados encontrados nas etapas de busca



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Após aplicar a *string* de busca em cada uma das três bases escolhidas, foram obtidos 60 resultados para o Ibict Oasis Br e 25 resultados para o Science Direct. Em relação aos resultados do Google Scholar, devido a seus mecanismos de busca e seleção de arquivos, era esperado que retornasse grande quantidade de arquivos. Portanto, a busca foi restringida para as primeiras 10 páginas de pesquisa, resultando em 230 trabalhos. Para ambas as bases, na realização da busca de dados, aplicou-se somente o filtro referente ao idioma das pesquisas. Essa busca foi realizada nos períodos de 11-18 de Junho de 2020.

Os 315 arquivos finais foram inseridos no Mendeley⁵ e, após verificar as duplicatas através de uma ferramenta do programa, obteve-se 128 arquivos. Estes foram submetidos a uma nova triagem, onde foram aplicados os critérios de exclusão a partir de uma leitura diagonal dos textos, gerando, por fim, 54 resultados.

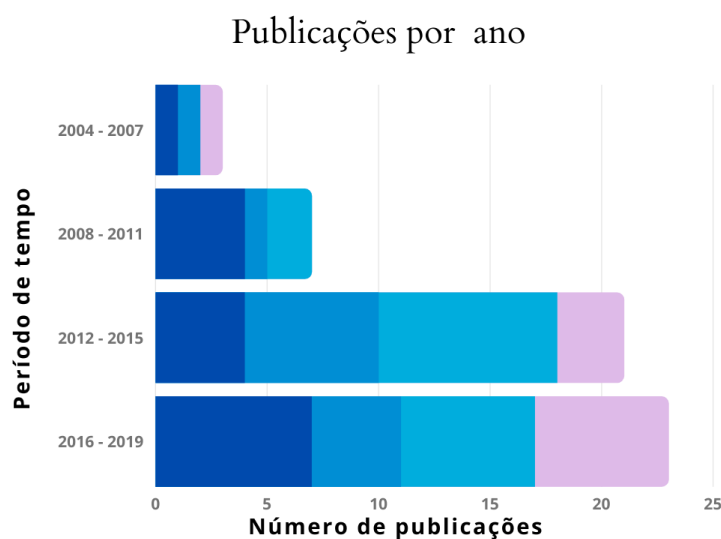
3.1 ANÁLISE DA REVISÃO

⁵ Programa disponível para desktop ou acesso on-line, conhecido por gerenciar referências e projetado para pesquisadores, estudantes e acadêmicos. Disponível em < <https://www.mendeley.com/> >

No processo de leitura diagonal, verificou-se que grande parte dos textos abordava a temática dos fractais como uma possibilidade de ensino, apresentando suas potencialidades, mas não estruturando uma proposta didática. Dessa forma, não atendiam ao propósito desta revisão sendo, portanto, descartados. Os 54 textos resultantes trata-se de trabalhos que apresentam propostas de ensino de geometria fractal para ensino fundamental e médio, aplicadas ou não. Os relatos de experiência estão também contemplados, por considerar que as descrições contidas no texto oferecem informações suficientes para responder à questão de pesquisa.

Prosseguindo com a leitura, agora mais detalhada, de cada um dos 54 textos, a fim de identificar e organizar os dados de interesse. Primeiramente, em relação ao ano de publicação, o resultado mais antigo data o ano de 2004 e os mais atuais encontrados em 2019. Agrupando a quantidade de publicações em períodos de 4 anos, é possível perceber que há uma tendência crescente de publicações, conforme aponta o gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 – Número de publicações por ano



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

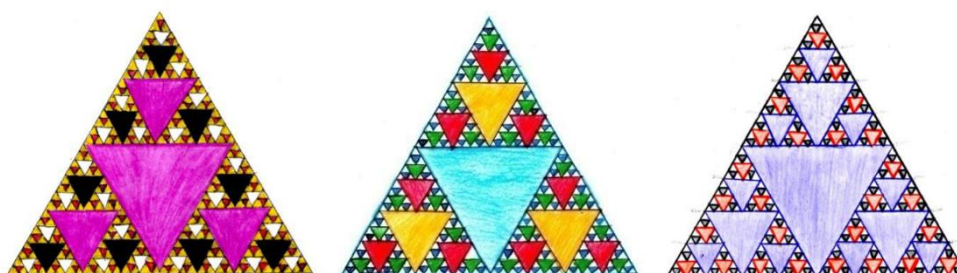
Ao categorizar os dados, foi possível perceber que a maioria das propostas se assemelha quanto à escolha de uso de materiais manipulativos nas atividades propostas. Para essa definição, este trabalho está apoiado nas classificações introduzidas no trabalho de Silveira et al. (no prelo). No campo educacional, os autores apresentam uma definição de materiais manipulativos como sendo “quaisquer objetos físicos, pictóricos ou virtuais

utilizados como recursos para o ensino de determinado conhecimento” (SILVEIRA et al, no prelo, p.1). Além disso, contribuem ao apresentarem 4 categorias de classificação para os objetos manipulativos: materiais didaticamente construídos; instrumentos culturais herdados da tradição; objetos retirados da vida cotidiana e objetos manipulativos virtuais.

De maneira geral, com visto nos trabalhos analisados, foi possível perceber que as tendências das propostas se concentram no uso de instrumentos culturais herdados da tradição e de materiais didaticamente construídos. Entre os instrumentos culturais herdados da tradição podemos citar o uso de régua, esquadro, compasso, transferidor, etc. - ou seja, aqueles instrumentos que historicamente acompanham o desenvolvimento do fazer matemático. Como exemplo, destaco a proposta apresentada em Alves (2019), Gomes (2010) e Mendonça (2016).

Alves (2019) e Gomes (2010) propõem, dentre outras, atividades de construção de fractais matemáticos clássicos, como o Conjunto de Cantor, Tapete de Sierpinski e Triângulo de Sierpinski (Figura 8). Em Mendonça (2016, p.70), com a finalidade de “apresentar novas possibilidades de expressão de figuras geométricas, para além das figuras da Geometria Euclidiana conhecidas e comumente trabalhadas” propõe oficinas com atividades adaptadas de Barbosa (2005) voltadas para o Ensino Médio. Justifica-se o destaque dado a esse trabalho por apresentar 12 atividades roteirizadas de construção de diversos fractais matemáticos e serem estas atividades baseadas na obra de Barbosa (2005), “Descobrimo a Geometria Fractal para a sala de aula” importante referencial teórico para pesquisadores e professores interessados no ensino de Geometria Fractal.

Figura 8 – Tapetes de Sierpinski construídos pelos alunos em Alves (2019)



Fonte: Disponível em Alves (2019)

Outro uso com bastante expressão consiste na utilização de técnicas de dobradura para obtenção dos chamados cartões fractais tridimensionais, como é o caso de Conceição (2019) e Amaral (2012) que propõe a construção do Cartão Degraus Centrais; Cartão tridimensional –

Conjunto de Cantor; e Triângulo de Sierpinski, todas associadas à técnica de sobreposição de gravuras em papel e Arte Francesa (Figura 9).

Figura 9 – Cartão fractal com arte francesa construído na oficina elaborada em Amaral (2012)



Fonte: Disponível em Amaral (2012)

Mais incomum é o uso de objetos retirados da vida cotidiana para auxiliar a construção de objetos fractais. Contudo, Souza (2014) e Oliveira (2016) trazem atividades interessantes utilizando canudinhos plásticos para o Conjunto de Cantor e latinhas de alumínio para construção do Triângulo de Sierpinski, como mostrado na figura 10 a seguir:

Figura 10 – Triângulo de Sierpinski metálico construídos pelos alunos em Oliveira (2016)



(a) Triângulo no nível 4

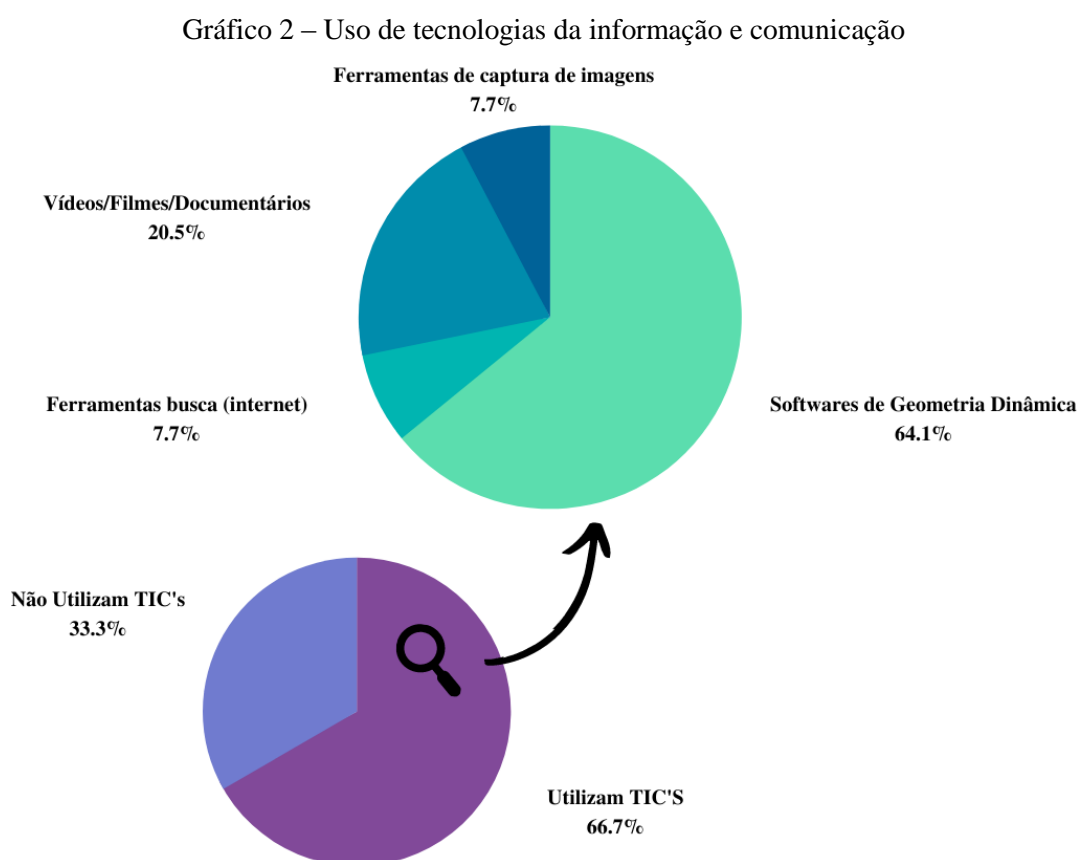
(b) Triângulo no nível 5

Fonte: Disponível em Oliveira (2016).

Por último, uma atenção especial ao uso de objetos manipulativos virtuais. No âmbito desta investigação verificamos a presença do uso de softwares educacionais de geometria dinâmica. Do total de trabalhos analisados, 27 utilizaram softwares seja na construção ou somente exploração de fractais matemáticos, sendo que destes, apenas 1 fez uso do software

apenas como uma ferramenta de verificação de resultados numéricos. Os diferentes programas abordados nos textos foram: Geogebra (15), SuperLogo (2), Geometricks (3), Cabri-Géomètre (2), Xaos (1), MicroWords (1), Igeom (1), FMSLogo (1), Shapari (1), Fractal Forge (1) e outros baseados em linguagem Logo e Java.

Conforme aponta o gráfico 2, em relação ao uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), verificamos que 36 trabalhos (66,7%) utilizam ou sugerem estas como auxílio para inserir tópicos de discussão de geometria fractal em sala de aula. Desses, a maior parte consiste no uso de softwares de geometria dinâmica para construção e manipulação de objetos fractais. Outra comum utilização compreende o uso de vídeos, filmes ou documentários e são introduzidos no início das propostas como um recurso de apresentação e aproximação dos alunos com a geometria dos fractais. Em menor expressividade podemos citar a utilização de ferramentas de busca na internet, como é proposto em Gressler (2008, p.52), onde se iniciam os estudos a partir de uma pesquisa na internet, e “os alunos tiveram livre acesso aos sites que continham dados sobre o assunto, e ao concluírem a pesquisa foi realizado em sala de aula o seminário em que o resultado das pesquisas foi apresentado”.



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Outra interessante aplicação desta categoria se desenvolve a partir de exploração da ferramenta Google Earth, utilizando imagens de satélite. (MACHADO et al, 2011). Por fim, em igual manifestação, 3 trabalhos envolviam o uso de câmeras fotográficas. Nesses, os professores solicitaram que os alunos registrassem e apresentassem à turma fotografias por eles realizadas de objetos reais com características fractais.

Apesar de expressivas as abordagens envolvendo o uso de softwares, apenas 1 trabalho utilizou a ferramenta digital para abordar e calcular a dimensão fractal dos objetos. Essa abordagem da dimensão ocorre em Alves (2008), que propõe a determinação computacional da dimensão fractal de um objeto natural (folha de uma árvore) pelo método denominado *box-counting* utilizando o software de geometria dinâmica *Cabri-Géomètre II*. Segundo avaliação realizada pelo autor, a atividade aplicada possibilitou que os alunos ampliassem o conceito de dimensão e “perceberam também que a geometria euclidiana não dá conta com precisão dos objetos da natureza, no que se refere à característica dimensão” (Alves, 2008, p. 108).

Mesmo as propostas que envolvem o cálculo de dimensão fractal realizado de maneira manual, igualmente relevante, são pouco recorrentes, totalizando 5 trabalhos. Entendemos como possíveis justificativas para esses resultados pouco expressivos o fato de que o conceito de dimensão fracionada é complexo e por vezes abstrato, requerendo certa maturidade e intimidade dos alunos e professores com a temática. Além disso, o cálculo envolve conteúdos de logaritmo – que em geral os alunos apresentam dificuldades. Contudo, se a ideia se manifesta de forma abstrata, o uso de software pode ser um grande aliado no processo, facilitando a compreensão através da visualização e dos processos de cálculo.

3.1.1 Taxonomia de Bloom

Sob uma perspectiva qualitativa foi realizada uma categorização das abordagens pedagógicas expostas nesses trabalhos com base na taxonomia de Bloom. A taxonomia de Bloom considera através de uma hierarquia de processos de ensino e aprendizagem, que o domínio cognitivo para ser desenvolvido em sua totalidade demanda algumas habilidades: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar.

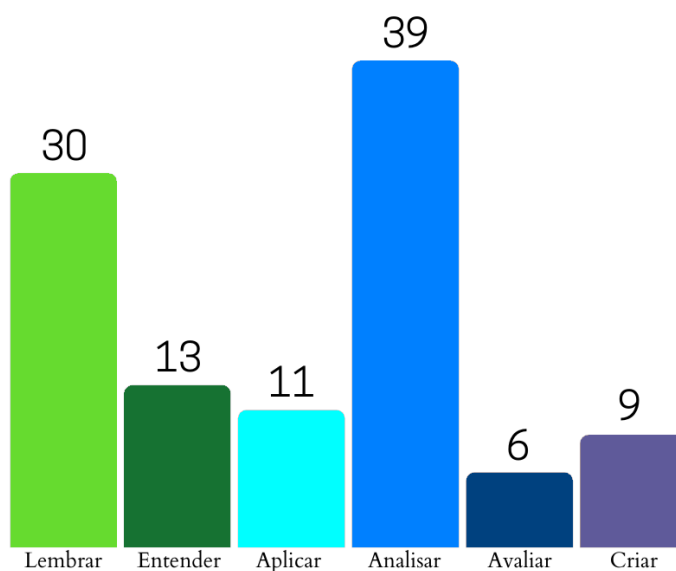
Contudo, na análise de sequências didáticas a fronteira entre essas habilidades é sutil, de tal modo que é preciso certa cautela na categorização. Depara-se com a primeira dificuldade na identificação dos comandos das atividades propostas. A maioria dos trabalhos apresenta suas propostas de maneira abrangente, como é o caso dos relatos de experiência, não expondo de forma explícita os enunciados das atividades tal como apresentadas aos

alunos. Dessa forma, basear-se unicamente na utilização dos verbos ocasionaria uma análise não fiel dos objetivos expostos nas situações de aprendizagem.

Dessa forma, dado o grau de subjetividade inerente de análises como essa, procurou-se estabelecer alguns critérios - baseados nas leituras dos textos e nos quadros de referências apresentados na seção 2.2 - que garantisse uma análise coerente das propostas. Esses critérios, que justificam as classificações realizadas, serão destacados ao longo desta seção.

Portanto, deve-se ter em vista que as classificações conforme aqui feitas levam em consideração o aspecto geral e que se julga ser o enfoque central de cada uma das situações de aprendizagem apresentadas. O gráfico 3 a seguir traz uma síntese dos resultados encontrados nessa identificação:

Gráfico 3 – Taxonomia de Bloom aplicada às propostas



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

As habilidades identificadas como “analisar” e “lembrar” foram as que obtiveram maior representação, com respectivamente, 39 e 30 aparições. Isto significa que a maioria das sequências de ensino propõem atividades cujo objetivo central envolve a análise do objeto de estudo, neste caso, os fractais. Nesta categoria foram contempladas as atividades que requerem dos alunos a capacidade de investigar as partes que compõem o objeto, identificando os padrões, as relações e causalidades entre elas, com vista à generalização.

Parece haver certa similaridade na composição dessas tarefas, que são em geral compostas por uma construção fractal que possibilita a identificação do processo recursivo e uma tabela (vide figura 11) a ser preenchida pelos alunos em que cada coluna explora o número de objetos, comprimento, perímetro, área e volume em cada uma das iterações. Desse

modo, trata-se de atividades em que o objetivo é organizar e analisar dados para obter a expressão geral de uma sucessão. O trecho a seguir evidencia o que são esperados nessas propostas:

Espera-se que o aluno, ao observar as mudanças de uma geração para outra, consiga identificar o que é um elemento novo, denominação dada por nós a cada forma que surge em uma geração, sendo esta proporcional à primeira que a ela deu origem. O entendimento deste termo implica no preenchimento correto do quadro presente nesta atividade, ocorrendo assim, o início da compreensão das ideias que remetem à generalização das fórmulas do termo geral e da soma dos n primeiros termos de uma Progressão Geométrica. (GONÇALVES, 2007, p.72).

Figura 11 – Exemplo de tabela a ser preenchida pelos alunos na análise de construções fractais

Iteração	Nº de Círculos (T_n)	Medida do Raio (r_n)	Comprimento do círculo (C_n)	Comprimento Total (p_n)	Área do círculo (A_n)	Área Total (S_n)
0	$T_0 = 1$	$r_0 = R$	$C_0 = 2\pi R$	$p_0 = 2\pi R$	$A_0 = \pi R^2$	$S_0 = \pi R^2$
1	$T_1 = 6$	$r_1 = \frac{R}{3}$	$C_1 = \frac{2\pi R}{3}$	$p_1 = 6 \cdot \frac{2\pi R}{3}$ $= 4\pi R$	$A_1 = \pi \left(\frac{R}{3}\right)^2$ $= \frac{\pi R^2}{9}$	$S_1 = \frac{2}{3}\pi R^2$
2						
3						
...
n						

Fonte: Disponível em Almeida (2016)

Para realização de atividades como essas é preciso que haja a correta compreensão do processo iterativo. Desse modo, pode-se verificar que este nível do processo cognitivo (analisar) de fato engloba a habilidade de compreensão, que, por sua vez, pressupõe o conhecimento.

Contudo, identifica-se que outra grande parte das propostas não extrapola a lembrança, mantendo seus objetivos nesse nível de cognição. São exemplos disso as práticas em que os alunos são orientados a construir um fractal, seja de forma manual ou subsidiada por softwares, fornecendo uma espécie de guia a ser seguido. Compreende-se que essas atividades possuem caráter informativo, com objetivo de apresentar a temática aos alunos, aproximando-os dos objetos fractais. Outros recursos são utilizados com esse intuito, como é o caso da utilização de vídeos e documentários, jogos e dobraduras.

Vários são os trabalhos que iniciam a sequência propondo que os alunos associem formas geométricas euclidianas a objetos do mundo físico. O propósito é que encontrem dificuldades nesse processo e dessa forma seja possível introduzir a geometria dos fractais. Portanto, exigem “apenas um resgate da demonstração dos saberes de associação do nome, característica, forma e de alguma propriedade quando for feito o desenho” (ALVES, 2019, p.36).

Nessas dinâmicas é possível trabalhar com a habilidade de manusear objetos de construções geométricas e também introduzir a ideia de autossimilaridade através da percepção de padrões. Nesse último, integram-se as atividades que abordam o triângulo de pascal, destacando as aproximações e semelhanças com o Triângulo de Sierpinski.

Essa é uma interessante atividade que revela a relação entre os padrões geométricos e aritméticos, evidenciando que a matemática dos fractais é capaz de representar relações já conhecidas por eles. Da mesma forma, o Jogo do Caos contribui para a percepção de que a matemática dos fractais apresenta modelos até para o que, aparentemente, se manifesta como aleatório.

Quando, além de conhecer e lembrar, os alunos são levados a registrar suas observações e escrever comandos para obtenção de um objeto fractal, caracteriza-se uma extrapolação que permite a tradução do conhecimento em uma nova linguagem, referente à habilidade descrita como “entender”. Dessa forma, é na ausência de instruções procedimentais de construção que é possível verificar se o aluno atingiu esse nível de compreensão. Outro exemplo que permite identificar essa etapa é o que propõe Leivas e Bettin (2018, p.5), onde se espera que os alunos comparem as duas geometrias (Figura 12) com o objetivo de “reconhecer condições necessárias e suficientes nas duas geometrias para diferenciá-las e verificar características próprias de cada uma delas”.

Figura 12 – Ficha para preenchimento apresentada aos alunos

	GEOMETRIA EUCLIDIANA	GEOMETRIA FRACTAL
Quanto à forma geométrica		
Padrão de repetição		
Origem dos objetos		
Complexidade		
Regularidade		

Fonte: Disponível em Leivas e Bettin (2018).

Em relação ao terceiro nível de cognição, apesar do estudo indicar 11 propostas nesse sentido, a escassez dessa abordagem é ainda mais notável/crítica do que se parece. Isso se

deve ao fato de que, na categorização deste nível, estão presentes atividades em que foram aplicados os conhecimentos oriundos da temática em questão (logaritmos, probabilidade, área, volume, etc.), como é o caso de Gonçalves (2007) que, a partir de situações-problemas envolvendo fractais aplica os conceitos de progressões geométricas.

Porém, ao direcionar a investigação para as propostas que trabalham especificamente com as potencialidades de aplicação da geometria fractal, o número se reduz ainda mais. Quer dizer, apesar de existirem inúmeras aplicações dos objetos fractais no cotidiano e em diversas áreas do conhecimento, como visto na introdução deste trabalho, raramente são oferecidas atividades que permitam que os alunos lidem com essa realidade.

O trabalho de Rabay (2013) apresenta uma interessante dinâmica nesse sentido, onde os alunos são desafiados a estimarem a dimensão fractal da ilha costeira de Fernando de Noronha a partir de um mapa apresentado. Além da aplicação do logaritmo em uma situação prática, utiliza-se de aplicações do mundo físico ao tratar da irregularidade de contornos territoriais. A mesma discussão é verificada em Médice Júnior (2014, p.44) que justifica a motivação da proposta de trabalho em campo devido ao “questionamento de vários alunos com o conteúdo sempre dentro de sala e sem conectividade com suas vivências externas a escola”.

O cálculo da dimensão desses entes matemáticos são exemplos de aplicações que se potencializam ainda mais quando são associadas a situações concretas. Por exemplo, na identificação balística onde os padrões de ranhuras são confrontados e comparados de acordo com sua rugosidade, caracterizada pela dimensão fracionada; na medicina com a identificação de células sadias e doentias e a correlação entre a dimensão do córtex cerebral e do hipocampo de pacientes com Alzheimer (FILHO; MOURA, 2014). A Teoria do Caos, tão difundida no famoso “efeito borboleta” é construída modelada por fractais, sendo uma grande manifestação de sua aplicabilidade.

De fato, fazer com que uma temática como essa, que retrata a percepção complexa da realidade, seja compreensível para alunos do ensino básico é um grande desafio. Apesar de potentes as atividades que lançam mão de situações-problemas que envolvem os fractais, é essencial que os alunos possam lidar com situações concretas a fim de se minimizar o grau de abstração que essa temática pode manifestar quando trabalha de forma dissociada à realidade.

Por fim, em menor expressividade, aparecem os níveis associados às habilidades de “avaliar” e “criar”. Como exposto em seções anteriores, ao se pensar em criar, pensa-se em inovações em produções. Desse modo, atribuímos esse caráter às atividades em que seja possível manifestar a criatividade e originalidade em produções, sejam elas modelos, vídeos,

desenhos ou projetos. Encaixam-se nessa categoria as situações que propõe a criação livre de um fractal.

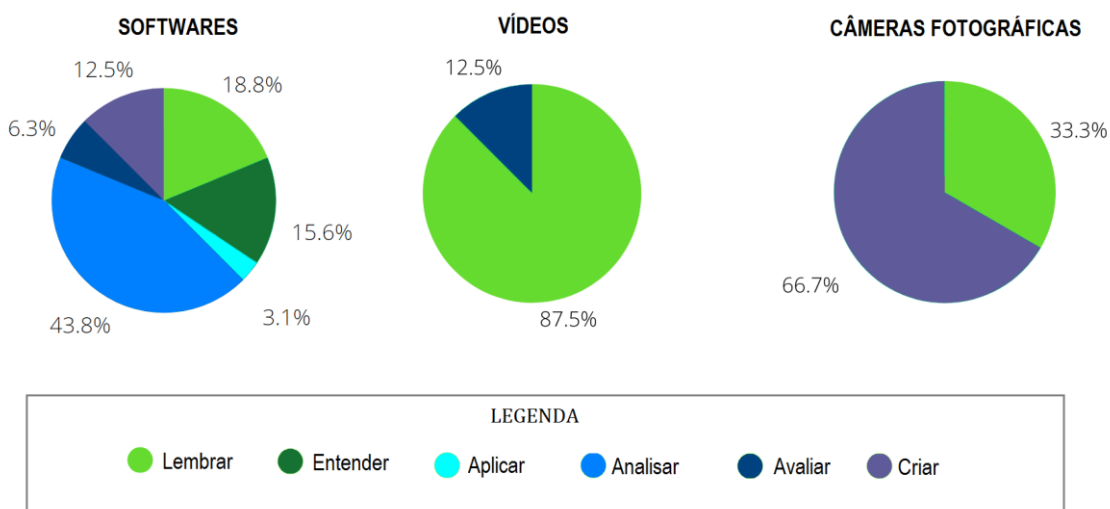
Quanto a pouca representatividade do nível “avaliar” nos trabalhos analisados, pode-se esboçar uma possível justificativa ao se pensar que a temática da geometria fractal, por ser recente, não possui métodos clássicos de avaliação bem como uma tradição avaliativa, dificultando as proposições por parte dos professores.

As atividades que em certo grau envolvem aspectos de julgamento, defesa de ideias, confronto de dados e validação através de softwares, se encaixam nessa categoria. São exemplos disso as situações em que os alunos foram estimulados a buscarem fractais no seu cotidiano, registrarem e apresentarem a turma os argumentos que justificam a característica fractal daquele objeto. Nesse sentido, são levados a avaliarem e confrontarem características de objetos físicos.

As sequências didáticas que preveem esse nível de desenvolvimento em suas atividades podem ser consideradas propostas mais completas da temática, uma vez que visam atingir o mais alto nível de desenvolvimento cognitivo aqui estabelecido, pressupondo todas as outras habilidades anteriores a elas. Mesmo que isso seja feito de forma superficial, são abordagens que, do ponto de vista da taxonomia de Bloom, melhor integrada.

Juntamente com o nível de “aplicar”, o Estado da Arte aponta que são essas as possibilidades a serem exploradas nessa temática, uma vez que os esforços das propostas de ensino estão concentrados nos níveis de Analisar, Lembrar e Entender. Fazendo um recorte desses trabalhos é possível verificar que essas conclusões podem ser estendidas para as análises de abordagens que utilizam as tecnologias da informação e comunicação.

Gráfico 4 – Taxonomia de Bloom aplicada aos recursos manipulativos digitais



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

De acordo com os gráficos (Gráfico 4), o cenário geral reflete-se integralmente nas utilizações dos softwares. Os softwares apresentados possuem considerável facilidade de manuseio e suas aplicações são sempre antecedidas por momentos de apresentação de suas ferramentas. Dessa forma, potencializam o ensino uma vez que dinamizam o processo, além de possuírem grande carga visual. Seu uso, quando aliado à construção manual de fractais, permite com que os alunos visualizem o processo da recursão de forma ilimitada, representando a característica de complexidade infinita que esses objetos apresentam e dando significado às construções matemáticas. Todos esses aspectos são fatores que facilitam o processo de análise e, portanto, sendo o nível mais abordado pelos trabalhos estudados.

Já as propostas que envolvem utilização de vídeos, apenas 1 se adequa ao nível de criação, uma vez que os alunos produzem de forma manual um mapa mental sobre o documentário que assistiram. Os 87,5% dos casos restantes utilizam os vídeos para introduzir a temática, sendo, portanto, apenas um recurso informativo. Por fim, com as ferramentas de capturas de imagens, os autores propuseram o registro de objetos fractais do mundo físico para ou reconhecerem as particularidades (1) ou avaliarem o aspecto fractal, argumentando e possibilitando defesas de argumento (2).

Dessa forma, podemos notar que dentre os resultados obtidos na investigação, verifica-se que a maioria das propostas envolvem o uso de objetos manipulativos didaticamente construídos e instrumentos herdados da cultura. Outra parte dos trabalhos envolve o uso de objetos virtuais, esses, foco do projeto de pesquisa que visamos desenvolver e por isso, contribuem de maneira considerável para a nossa iniciativa.

Em relação a análise qualitativa dos textos por meio da aplicação da taxonomia de Bloom, constatou-se que existem alguns níveis cognitivos que carecem de propostas didáticas envolvendo essa temática, como é o caso do nível “aplicar”, “criar” e “avaliar”. Contudo, grande parte das atividades concentra-se no nível cognitivo relacionado à análise. Isso indica que a maioria das propostas são elaboradas de forma a contemplar altos níveis de cognição e abstração, sobretudo quando associadas às habilidades de lembrar e entender.

Acredita-se que esse é ainda um tema que há de ganhar espaço no cenário educacional. Por isso, os resultados aqui apontados podem contribuir para o desenvolvimento de propostas de ensino, uma vez justificado o desafio de atividades que envolvam o avaliar e aplicar. Dessa forma, se manifesta como um convite a educadores e interessados pela beleza e potencialidade da geometria fractal.

4 METODOLOGIA

É importante notar que existe na literatura uma diversidade de definições que permeiam na tentativa de definir uma pesquisa científica. Comumente o termo “pesquisa” é associado aos termos investigar, explorar, buscar conhecer fenômenos, realidades e fatos acerca de um tema de maneira sistemática, metódica, reflexiva e crítica. Todos esses termos corroboram para a compreensão da prática de uma pesquisa científica. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p.48), “para essa tarefa, o pesquisador utiliza o conhecimento anterior acumulado e manipula cuidadosamente os diferentes métodos e técnicas para obter resultado pertinente às suas indagações”.

Parte integrante do processo de pesquisa é a identificação clara dos procedimentos adotados. O conjunto desses procedimentos recebe o nome de método científico, sendo, portanto, a metodologia o estudo desses métodos (PRODANOV; FREITAS, 2013). De acordo com as autoras Lakatos e Marconi (2010):

Método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista (LAKATOS; MARCONI, 2010, p.83)

A definição do modo de se encaminhar uma investigação envolve diversos fatores, que incluem a natureza do fenômeno investigado; os recursos humanos, materiais e financeiros disponíveis, bem como o tempo; o tipo de pesquisa; o objeto; e o campo de investigação. Dessa forma, torna-se parte constitutiva do processo apresentar nesta seção a caracterização da presente pesquisa. Tendo em vista que esta consiste em uma investigação de um dado fenômeno consideravelmente complexo e sem com isso realizar a manipulação de variáveis, é possível caracterizar a abordagem da pesquisa como de caráter qualitativo.

De acordo com os autores Bogdan e Biklen (1994), a investigação científica qualitativa pode ser caracterizada através de cinco aspectos: *i) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; ii) os dados coletados são predominantemente descritivos; iii) a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; iv) o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador; e v) a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.*

Contudo, evidencia-se que a abordagem qualitativa apesar de prevalecer no estudo, não representa um descarte da abordagem quantitativa, uma vez que será necessário recorrer a tratamentos quantitativos para representação de resultados de análises oriundas de nossa

investigação. Do ponto de vista da sua natureza, classifica-se como aplicada. Isso significa dizer que se preocupa com a geração de um produto dedicado a atender a um problema específico ou um conjunto deles.

Visando responder às questões de pesquisa, serão desenvolvidos Objetos de Aprendizagem (OA's) que tratarão de forma ampla a temática referente à geometria fractal. Posteriormente esses objetos serão apresentados aos professores participantes de um curso on-line e aberto de formação continuada, complementados com conteúdos específicos sobre o “ensinar a geometria fractal”. Assim pretende-se atender aos objetivos do presente trabalho.

A princípio, o grupo de participantes desta pesquisa será formado por professores e pesquisadores inscritos no curso. A coleta de dados se dará mediante testes e questionários aplicados, podendo envolver perguntas de natureza aberta ou fechada. Os questionários serão aplicados aos participantes conforme evoluem na realização do curso.

Os Objetos de Aprendizagem serão desenvolvidos conforme os preceitos e orientações recebidos durante a disciplina de Softwares e Educacionais e Objetos de Aprendizagem do PPGEM-UFJF⁶.

A metodologia utilizada para produção dos OA's segue o proposto por Scortegagna (2016) que estabelece 5 fases de desenvolvimento, a saber: análise, projeto, implementação, revisão e submissão/publicação. No desenvolvimento das duas primeiras fases, a autora sugere a produção de alguns instrumentos fundamentais para organização e planejamento dos objetos. De acordo com a autora, esses instrumentos “serão as principais fontes de documentação do OA que darão suporte a sua implementação” (SCORTEGAGNA, 2016, p.56). Cada um desses instrumentos é apresentado na seção 6 para o primeiro objeto de aprendizagem proposto. Já na terceira fase, de implementação, são utilizados os diferentes recursos tecnológicos de produção e edição de áudio e vídeo. O Apêndice A apresenta a matriz de design instrucional dos OA's e o Apêndice B apresenta o roteiro do primeiro OA já desenvolvido.

Segundo Moreira e Rosa (2009), a metodologia de pesquisa em educação de ciências foi influenciada, no decorrer do século XX, por dois paradigmas clássicos: a) pelo método quantitativo e b) pelo método qualitativo. Dessa maneira, fundamentamos a análise da nossa proposta em uma abordagem quali-quantitativa para interpretar os dados, uma vez que coletamos dados qualitativos, mas principalmente recorreremos a descrições estatísticas para quantificar informações da aplicação do curso.

⁶ Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora

Os dados recolhidos são predominantemente descritivos, tendo como fonte os questionários aplicados ao longo do curso. Estes contemplaram perguntas dicotômicas e as baseadas em uma escala de intervalo.

Os questionários foram analisados de duas maneiras: os que envolviam questões fechadas, dicotômicas ou em uma escala, foram analisadas quantitativamente a partir de estatística descritiva simples. Já as questões abertas foram analisadas de forma a identificar possíveis agrupamentos temáticos, em uma perspectiva qualitativa.

5 PRODUTOS EDUCACIONAIS

Esta seção tem por objetivo apresentar os produtos educacionais que foram desenvolvidos no âmbito desta pesquisa. Para tanto, inicialmente, são expostos alguns comentários que permitem compreender os aspectos que orientaram a proposta bem como uma justificativa para tal. Em seguida, introduzimos os produtos seguidos de suas descrições pedagógicas e metodológicas.

5.1 JUSTIFICATIVA

A revisão de literatura nos moldes do apresentado na seção anterior contribuiu para esta pesquisa em dois aspectos principais: a escolha do material pedagógico e na abordagem dos mesmos. Esses aspectos nos levaram a considerar a produção de vídeos como materiais de apoio ao ensino e aprendizagem de tópicos em geometria fractal para a educação básica.

Se quisermos oportunizar um ensino que extrapole o mero contato com o assunto, em prol de um ensino que envolva propostas pedagogicamente mais completas no sentido da taxonomia de Bloom, precisamos apoiar os docentes nesse caminhar. Nesse sentido, entendemos que há diferentes formas de apoiar: seja na oferta de oportunidades de aprendizagem aos professores, ou na elaboração de materiais de suporte à prática de ensino.

O primeiro formato dialoga com o objetivo geral de nossa pesquisa, que contempla a formação continuada docente. Porém, a abordagem escolhida para alcançar esse objetivo permite com que o segundo formato seja fortemente e igualmente contemplado. Isso é: focalizamos em oportunizar uma formação docente através de um curso on-line em que o material seja desenvolvido com foco no seu reuso no contexto de sala de aula.

Para atender a essa expectativa, consideramos a produção de um conjunto vídeos educacionais dedicados à temática dos fractais. Os vídeos, quando tomados conjuntamente, consistem em uma série interligada de maneira sequencial e progressiva. Contudo, sua principal característica é a possibilidade de serem utilizados isoladamente, consistindo cada vídeo um objeto de aprendizagem completo por si só.

De fato, essa é a ideia fundamental por trás dos Objetos de Aprendizagem, que os diferencia de outras mídias instrucionais digitais. De acordo com Wiley (2000), Objetos de Aprendizagem são componentes digitais que podem ser reutilizados em múltiplos contextos educacionais. Dessa forma, no âmbito dessa pesquisa, nos apoiamos nos pressupostos teóricos

de Wiley (2000) e Scortegagna (2016) e entendemos que o principal objetivo de um OA é apoiar a aprendizagem, sendo seu aspecto caracterizante a reusabilidade.

Pensando nisso, serão apresentados a seguir os produtos que têm como foco contribuir para esse cenário oportunizando o conhecimento e oferecendo material de apoio para inserção de tópicos de geometria fractal na educação básica.

5.2 CARACTERIZAÇÕES DOS PRODUTOS

Considerando como premissa a definição de Produto/Processo Educacional apresentada por Rizzatti et al. (2020, p.4) buscou-se o entendimento de quais e quantos Produtos Educacionais podem ocorrer como consequência do desenvolvimento da presente pesquisa:

considera-se PRODUTO/PROCESSO EDUCACIONAL (PE) na Área de Ensino, o resultado tangível oriundo de um processo gerado a partir de uma atividade de pesquisa, podendo ser realizado de forma individual (discente ou docente *Stricto Sensu*) ou em grupo (caso do *Lato Sensu*, PIBID, Residência Pedagógica, PIBIC e outros). O PE deve ser elaborado com o intuito de responder a uma pergunta/problema oriunda do campo de prática profissional, podendo ser um artefato real ou virtual, ou ainda, um processo (BESSEMER; TREFFINGER, 1981). Deve apresentar, em sua descrição, as especificações técnicas, ser compartilhável, registrado em plataforma, apresentar aderência às linhas e aos projetos de pesquisa do PPG, apresentar potencial de replicabilidade por terceiros, além de ter sido desenvolvido e aplicado para fins de avaliação, prioritariamente, com o público-alvo a que se destina (RIZZATTI et al., 2020, p.4).

Assim, estão sendo propostos os Produtos Educacionais apresentados no quadro 6. A estrutura do curso bem como o tipo de abordagem dos conteúdos foram planejados de acordo com a taxonomia dos objetivos educacionais proposto por Bloom (BLOOM, 1956).

Quadro 6 – Proposta de Produtos Educacionais a serem desenvolvidos

Produto	Descrição	Justificativa	Validação
Conhecendo a geometria fractal: conhecimentos gerais	Conjunto de Objetos de Aprendizagem que podem propiciar uma noção introdutória sobre a temática	Pode ser utilizado separadamente dos demais Objetos de Aprendizagem e com público-alvo distinto ou não dos demais produtos.	Os (As) docentes participantes do curso de formação continuada participarão da validação do Produto.
Conhecendo a geometria fractal:	Conjunto de Objetos de Aprendizagem que trazem os principais	Pode ser utilizado separadamente dos demais Objetos de	Os (As) docentes participantes do curso de formação

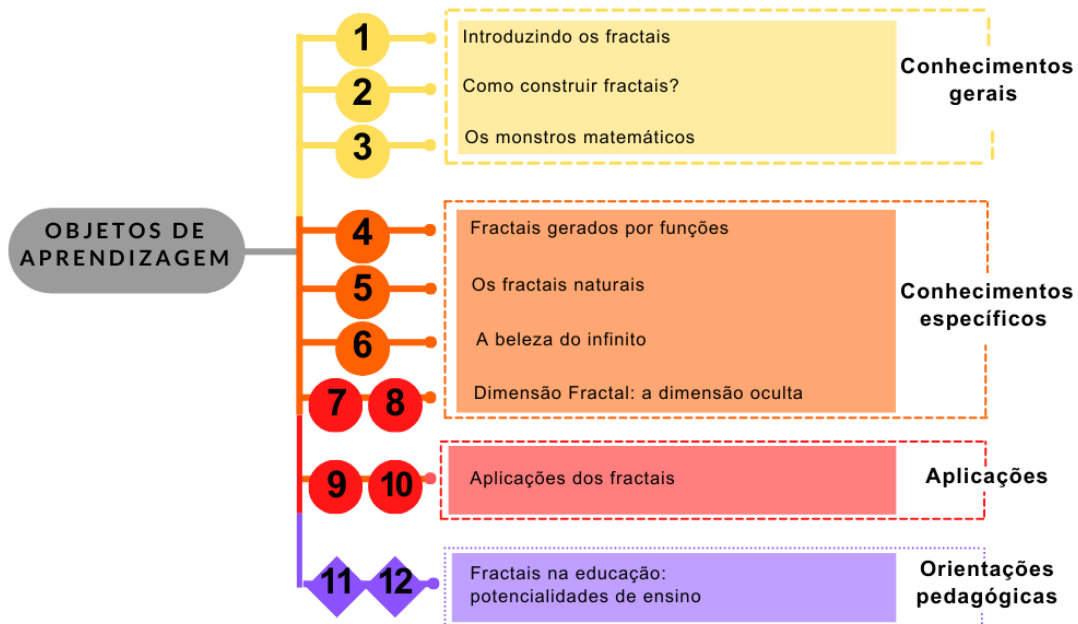
conhecimentos específicos	fundamentos matemáticos da temática	Aprendizagem e com público-alvo distinto ou não dos demais produtos.	continuada participação da validação do Produto.
Conhecendo a geometria fractal: aplicações	Conjunto de Objetos de Aprendizagem com foco nas aplicações da temática	Pode ser utilizado separadamente dos demais Objetos de Aprendizagem e com público-alvo distinto ou não dos demais produtos.	Os (As) docentes participantes do curso de formação continuada participarão da validação do Produto.
Conhecendo a geometria fractal: orientações pedagógicas	Conjunto de Objetos de Aprendizagem para apoiar/orientar o(a) docente que pretende abordar a temática, independente do grau de profundidade.	Pode ser utilizado separadamente dos demais Objetos de Aprendizagem e com público-alvo distinto ou não dos demais produtos.	Os (As) docentes participantes do curso de formação continuada participarão da validação do Produto.
Curso de formação continuada: Geometria Fractal	Utiliza os demais produtos educacionais, em conjunto com outros artefatos orientadores do curso, visando a apresentação da temática aos docentes, com foco no conteúdo e na dinâmica de apresentação desse conteúdo em sala de aula.	O curso ficará disponível, após sua versão inicial com foco na validação dos produtos e demais aspectos da dissertação, em plataforma para acesso contínuo.	Experimento principal da presente dissertação, que permitirá a validação de todos os Produtos propostos, incluindo o curso que ficará a disposição na plataforma EV-TEIA.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O planejamento e organização dos vídeos elaborados possibilita que os eixos temáticos sejam agrupados em quatro unidades de conhecimentos: conhecimentos gerais, específicos, aplicados e pedagógicos. A figura 13 a seguir destaca essa organização esquemática bem como os eixos temáticos de cada vídeo.

Há uma vantagem nessa perspectiva, e ela dialoga com os apontamentos revelados na análise pautada na taxonomia de Bloom. A vantagem é que os vídeos, separados de acordo com o conteúdo, possibilitam que o professor aborde a temática a partir de diferentes níveis do desenvolvimento cognitivo, subsidiando propostas que envolvam do nível menos complexo ao mais complexo.

Figura 13 – Unidades temáticas dos produtos educacionais



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Nessa organização, enquanto os três primeiros agrupamentos incluem, para além do grupo alvo no âmbito do curso, estudantes da educação básica, o último direciona-se especificamente para docentes e demais interessados na abordagem pedagógica da temática.

O curso será aberto e disponibilizado de forma on-line através da plataforma *Moodle*. Visando a responder à questão de pesquisa, esse produto será avaliado mediante a aplicação de questionários para os participantes da pesquisa.

6 EXPERIMENTO

Considerando as metodologias adotadas para o desenvolvimento dos Objetos de Aprendizagem, foi desenvolvido e aplicado o primeiro OA de todo o conjunto. Esta ação visou entender possíveis dificuldades com o uso das tecnologias necessárias, a condução do projeto segundo a MOA e a validação desse OA quando aplicado a uma turma da educação básica.

6.1 PRIMEIRO OA: INTRODUZINDO A GEOMETRIA DOS FRACTAIS

Esse primeiro OA consiste no primeiro vídeo da série de vídeos a serem produzidos e disponibilizados através do curso on-line “Conhecendo a geometria fractal”. Em específico, este vídeo aqui abordado é intitulado “Introduzindo a geometria dos fractais” e são abordados os tópicos que visam responder aos seguintes questionamentos: “O que são fractais? O que significa a palavra “fractal”? Quais as principais características dos fractais? Como identificar um fractal? Onde podemos encontrar exemplos dessa geometria? O que a diferencia da geometria tradicional euclidiana?”.

No que diz respeito aos conteúdos que respondem a essas interrogações, destacamos a noção apresentada sobre irregularidade e autossimilaridade. Uma exposição organizada dos objetivos, conteúdos e recursos desse OA é observada na matriz de design instrucional apresentada a seguir.

6.1.1 Matriz de Design Instrucional

A Matriz de designs instrucional é obtida durante a primeira fase de desenvolvimento do OA e é um instrumento que apresenta as características gerais do objeto: características pedagógicas, como unidade temática, objetivo e conteúdos; e características relacionadas à construção e execução. A seguir, no quadro 7, está representado um recorte da matriz de design instrucional e refere-se ao primeiro vídeo. O Apêndice A deste trabalho contém a matriz completa para consulta.

Quadro 7 – Matriz de design instrucional

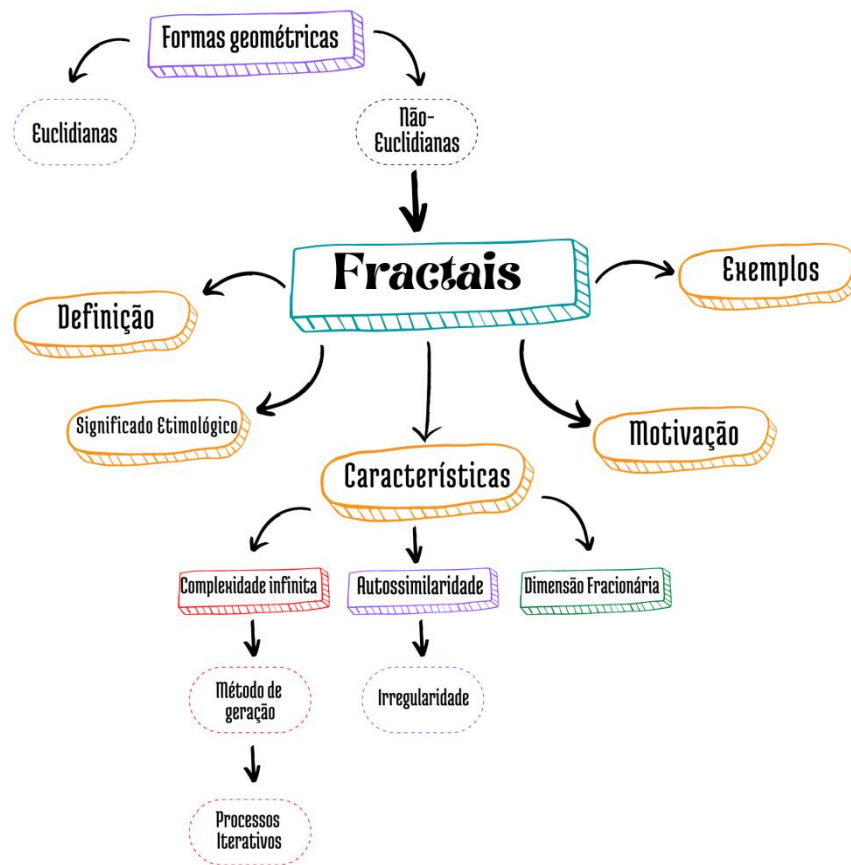
MATRIZ DE DESIGN INSTRUCIONAL	
Nome do AO/Recurso Educacional: Introduzindo a geometria dos fractais	
Professor/ Responsável Pedagógico: Renata Lopes Alves	
Designer Instrucional: Eduardo Barrére e Renata Lopes	
Data: 01/02/2021	
Contato: renatalopes.if@gmail.com - eduardo.barrere@ice.ufjf.br	
Vídeo 01: Introduzindo a geometria dos fractais	
Unidade/Tópico	Introdução ao estudo da geometria dos fractais
Objetivo	-Apresentar a motivação do estudo de objetos fractais e sua relação com a natureza; -Introduzir o estudo dos objetos fractais, apresentando sua definição e principais características;
Conteúdo	- Definição de fractais e suas principais características: autossimilaridade, complexidade infinita e dimensão fracionada. - Apresentar a noção de irregularidade dos objetos fractais. - Apresentar a noção de dependência de escala; - Exemplos de objetos com características fractais
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	- Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

6.1.2 Mapa conceitual

O mapa conceitual e o *storyboard* são obtidos durante a segunda fase de desenvolvimento do OA. O mapa conceitual apresenta de maneira gráfica os conceitos e elementos que serão abordados no objeto e como eles se relacionam entre si. A seguir é exposto o mapa conceitual referente ao primeiro objeto (Figura 14).

Figura 14 – Mapa conceitual do primeiro vídeo



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O vídeo inicia apresentando a problemática da ineficácia da geometria euclidiana em representar os objetos físicos do nosso cotidiano, como o tronco de uma árvore, a nuvem, o brócolis romanesco, e o cristal de gelo. Dessa forma, introduz-se a geometria dos fractais como uma alternativa de estudo que melhor descreve esses objetos da natureza.

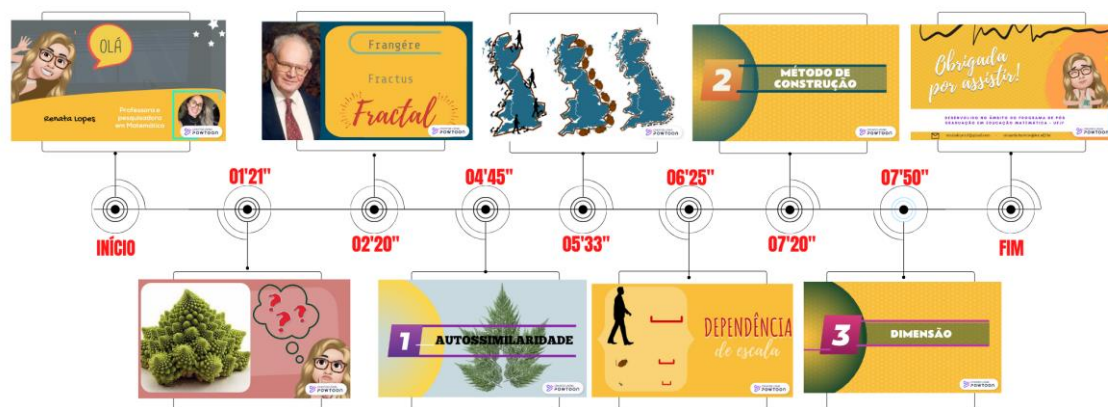
Em seguida, apresenta-se o significado etimológico do termo fractal bem como o idealizador dessa geometria, Benoit Mandelbrot. É evidenciada a dificuldade em se obter uma definição formal e única do que venha a ser o fractal e, portanto, constrói-se uma ideia do que são essas estruturas a partir da exposição de suas principais características.

Dessas, o vídeo destaca primeiramente a característica da autossimilaridade. Além desta, outra marca evidente dos fractais é a irregularidade que contém em diferentes escalas. Essa característica é, portanto, apresentada através de uma exemplificação da medida da costa da Grã-Bretanha, onde é possível perceber a irregularidade em diferentes níveis. O ponto alto deste momento é destacar que a medida da costa varia conforme variamos a métrica, caracterizando uma dependência de escala.

Este problema da costa ilustra a ideia de irregularidade e autossimilaridade consideradas por Mandelbrot. Em seguida, destaca-se que não só a natureza constrói essas formas há muito (e a todo) tempo, como também são possíveis de se obter matematicamente, através da repetição de um mesmo processo - o que chamamos de processos iterativos. Por fim, a última das características é apresentada: a dimensão fracionada que esses objetos, em geral, apresentam.

O vídeo, portanto, de caráter introdutório, apresenta os fractais e expõe algumas de suas principais características. Dessa forma, foge ao escopo deste vídeo a discussão detalhada dessas características, sendo este objetivo dos vídeos posteriores. A linha do tempo a seguir (Figura 15) marca as cenas que abordam os conteúdos até aqui elencados.

Figura 15 – Linha do tempo do primeiro vídeo



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

6.1.3 Storyboard

O *storyboard* é o instrumento que orienta principalmente a equipe técnica e contém o roteiro do objeto de aprendizagem. Com esse instrumento se concretiza o apresentado no mapa conceitual através da apresentação de uma interface, e, através das delimitações das cenas representa o como e o que será transmitido ao usuário. No Apêndice B é possível consultar o modelo de *storyboard* construído para esse produto.

Em relação a este primeiro OA, foi realizada, além da avaliação no contexto da disciplina em que foi desenvolvido, uma análise empírica a partir das considerações de alguns professores convidados a assistirem e oferecerem uma crítica livre.

As considerações consistem em importantes observações que orientam o desenvolvimento dos próximos objetos. O esforço na elaboração deste vídeo demonstra que

os procedimentos e estratégias adotados são cabíveis e o desenvolvimento é viável. A título de interesse, o vídeo pode ser consultado na íntegra no link [Introduzindo a geometria dos fractais: a geometria da natureza](#).

Visando a avaliar o potencial e aplicabilidade dos vídeos produzidos segundo esses aportes teóricos, dedicamos as seções seguintes à apresentação e discussão de uma experiência de aplicação dessa produção audiovisual em contexto específico de ensino.

6.2 PROPOSTA DE ATIVIDADE – PLANO DE AULA

Utilizando o vídeo desenvolvido foi elaborada uma sequência de atividades a ser aplicada no 6º ano do ensino fundamental. A título de interesse, encontra-se no link⁷ do drive o material utilizado na aplicação bem como os registros das respostas.

O quadro 8 é conhecido como tabela dimensional de Bloom e auxilia na identificação e organização dos objetivos instrucionais do eixo cognitivo, sendo eles definidos no presente cenário como:

- OBJ-1: Associar objetos do cotidiano a formas geométricas.
- OBJ-2: Conhecer e identificar as principais características de um fractal.
- OBJ-3: Reconhecer uma forma fractal em diversos ambientes e contextos
- OBJ-4: Comparar e diferenciar as características e propriedades da geometria fractal e da geometria euclidiana

Quadro 8 – Taxonomia Revisada de Bloom aplicada aos objetivos específicos

Tipo de conhecimento	Processo cognitivo					
	<i>Lembrar</i>	<i>Compreender</i>	<i>Aplicar</i>	<i>Analisar</i>	<i>Avaliar</i>	<i>Criar</i>
<i>Factual</i>						
<i>Conceitual</i>	OBJ-2	OBJ-3				
<i>Procedural</i>		OBJ-1		OBJ-4		
<i>Metacognitivo</i>						

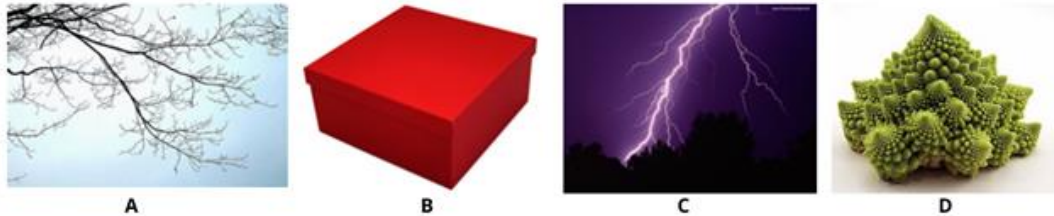
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A sequência foi organizada em 4 etapas de atividades, com duração total de 3 horas-aula. As duas primeiras atividades ocorrem previamente à apresentação do vídeo, e as duas últimas após a apresentação deste.

⁷ <https://drive.google.com/drive/folders/1ACVCPAxRdygJfBpKXn2noJXtWiu93oA4?usp=sharing>

Na **Etapa 1** foi proposto aos alunos que relacionem figuras, vide Figura 16, de objetos do cotidiano a formas geométricas euclidianas.

Figura 16 – Figuras apresentadas aos alunos na aplicação da etapa 1



Fonte: Autoria própria (2021)

Na **Etapa 2** é solicitado que os alunos analisem as mesmas figuras e se esforcem para reconhecer e elencar algumas características e propriedades observadas em cada uma. Além disso, deverão classificá-las em formas geométricas conhecidas ou desconhecidas.

Após a apresentação do vídeo, a **Etapa 3** é o momento em que ocorre o debate sobre os tópicos abordados no vídeo mediante algumas intervenções, através das seguintes questões para discussão:

1. *O que vocês entenderam por “fractal”? Vocês perceberam que os fractais estão muito presentes no nosso dia-a-dia. Diga onde é possível encontrar exemplos dessas estruturas e cite exemplos*
2. *Retomando a atividade de associação dos elementos da natureza às formas geométricas, vocês mudariam suas respostas após assistir ao vídeo?*
3. *Vocês conseguem notar, nas imagens que analisamos, a presença de alguma característica citada no vídeo? Se sim, quais?*
4. *Ainda sobre a atividade, vocês acham que aqueles objetos são fractais? Por quê?*
5. *Facilitaria o preenchimento da tabela caso vocês já tivessem conhecimento da geometria fractal?*

Na **Etapa 4** os alunos são convidados a organizarem as ideias, destacando os principais elementos que diferenciam a geometria a qual estão habituados a trabalharem – a geometria euclidiana – e a nova geometria apresentada, a geometria fractal.

6.3 RELATO DE EXPERIÊNCIA - COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII

A sequência de atividades apresentada foi aplicada no colégio de aplicação da UFJF, Colégio de Aplicação João XXIII, durante o mês de junho de 2021, e contou com a

participação de 3 turmas do 6º ano do ensino fundamental, o que representava em média 60 alunos participantes.

Após a realização da sequência, foi proposto que os alunos respondessem, com base na escala *Likert*, a um formulário que continha 6 afirmativas objetivas:

- 1) Estudar a geometria fractal ajuda a entender melhor a realidade e os objetos da natureza.
- 2) A geometria fractal se relaciona com diversos conteúdos matemáticos
- 3) Consigo perceber a relação da geometria fractal em outras áreas do estudo além da matemática.
- 4) Considero a geometria fractal um tema importante para o meu aprendizado
- 5) O vídeo apresentado conseguiu apresentar a geometria fractal de maneira clara e contribuiu para o entendimento do conteúdo.
- 6) A linguagem utilizada no vídeo é compreensível e adequada.

Devido à pandemia de covid-19 que assola o mundo, as aulas ocorreram remotamente. Dessa forma, foi utilizada a plataforma *Google Meet* para realização dos encontros síncronos e toda aplicação demandou 3 horas, distribuídas em 2 dias. As Etapas 1 e 2 antecedem à apresentação do vídeo e as Etapas 3 e 4 são posteriores ao vídeo.

6.3.1 Etapa 1

Os alunos participaram ativamente, e realizaram de tal forma a não identificar somente uma forma euclidiana que representa a figura (até pela dificuldade que seria) mas alegaram ser possível visualizar várias formas geométricas, a depender da parte que olhamos e de como olhamos. O quadro 9 a seguir sintetiza as respostas registradas nesse momento.

Quadro 9 – Registro das respostas dos alunos na etapa 1

Objeto	Forma geométrica
Galhos de uma árvore	Retângulo, cilindro, triângulo, quadrado +, trapézio
Caixa de presente	Retângulo, paralelepípedo, cubo, prisma, losango
Trajectoria de um raio	Triângulo, retângulo, círculo, quadrado, prisma de base triangular
Brócolis romanesco	Pirâmide, círculo, cone, esfera, triângulo

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

É importante salientar que nas imagens A, C e D da figura 16, a variedade de figuras geométricas apresentadas, de naturezas distintas (como por exemplo, círculo e triângulo foram apontados para a figura dos troncos de uma árvore) revela: (i) que a identificação não é clara, do contrário a resposta seria unânime; (ii) as sugestões dos alunos denotam um caráter de insegurança, de tal modo que sentiam a necessidade de dizer onde estavam visualizando aquela forma geométrica. Em sua maioria, diziam “parece”, “lembra”, “quase é”, antes de dizer a figura geométrica.

De certo modo, diferentemente ocorreu para o caso da figura da caixa (B). Apesar da resposta não ser unânime, percebemos que há certa similaridade quanto à natureza das respostas, e todas as possíveis de serem visualizadas, a depender do ângulo que considerássemos. Inclusive, esse ponto foi relatado pelo aluno que apresentou como sugestão “losango”. Outras respostas revelam que os alunos, devido sua pouca maturidade intelectual, ainda fazem confusões com as formas geométricas euclidianas. No mais, consideramos esse um momento oportuno para destacar aos alunos a diferença, por exemplo, da essência de um quadrado e um cubo, ou ainda, de um cubo e um paralelepípedo.

6.3.2 Etapa 2

Os alunos associaram termos interessantes às figuras, conforme destaca o Quadro 10. Nesse contexto, destacamos termos que encaramos como sinônimos e revelam a percepção da natureza irregular dos exemplos fractais (até então desconhecidos): “sem continuidade”, “irregular”, “distorcido”, “quebrado”, “fragmentado” e “craquelado”. Outro aspecto foi apresentado por uma das alunas sobre o brócolis: “cada parte dela parece ela inteira, porém em miniatura”. Essa definição na verdade é uma observação característica dos fractais, a autossimilaridade, posteriormente apresentada no vídeo.

Quadro 10 – Registro das respostas dos alunos na etapa 2

Objeto	Características observadas
Galhos de uma árvore	- Os finais parecem triângulos - Há formas não definidas e formas que conhecemos bem - Sem continuidade, irregular e sem padrão.
Caixa de presente	- De acordo com o ângulo que olhamos, podemos ver um losango ou quadrado. - Olhando de cima parece quadrado, de lado parece cubo (olhando de outro ângulo)

	- Independente de como olhamos, é padronizado.
Trajectoria de um raio	- Há partes claras e escuras; partes longas e curtas - Distorcido e sem padrão - Linhas craqueladas, onduladas; é fragmentado, quebrado
Brócolis Romancesco	- Parece um cacto, parece espinhoso. - Contém vários “buraquinhos” - Contém vários cones - Cada parte dela parece ela inteira, porém em miniatura.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

As etapas 1 e 2 demonstraram aos alunos que a geometria e as formas geométricas que conhecemos se manifestam como inviáveis e limitadas para representar os objetos do nosso cotidiano. Em seguida, foi introduzido o vídeo com o objetivo de apresentar a geometria dos fractais como uma alternativa de geometria que melhor descreve os objetos da natureza e do mundo físico.

6.3.3 Etapas 3 e 4

Essas etapas ocorreram após a apresentação do vídeo e, portanto, a maior parte do tempo foi dedicada à discussão dos tópicos abordados no roteiro. Durante o debate, quando questionados sobre a presença de outros exemplos fractais em nosso dia a dia, os estudantes elencaram diversos outros exemplos, como neve, pétalas de uma flor, algas, nuvens etc. Assim, foi possível perceber que os alunos assimilaram a noção visual do fractal.

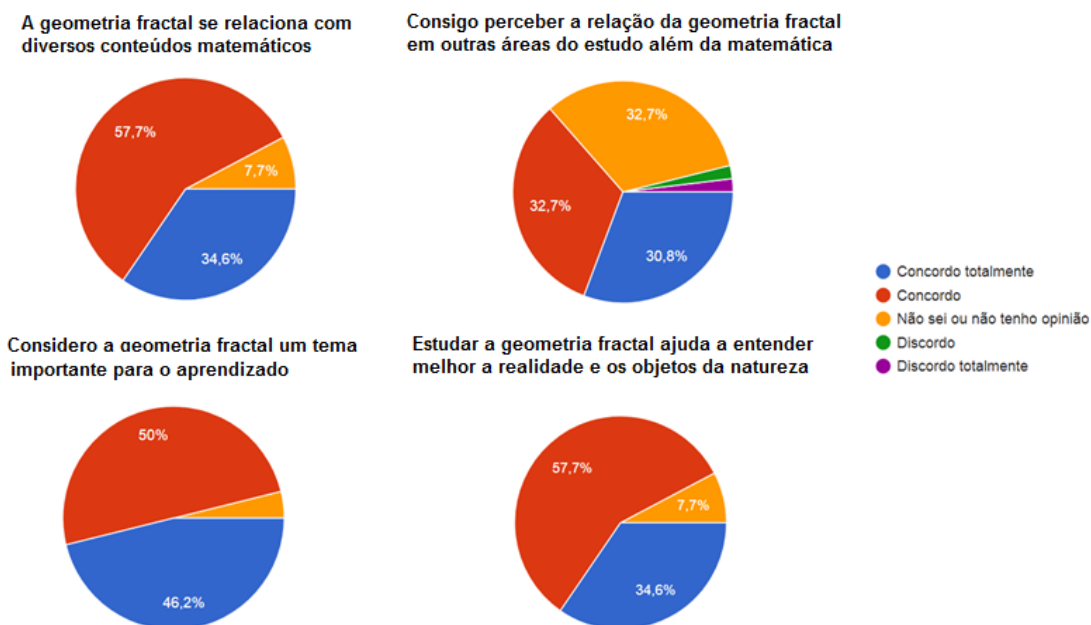
Seguindo com as discussões, quando questionados sobre a presença de outros exemplos fractais em nosso dia a dia, os estudantes elencaram diversos outros exemplos, como neve, pétalas de uma flor, algas, nuvens, pinheiros e pinhas, etc.. Dessa forma, foi possível perceber que os alunos assimilaram a noção visual do fractal.

Outra evidência dessa compreensão foi verificada ao retornar às imagens discutidas nas primeiras atividades. Foi questionado aos alunos se consideravam alguma dessas estruturas como exemplo de fractal. Nessa discussão, disseram que as imagens A, C e D constituem exemplos de fractais, justificando seu aspecto “quebrado”, enquanto a figura B todos disseram não representar um fractal, não possuindo “nada solto”.

Por fim, foi disponibilizado o formulário aos alunos e 52 respostas foram registradas. Os gráficos a seguir (Gráfico 5 e Gráfico 6) destacam dois aspectos: referentes à contribuição da aprendizagem de geometria fractal; e referente à contribuição do vídeo nesse processo.

Pela análise dos gráficos é possível perceber a predominância de respostas positivas para ambos os aspectos analisados.

Gráfico 5 – Resultados do questionário referente à contribuição da aprendizagem da temática



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Em relação às respostas consideradas negativas nas questões destacadas no gráfico 6, apenas 1 aluno respondeu negativamente, discordando que a linguagem do vídeo seja adequada ou compreensível; e discordando totalmente que este tenha conseguido apresentar a temática de maneira clara e contribuindo para a aprendizagem.

Gráfico 6 – Resultados do questionário referentes ao vídeo apresentado



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Por fim, dedicamos um espaço final no formulário para que os alunos pudessem manifestar livremente sua percepção e realizar comentários. As respostas registradas demonstram a satisfação dos alunos com a aula e o novo aprendizado. Nesse sentido, finalizamos esta seção destacando dois desses comentários: “A geometria está em todo lugar”, e “Obrigado professora, essa matéria será mais um aprendizado para vida”.

7 O CURSO “CONHECENDO A GEOMETRIA FRACTAL”

O curso “Conhecendo a Geometria Fractal”⁸ teve por finalidade oportunizar uma formação docente através de um curso on-line em que o material foi desenvolvido com foco no conteúdo e na dinâmica de apresentação desse conteúdo em sala de aula. O curso livre e gratuito foi disponibilizado em parceria com a plataforma Escola Virtual TEIA - EV-TEIA / UFJF⁹. O curso foi estruturado em 6 módulos:

- Módulo 1: Apresentação;
- Módulo 2: Conhecimentos Gerais;
- Módulo 3: Conhecimentos Específicos;
- Módulo 4: Aplicações;
- Módulo 5: Orientações Pedagógicas;
- Módulo 6: Encerramento.

O curso foi pensado para a formação continuada de professores e estudantes de cursos de licenciatura. No entanto, o público em geral estava autorizado a realizar o curso sem nenhuma restrição. A carga horária estimada para realizar o curso era de 40 horas. Ele foi realizado na modalidade a distância, 100% on-line e utilizando a plataforma Moodle. Tratou-se de um curso sem tutoria, isto é, sem a presença de um tutor para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo e as atividades. Portanto, o aluno foi responsável pelo seu aprendizado e desenvolvimento.

O curso teve como objetivos:

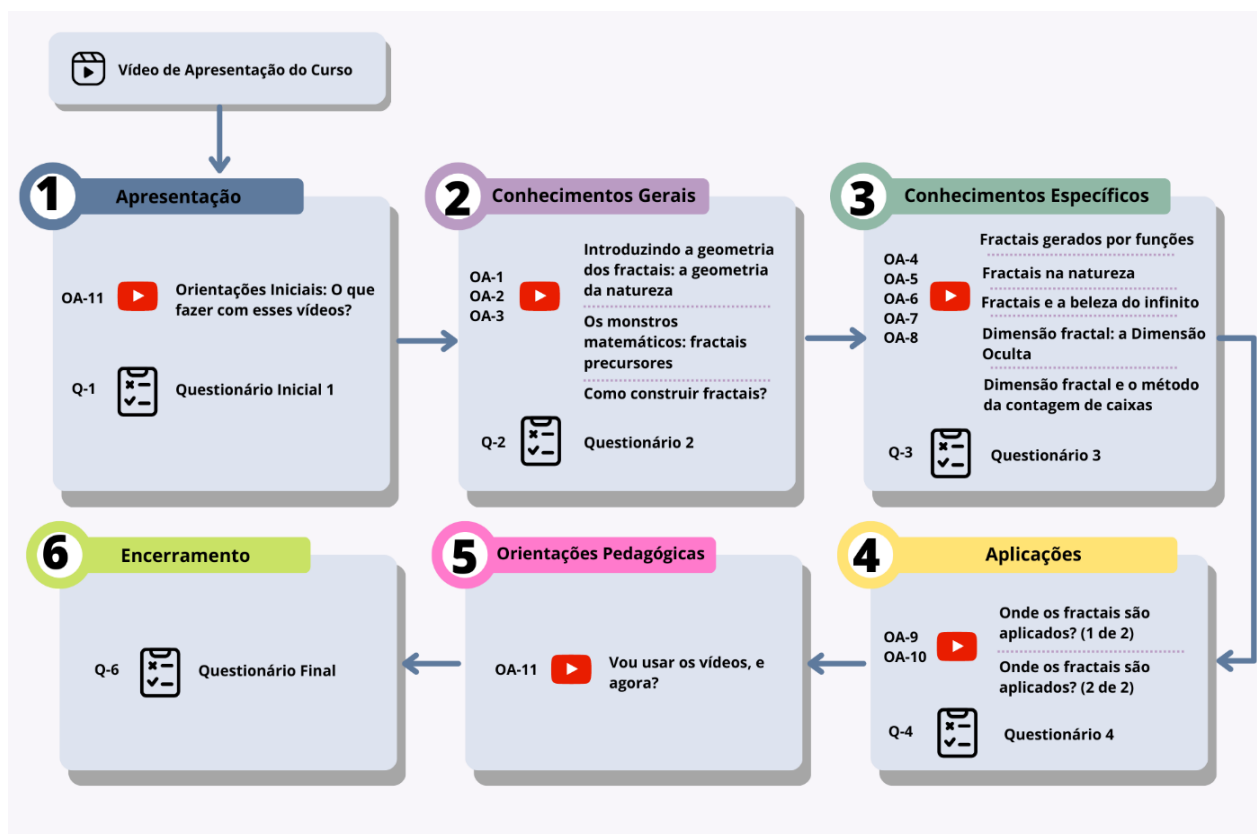
- Divulgar tópicos em Geometria Fractal para docentes e demais interessados na aprendizagem e/ou ensino da temática;
- Explorar possibilidades para que a Geometria Fractal possa ser ensinada, por meio de um curso de formação continuada on-line e aberto, e, conseqüentemente, possa ser posteriormente inserida em salas de aula de educação básica;
- Fornecer recurso didáticos digitais bem como orientações didático-pedagógicas a fim de auxiliar a inserção da temática em salas de aula da educação básica;
- Colaborar na avaliação dos vídeos para uso nas aulas (on-line e presenciais), como parte de uma pesquisa do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da UFJF.

⁸ Acesso em: <http://31.220.56.145/moodle/?redirect=0>

⁹ Acesso em: <http://31.220.56.145/moodle/>

As avaliações foram feitas mediante a aplicação de formulários a serem respondidos ao final dos módulos, sempre com caráter pedagógico e não de conteúdo, e um formulário de encerramento referente à avaliação de satisfação. A figura 17 ilustra a organização do curso e seus componentes.

Figura 17 – Organização do curso em módulos e seus componentes.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

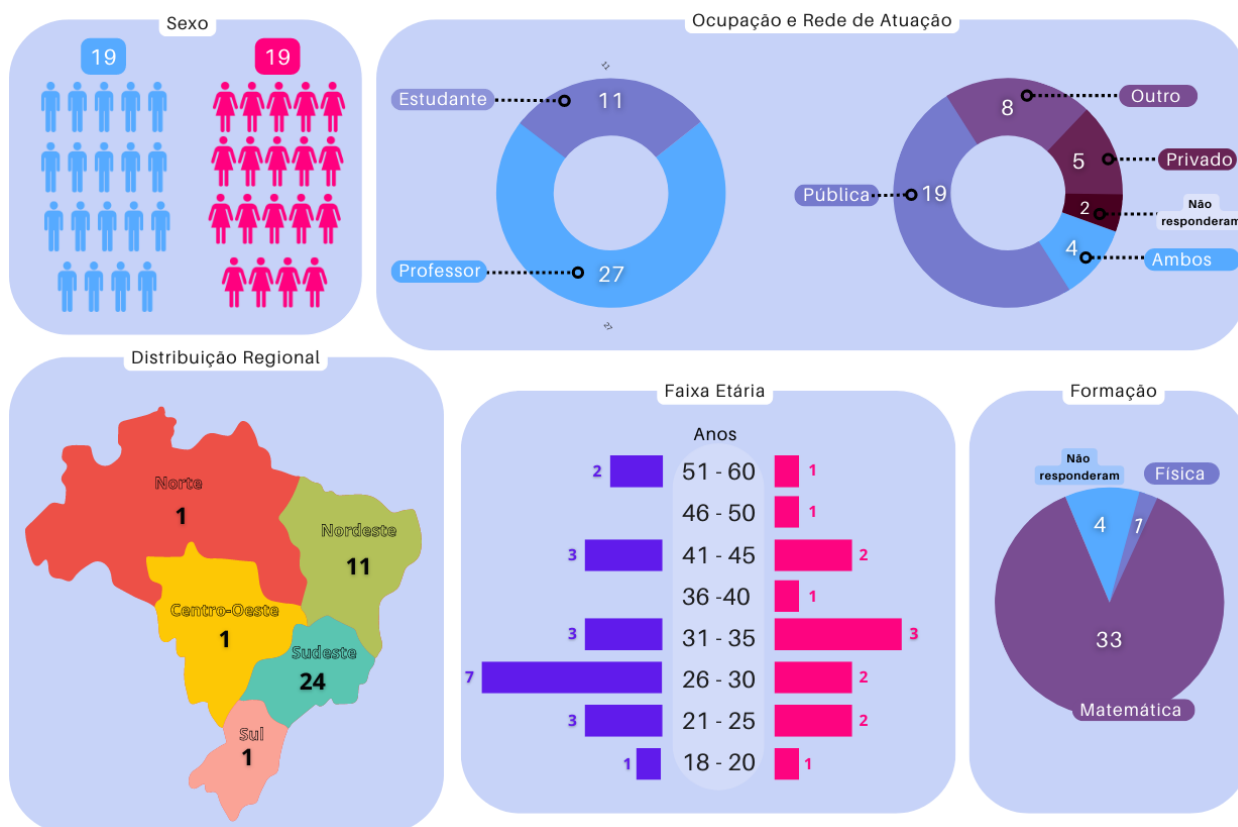
Os resultados que aqui seguem são referentes à aplicação piloto do curso, que esteve disponível durante 40 dias, entre os dias 09 de junho de 2023 e 18 de julho de 2022.

7.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Para confirmar a inscrição no curso, os interessados precisavam primeiramente realizar um cadastro na plataforma EV-TEIA. Para tal, era necessário responder a um formulário contendo dados pessoais gerais e em seguida, deveriam se inscrever no curso disponível na página inicial da plataforma. Concluíram esta primeira etapa 165 pessoas, como uma manifestação de interesse em realizar o curso e, destes, 62 completaram a inscrição e deram início ao curso.

Contudo, como o nosso interesse é analisar o perfil dos participantes ativos do curso as caracterizações aqui a serem expostas são referentes somente aos participantes que finalizaram o curso. Por motivos diversos e como é usual em práticas como essa (CORRÊA, LOUREIRO, 2021), cerca de 39% dos cursistas abandonaram o nosso curso em algum momento. Dessa forma, chegamos ao núcleo final de análise com 48 cursistas. O gráfico 7 a seguir sintetiza o perfil destes participantes. Os dados são provenientes do formulário preenchido no ato da inscrição na plataforma.

Gráfico 7 – Síntese do perfil dos cursistas



Fonte: Dados retirados do formulário de inscrição

Em relação ao sexo, nossos cursistas correspondem a 19 homens e 19 mulheres. Quanto à ocupação, a maioria é professor (27) e o restante compõe-se por estudante da área (11). Já na área de formação, apenas 1 cursista diverge dos demais: 33 são licenciandos ou licenciados em matemática e 1 licenciado em física.

Em relação a rede de atuação, a maioria é atuante na rede pública e em segundo lugar aparecem aqueles que responderam “outros” (8). Possivelmente encaixam-se nessa categoria os professores da rede federal e aqueles que não estavam atuando em sala de aula no

momento da pesquisa – ambas opções não contempladas nas alternativas. Dos 11 restantes, 5 atuam na rede privada e 4 atuam tanto na rede pública quanto na rede privada.

Quanto à expressão regional, nosso curso é representado em maioria por cursistas da região Sudeste (24) e Nordeste (11). Já as regiões Norte, Sul e Centro-Oeste são representados por 1 cursista cada. A faixa etária é bastante heterogênea, com cursistas desde o que evidencia praticabilidade plural do curso.

8 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção, apresentamos as questões que foram respondidas; os instrumentos utilizados para coleta de dados, seguido da exposição sumarizada dos resultados e suas análises.

8.1 QUESTÕES RESPONDIDAS

Associamos as questões respondidas em três grupos, a depender do objeto a que se referem, a saber: conteúdo/temática, recurso e produto. Dessa forma, agrupamos as questões relacionadas à temática e ao conteúdo dos vídeos; as questões que dizem respeito ao recurso em si; e por fim as questões relacionadas ao curso em geral. O quadro 11 a seguir identifica cada questão dentro dos agrupamentos:

Quadro 11 – Questões a serem respondidas por grupo.

Grupo	Questões	Código
Grupo A: Em relação ao conteúdo abordado	I - A temática é compreensível por alunos da Educação Básica? Ensino Fundamental e Médio?	A-I
	II - A temática é relevante?	A-II
	III - A temática é adequada?	A-III
	IV - O conteúdo é viável para a Educação Básica?	A-IV
Grupo B: Em relação aos recursos (vídeos)	I - Os recursos são: compreensíveis, adequados e relevantes?	B-I
	II - Qual a viabilidade de utilização dos recursos em sala de aula?	B-II
	III - O recurso favorece o interesse dos alunos pela aprendizagem do tema?	B-III
Grupo C: Em relação ao curso	I - O curso é capaz de transmitir os principais tópicos da temática de maneira eficiente?	C-I
	II - O curso oferece conhecimentos pedagógicos que auxiliam a prática em sala de aula?	C-II
	III - O curso fornece orientações para a aplicação do conteúdo em sala de aula?	C-III

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

8.2 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Uma vez definidas as questões a serem respondidas, os formulários foram elaborados de forma a atender essas questões, orientando nosso trabalho nesse processo. A seguir apresentamos os formulários elaborados.

O formulário de cadastro incluía perguntas referentes aos dados pessoais necessários para posterior efetivação do certificado do curso, bem como informações básicas referentes à formação e à atuação, como destacado no quadro 12 a seguir:

Quadro 12 – Informações sobre o formulário de cadastro

Código	Pergunta	Opções
F0.1	Como você conheceu a EV-TEIA?	Fechada – Múltipla Escola
F0.2	Qual é sua data de nascimento?	Aberta
F0.3	Qual é seu gênero?	Fechada – Múltipla Escola
F0.4	Qual é sua profissão/ocupação?	Fechada – Múltipla Escola
F0.5	Se professor(a), qual é sua formação?	Fechada – Múltipla Escola
F0.6	Caso seja professor(a), qual é a sua rede de atuação?	Fechada – Múltipla Escola
F0.7	Se professor(a), qual é a sua carga horária (em horas-aula) por semana?	Fechada – Múltipla Escola

Fonte: Formulário de cadastro (F0) elaborado pela autora.

Os próximos questionários foram aplicados no decorrer do curso, ao final dos módulos 1-4 e 6, sendo que formulários de 2-4 possuem basicamente o mesmo conteúdo. Nos quadros 13-16 a seguir são descritas as perguntas apresentadas seguidas do código que as identificam para fins de organização textual, facilitando o processo de referência daqui em diante.

Quadro 13 – Informações sobre o formulário do módulo 1.

Código	Afirmativas/ Perguntas – Formulário Módulo 1	Fechada/ Escala	Aberta - Dissertativa
F1.1	Atuação (selecione uma ou mais opções)	X	
F1.2	Você leciona ou já lecionou o conteúdo de Geometria Fractal?	X	
F1.3	Você utiliza ou já utilizou vídeos em suas aulas?	X	
F1.4	Como você considera seu nível de familiaridade com o uso de tecnologias?	X	
F1.5	Em que contexto você teve contato com a temática?	X	
F1.6	Caso tenha respondido “Outros” na pergunta anterior, favor descrever quais são esses outros contextos.		X
F1.7	Na sua opinião, quais são as maiores dificuldades em inserir tópicos de geometria fractal em sala de aula? Selecione uma ou mais opções.	X	
F1.8	Caso tenha respondido “Outros” na pergunta anterior, favor		X

	descrever quais são as maiores dificuldades		
--	---	--	--

Fonte: Formulário do módulo 1 (F1) elaborado pela autora.

Quadro 14 – Informações sobre os formulários dos módulos 2 e 4.

Código	Afirmativas/ Perguntas – Formulário módulo 2 e 4	Fechada – Escala	Aberta - Dissertativa
F2.1 e F4.1	Em relação à afirmativa, o conteúdo tratado nessas videoaulas é relevante.	X	
F2.2 e F4.2	Análise a afirmativa: o conteúdo tratado nessas videoaulas está claro e objetivo.	X	
F2.3 e F4.3	Análise a afirmativa: o conteúdo tratado nessas videoaulas está compreensível.	X	
F2.4 e F4.4	Análise a afirmativa: o conteúdo tratado nessas videoaulas está correto.	X	
F2.5 e F4.5	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão ADEQUADOS?	X	
F2.6 e F4.6	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão COMPREENSÍVEIS?	X	
F2.7 e F4.7	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas SÃO RELEVANTES?	X	
F2.8 e F4.8	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas são APLICÁVEIS?	X	
F2.9 e F4.9	Sobre as videoaulas, você considera a QUALIDADE:	X	
F2.10 e F4.10	Sobre as videoaulas, você considera a APLICABILIDADE NO ENSINO PRESENCIAL:	X	
F2.11 e F4.11	Sobre as videoaulas, você considera a ATRATIVIDADE (capaz de estimular o interesse dos alunos):	X	
F2.12 e F4.12	Sobre as videoaulas, para você elas são INOVADORAS?	X	
F2.13 e F4.13	Sobre as videoaulas, você considera a SEQUÊNCIA LÓGICA DOS ASSUNTOS:	X	
F2.14 e F4.14	O que você mais gostou?		X
F2.15 e F4.15	O que pode ser melhorado?		X
F2.16 e F4.16	Os conhecimentos adquiridos nas videoaulas apresentadas neste módulo são aplicáveis na sua rotina de trabalho? Em caso negativo, justifique.		X
F2.17 e F4.17	Você se sente capaz para aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante o módulo? Em caso negativo, justifique.		X
F2.18 e F4.18	Avalie este módulo de forma geral	X	

Fonte: Formulários dos módulos 2 e 4 (F2 e F4) elaborados pela autora.

Quadro 15 – Informações sobre os formulários do módulo 3.

Código	Afirmativas/ Perguntas – Formulários módulos 3	Fechada –	Aberta -
--------	---	-----------	----------

		Escala	Dissertativa
F3.1	Analise a afirmativa: o conteúdo tratado nessas videoaulas está claro e objetivo.	X	
F3.2	Analise a afirmativa: o conteúdo tratado nessas videoaulas está compreensível.	X	
F3.3	Analise a afirmativa: o conteúdo tratado nessas videoaulas está correto.	X	
F3.4	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão ADEQUADOS?	X	
F3.5	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão COMPREENSÍVEIS?	X	
F3.6	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas SÃO RELEVANTES?	X	
F3.7	Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas são APLICÁVEIS?	X	
F3.8	Sobre as videoaulas, você considera a QUALIDADE:	X	
F3.9	Sobre as videoaulas, você considera a APLICABILIDADE NO ENSINO PRESENCIAL:	X	
F3.10	Sobre as videoaulas, você considera a ATRATIVIDADE (capaz de estimular o interesse dos alunos):	X	
F3.11	Sobre as videoaulas, para você elas são INOVADORAS?	X	
F3.12	Sobre as videoaulas, você considera a SEQUÊNCIA LÓGICA DOS ASSUNTOS:	X	
F3.13	O que você mais gostou?		X
F3.14	O que pode ser melhorado?		X
F3.15	Os conhecimentos adquiridos nas videoaulas apresentadas neste módulo são aplicáveis na sua rotina de trabalho? Em caso negativo, justifique.		X
F3.16	Você se sente capaz para aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante o módulo? Em caso negativo, justifique.		X
F3.17	Avalie este módulo de forma geral:	X	

Fonte: Formulário do módulo 3 elaborado pela autora (F3)

Quadro 16 – Informações sobre os formulários final

Código	Afirmativas/ Perguntas – formulário final	Fechada – Escala	Aberta - Dissertativa
FF.1	O curso é capaz de transmitir os principais tópicos da temática de maneira eficaz.	X	
FF.2	O curso oferece conhecimentos pedagógicos que auxiliam a prática em sala de aula.	X	
FF.3	O curso fornece orientações para aplicação do conteúdo em sala de aula.	X	
FF.4	Esse curso pode motivar os estudantes a aprenderem o tema	X	
FF.5	Considerando os recursos tecnológicos que possui na sua escola, é viável a utilização desses vídeos com os estudantes.	X	
FF.6	Considerando a crescente necessidade do uso da modalidade do ensino à distância/ensino remoto, você considera que esse material pode ser um aliado do professor nesse contexto	X	
FF.7	O curso atendeu minhas expectativas.	X	

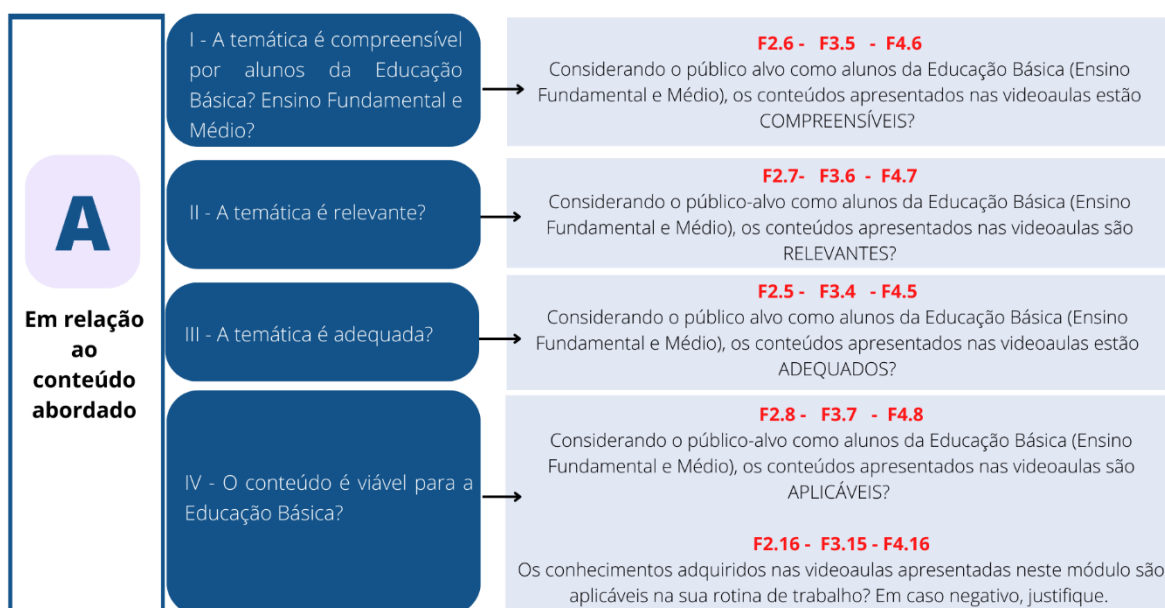
FF.8	O curso cumpriu os objetivos propostos.	X	
FF.9	O que você mais gostou? Por quê?		X
FF.10	O que você menos gostou? Por quê?		X
FF.11	Você tem algum comentário adicional que não foi contemplado pelas perguntas acima?		X
FF.12	Você se sente capaz para aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante o curso? Em caso negativo, justifique.		X
FF.13	A proposta estimulou e desencadeou novas ideias? Em caso negativo, justifique.		X
FF.14	Considerando todos os aspectos, como você avaliaria este curso como um todo?	X	

Fonte: Formulário final elaborado pela autora (FF).

8.3 RESPONDENDO ÀS QUESTÕES

Elaboramos a figura 18 a seguir que especifica a relação entre cada questão a ser respondida e as perguntas tais como foram apresentadas nos formulários. Em vermelho é possível verificar o código de cada pergunta para facilitar a identificação e fins de síntese textual.

Figura 18 – Questões do grupo A, relacionadas ao conteúdo.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A leitura é feita da seguinte forma: A primeira questão do grupo A é “A temática é compreensível por alunos da Educação Básica? Ensino Fundamental e Médio?”. Para responder à essa questão, nos apoiamos nos registros das perguntas F2.6, F3.5 e F4.6 dos

formulários, a saber: “Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão compreensíveis?”.

A seguir cada questão será discutida individualmente. Separamos essa análise por grupo, e, semelhantes à figura 18, foram elaboradas também para os grupos B e C.

Grupo A

Para o grupo A, organizamos 4 questões que buscam avaliar a temática da geometria fractal – ou seja, o teor do conteúdo abordado. Para tanto, analisamos a compreensão, adequação e relevância e viabilidade da temática para alunos da Educação Básica.

- **Questão A-I: A temática é compreensível por alunos da Educação Básica? Ensino Fundamental e Médio?**

No formulário 2, 33 concordam totalmente, 4 concordam parcialmente e 1 discorda. No formulário 3, 31 concordam totalmente e 7 concordam parcialmente. No formulário 4, 33 concordam totalmente, 5 concordam parcialmente. Em média, cerca de 85,1% concordam totalmente que considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão compreensíveis; 14% concordam parcialmente com a afirmativa e 0,9% discordam. Os resultados nos indicam que apenas 1 cursista considera que, em específico, os conteúdos do módulo 2, de alguma forma não é compreensível por alunos da Educação Básica (vide tabela 1):

Tabela 1 – Resultado das perguntas relacionados às questões do grupo A. Na tabela, “CT” significa “Concordo totalmente” e “CP” significa “Concordo parcialmente”

Afirmativa	Questionário	CT	CP	Discordo
Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão compreensíveis	2	33	4	1
	3	31	7	0
	4	33	5	0
Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão adequados	2	33	5	0
	3	32	6	0
	4	33	5	0
Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas são relevantes	2	33	5	0
	3	34	4	0
	4	36	2	0
Considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas são APLICÁVEIS?	2	28	10	0
	3	30	7	1
	4	31	5	2

Fonte: Dados da pesquisa.

- **Questão A-II: A temática é relevante?**

No formulário 2, 33 concordam totalmente e 5 concordam parcialmente. No formulário 3, 34 concordam totalmente e 4 concordam parcialmente. No formulário 4, 36 concordam totalmente e 2 concordam parcialmente (vide tabela 1). Em média, cerca de 89,5% concordam totalmente que considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas são relevantes e 9,6% concordam parcialmente com a afirmativa. Assim como para a pergunta anterior, ocorre que a totalidade dos cursistas concordam com a afirmativa em certo grau.

Além disso, os resultados dessa pergunta nos permitem também depreender que o conteúdo do módulo 4 obteve maior aceitação quanto à sua relevância para a Educação Básica.

- **Questão A-III: A temática é adequada?**

Nos formulários 2 e 4, conforme consta tabela 1, 33 pessoas concordam totalmente, 5 concordam parcialmente. No formulário 3, 32 concordam totalmente e 6 concordam parcialmente. Em média, cerca de 86% concordam totalmente que considerando o público-alvo como alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), os conteúdos apresentados nas videoaulas estão adequados e 14% concordam parcialmente com a afirmativa. Os resultados nos mostram que a totalidade concorda com a afirmativa em certo grau.

- **Questão A-IV: O conteúdo é viável para a Educação Básica?**

Para atender à quarta questão do grupo A apoiamos nossa análise em duas perguntas de naturezas distintas. A primeira trata-se de uma afirmativa com opções em escala, nos moldes das perguntadas analisadas até aqui. Dessa forma, quando questionados sobre a aplicabilidade do conteúdo na Educação Básica, foram registradas as seguintes respostas: No módulo 2, 28 concordam totalmente que o conteúdo é aplicável e 10 concordam parcialmente; no módulo 3, 30 concordam totalmente, 7 parcialmente e apenas 1 pessoa discorda. Por fim, no módulo 4, 31 cursistas concordam totalmente, 5 concordam parcialmente e 2 discordam.

Já a segunda pergunta trata-se de uma formulação discursiva, de caráter não obrigatório. Por consistir em uma análise mais aberta, a priori avaliamos quantitativamente os registros. A princípio, limitamos em caracterizar cada resposta em favorável ou não-favorável em relação à aplicação. Dessa análise, surge a primeira correlação que vale destacar, sintetizada/traduzida na seguinte pergunta: Qual foi o módulo com mais respostas negativas e/ou indecisas quanto à aplicabilidade? A tabela 2 a seguir traz esses valores.

Tabela 2 – Porcentagem de respostas consideradas não-favoráveis quanto à aplicabilidade dos módulos

Módulo 2		Módulo 3		Módulo 4	
9	23,7%	3	7,9%	4	10,5%

Fonte: Formulários F2, F3 e F4.

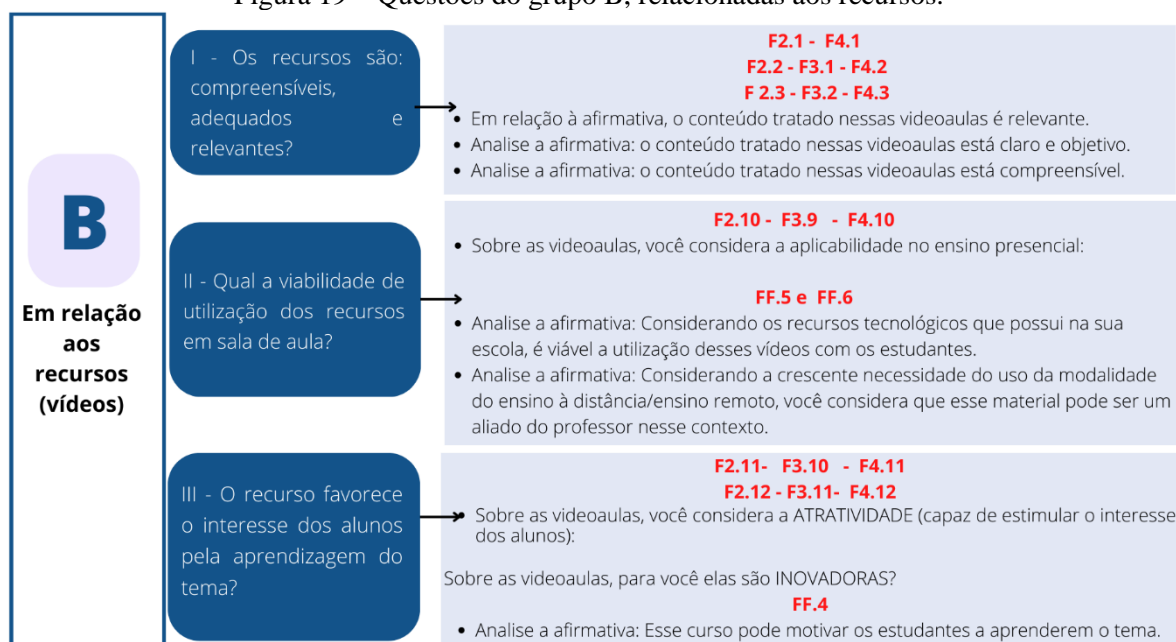
Uma avaliação ainda incipiente em um primeiro momento nos indica que essa prevalência de respostas negativas constantes no módulo 2 em relação aos demais módulos se deve ao fato de que o módulo 2 é um dos mais técnicos do curso. Esse caráter diminui ao longo do curso, ao passo que são apresentados mais exemplos de aplicação, de possibilidades e experiências reais em sala de aula.

Um diagnóstico mais cuidadoso sobre a aplicabilidade dos recursos é feito na seção 8.4, onde temos a oportunidade de agregar os dados de outras perguntas para um melhor diagnóstico desse questionamento.

Grupo B

Neste grupo organizamos três questões que são referentes aos recursos em si, as videoaulas. Desse modo, buscamos analisar se os recursos são compreensíveis, adequados e relevantes; se são viáveis para sala de aula e se são atrativos aos alunos. A imagem a seguir (Figura 19) auxilia a visualização das perguntas relacionadas a cada questão.

Figura 19 – Questões do grupo B, relacionadas aos recursos.



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

- **Questão B-I: Os recursos são: compreensíveis, adequados e relevantes?**

A questão B-I busca investigar as características dos vídeos como um recurso. Para tal, buscamos investigar, apoiados em 3 diferentes enunciados, se os recursos são compreensíveis, adequados e relevantes.

Quando questionados sobre a relevância dos recursos, 100% dos cursistas concordaram em algum grau que os conteúdos tratados nas videoaulas são relevantes. Apenas no módulo 4, 1 cursista apresentou resposta diferente dos demais, concordando parcialmente com a afirmativa; os demais, concordam totalmente.

A ocorrência de totalidade de respostas positivas também foi registrada nas perguntas relacionadas à clareza e objetividade e à compreensão dos conteúdos abordados. Em todos os módulos, apenas 1 cursista concordou parcialmente que o conteúdo tratado nas videoaulas do módulo 2 é claro e objetivo. Idem foi verificado na pergunta relacionada à compreensão dos conteúdos.

Isto é, nenhum cursista discorda das afirmativas que foram apresentadas referentes à essa questão, sendo possível concluir que com total de aceitação, os recursos são compreensíveis, adequados e relevantes.

- **Questão B-II: Qual a viabilidade de utilização dos recursos em sala de aula? Presencial e remoto?**

A questão B-II busca investigar a viabilidade de utilização dos recursos em sala de aula presencial. Em cada formulário havia 1 pergunta direcionada para essa questão. Trata-se de uma pergunta fechada e de escala. Em média, 64% consideram que a aplicabilidade das videoaulas no ensino presencial é excelente; 26,3% consideram boa; 8,8% consideram regular; e 0,9% - o que representa 1 cursista -, considera péssima. Vale ressaltar que a única resposta negativa foi registrada no módulo 4, sendo também este módulo o que apresentou o maior índice de pessoas (25 cursistas) que considera a aplicabilidade excelente.

Também contribui para responder à essa questão 2 afirmativas expostas no questionário final de avaliação, o formulário 5. Em uma dessas afirmativas envolvia a consideração com a crescente necessidade do uso da modalidade do ensino à distância/ensino remoto. Dessa forma, 100% dos cursistas concordam que o material avaliado pode ser um aliado do professor nesse contexto. Destes, apenas 1 cursista concorda parcialmente.

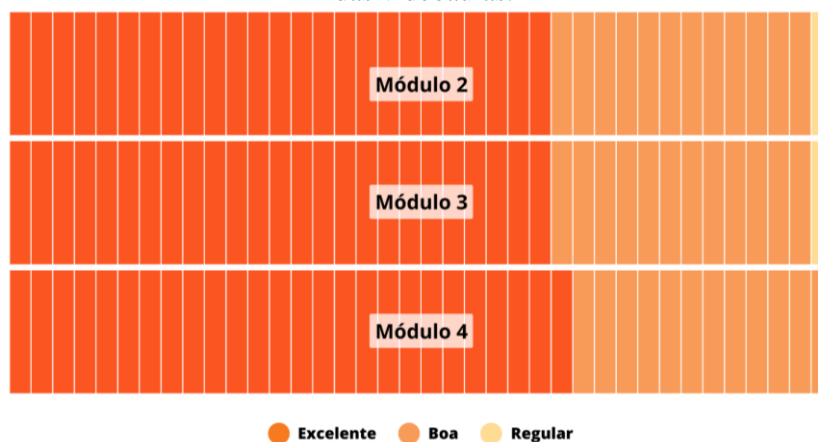
Já a segunda afirmativa é onde pudemos visualizar uma dualidade mais acentuada entre concordâncias e discordâncias. Enquanto na afirmativa anterior, 37 cursistas concordam totalmente, nesta, apenas 21 deram a mesma resposta. Os outros dividem-se da seguinte forma: 13 concordam parcialmente, e 4 discordam de alguma forma que seja viável a utilização desses vídeos com os estudantes considerando os recursos tecnológicos que possuem em suas escolas. Apesar do registro ser em suma maioria positiva, é onde até então obtivemos maior expressividade de respostas com considerações parciais. O motivo para tal, advém da limitação posta no enunciado: a consideração com os recursos disponíveis na escola do cursista.

Dessa forma, unindo as duas afirmativas, as respostas trazem luz ao cenário dos locais de trabalho dos cursistas: apesar do material ser um potente aliado no dado contexto, as limitações de recursos de certa forma comprometem a sua viabilidade de utilização.

- **Questão B-III: O recurso favorece o interesse dos alunos pela aprendizagem do tema?**

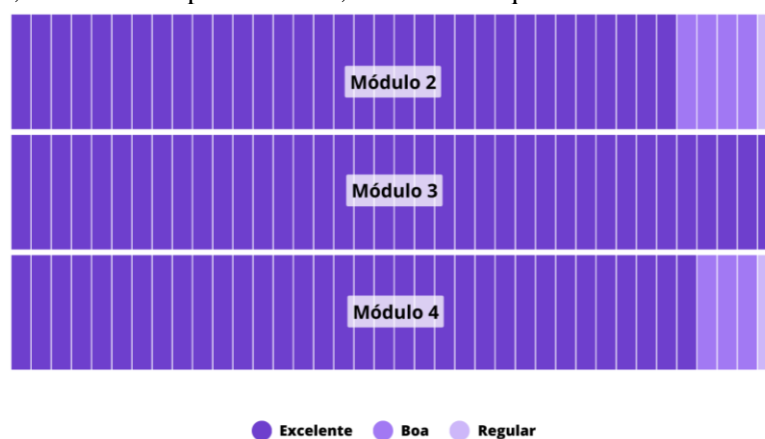
Para responder se o recurso favorece o interesse dos alunos pela aprendizagem do tema perguntamos aos cursistas se consideravam as videoaulas atrativas e inovadoras. Em média, cerca de 66,7% consideram a atratividade como excelente; 31,6% consideram boa; e 1,7% consideram regular, conforme aponta o gráfico 8 a seguir.

Gráfico 8 – Nos módulos 2 e 3, 25 consideram excelente; 12 consideram boa; e 1 considera regular a atratividade das videoaulas. No módulo 4, 26 consideram excelente e 12 consideram boa a atratividade das videoaulas.



Fonte: Formulários F2, F3 e F4

Gráfico 9 – No módulo 2, 33 concordam totalmente; 4 concordam parcialmente; e 1 discorda que as videoaulas são inovadoras. No módulo 3, 38 concordam totalmente. No módulo 4, 34 concordam totalmente; 3 concordam parcialmente; e 1 discorda que as videoaulas são inovadoras.



Fonte: Formulários F2, F3 e F4

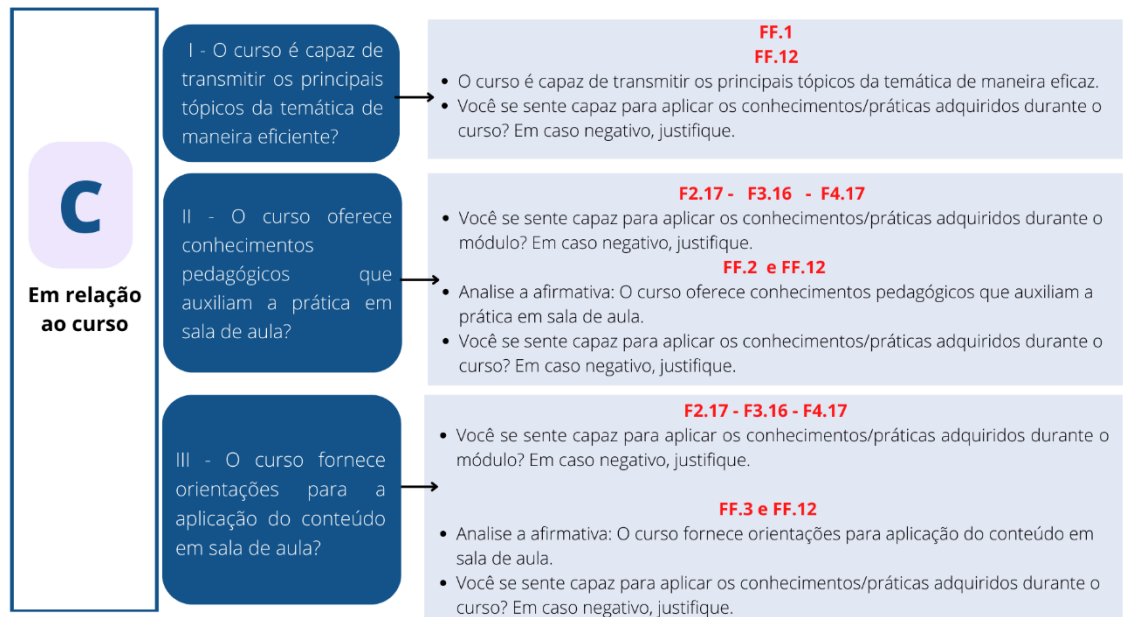
Em relação à inovação, 100% dos cursistas concordam totalmente que as videoaulas do módulo 3 são inovadoras. Já para os módulos 2 e 4 se assemelham na distribuição, conforme é possível visualizar no gráfico 9 a seguir. Também constatamos que o conteúdo do módulo 3 é considerado pelos cursistas como o mais inovador.

Por fim, soma-se para responder à essa questão o diagnóstico da pergunta apresentada no formulário final de avaliação. Quando convidados a analisarem a afirmativa “Esse curso pode motivar os estudantes a aprenderem o tema”. Registramos 21 cursistas que concordam totalmente, 13 concordam parcialmente; 03 discordam parcialmente; e 01 discorda totalmente.

Grupo C

Neste grupo organizamos três questões que são referentes ao curso como um todo. Desse modo, buscamos analisar se o curso é eficiente para transmitir conhecimentos da temática, transmitir conhecimentos pedagógicos e orientações para aplicação em sala de aula. A imagem a seguir (Figura 20) auxilia a visualização das perguntas relacionadas a cada questão.

Figura 20 – Questões do grupo C, relacionadas aos recursos.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

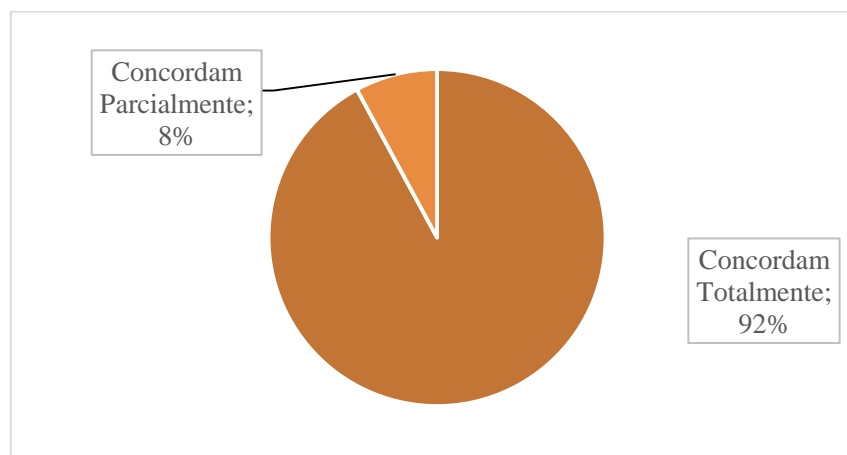
- **Questão C-I: O curso é capaz de transmitir os principais tópicos da temática de maneira eficiente?**

Quando solicitados a analisar a afirmativa, 100% dos cursistas concordam totalmente que o curso é capaz de transmitir os principais tópicos da temática de maneira eficaz.

- **Questão C-II: O curso oferece conhecimentos pedagógicos que auxiliam a prática em sala de aula?**

Quando solicitados a analisar a afirmativa, 100% dos cursistas concordam em algum grau que o curso fornece orientações para aplicação em sala de aula. Conforme aponta o gráfico 10, destes, 92% concordam totalmente (35 cursistas) com a afirmação e 8% concordam parcialmente (3 cursistas).

Gráfico 10 – Resultado da pergunta FF.2



Fonte: Dados do formulário final (FF).

Dessa forma, unindo as informações da primeira e segunda questão do grupo C, podemos afirmar com totalidade de aceitação que o curso é capaz de transmitir os principais tópicos da temática de maneira eficiente bem como oferecer conhecimentos pedagógicos que auxiliam a prática em sala de aula.

- **Questão C-III: O curso fornece orientações para a aplicação do conteúdo em sala de aula?**

Para responder a esse questionamento baseamos nossa análise em duas perguntas de natureza distintas: a primeira objetiva, disponibilizada no formulário final de avaliação; e a segunda discursiva e disponibilizada nos formulários de 2-4. Em relação à objetiva, quando solicitados a analisar a afirmativa, 100% dos cursistas concordam em algum grau que o curso oferece orientações para aplicação do conteúdo em sala de aula. Idem ao ocorrido e ilustrado no gráfico 10, destes, 92% concordam totalmente (35 cursistas) com a afirmação e 8% concordam parcialmente (3 cursistas).

O segundo enunciado questionava aos cursistas se eles se sentem capazes de aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante cada módulo, e em caso negativo necessitando justificativa. A análise dessa pergunta complementa a análise da questão C-II, conforme já previsto na figura 19. O tratamento das informações desta pergunta é um pouco mais delicado. Para tanto, primeiramente para fins descritivos, expomos a seguir um resumo geral no qual reduzimos cada resposta em “positiva” ou “negativa” em relação ao posicionamento esperado (tabela 3).

Tabela 3 – Resumo das respostas relacionadas à aplicabilidade dos conhecimentos/práticas por módulo.

Respostas	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4
Positivas	25	24	24
Negativas	07	06	06
Parciais	04	01	00
Em branco/inconclusas	02	07	08

Fonte: Dados das perguntas F2.17, F3.16 e F4.17.

Nesses moldes, no módulo 2, 25 cursistas disseram estar preparados e 07 manifestaram não se sentirem preparados. Destacamos algumas respostas positivas:

“Sim, pois partindo da geometria Euclidiana, podemos introduzir o estudo dos fractais. Inclusive como uma atividade de trabalho de pesquisa aos alunos”.

“Sim. Com uma linguagem bem simples você nos trouxe uma informação fácil de repassar”.

Conforme consta tabela 3, dos demais, 02 não responderam ou responderam de forma que foge ao comando da pergunta e outras 04 respostas caracterizamos com o que chamamos de parciais. Encaixam-se nesta última categoria, por exemplo, o seguinte registro: *“Parcialmente, acho que preciso de mais estudo sobre o que são”.*

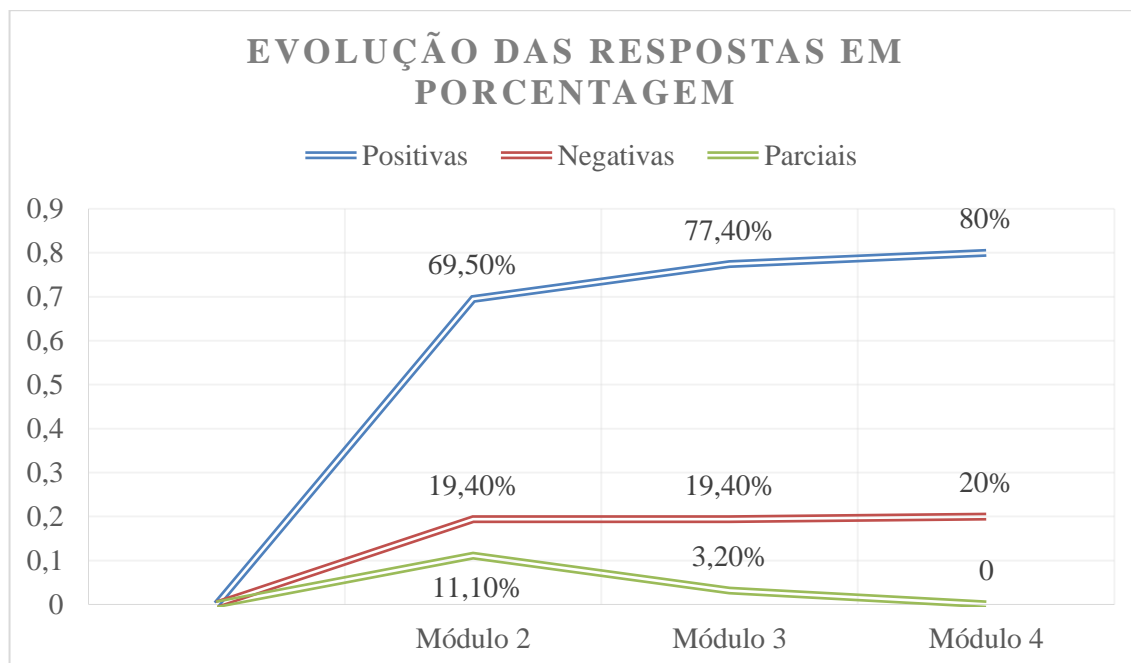
Em relação às respostas negativas, no geral as justificativas podem resumir-se à percepção da necessidade de um maior aprofundamento no assunto, conforme aponta relato de um cursista:

“Não. Acredito que ainda preciso me aprofundar mais em conteúdos relacionados a esse assunto. Entretanto, o que foi passado no curso até agora é uma excelente forma de introduzir o assunto”

Desta forma, desconsiderando-se as respostas em branco ou inconclusas, concluímos que 69,4% dos cursistas ao final do módulo 2 sentiram-se preparados para aplicar os conhecimentos e práticas adquiridos ao longo deste.

Para os módulos 03 e 04, a tabela 3 também apresenta os dados sintetizados. Já no gráfico 11 é possível verificar a evolução das porcentagens das respostas ao longo dos módulos.

Gráfico 11 – Evolução percentual das respostas positivas e negativas em relação à aplicabilidade dos conhecimentos/práticas por módulo.



Fonte: Dados das perguntas F2.17, F3.16 e F4.17.

Ao analisar a evolução das respostas dos cursistas nesses 3 módulos, vale destacar que as respostas negativas por exemplo, em cada módulo, são compostas por um grupo que se diversifica a cada módulo. Uma investigação mais cuidadosa dessa evolução será realizada a posteriori. Por fim, alguns recortes das respostas:

“Sim. Vários projetos vieram à minha mente.”

“Ainda não, precisaria de um pouco mais de estudo detalhado para me sentir segura em relação à colocar esses conhecimentos em prática, tipo uma oficina sobre o assunto, com a participação de outros professores, inclusive alguns que já atuam em sala de aula, para trocar ideias sobre como abordar o tema com os alunos.”

“O curso fornece orientações para aplicação do conteúdo em sala de aula”.

Finalizadas as análises de cada pergunta individualmente, nesse tópico apresentamos alguns comentários gerais.

8.4 COMENTÁRIOS GERAIS: ANALISANDO CORRELAÇÕES

Em um primeiro instante focalizamos em tentar identificar possíveis correlações entre o perfil dos cursistas e os registros das respostas de interesse. Nessa análise, não identificamos nenhuma inferência de um perfil predominante nas respostas mais críticas. A título de exemplo, foram realizadas investigações tais como:

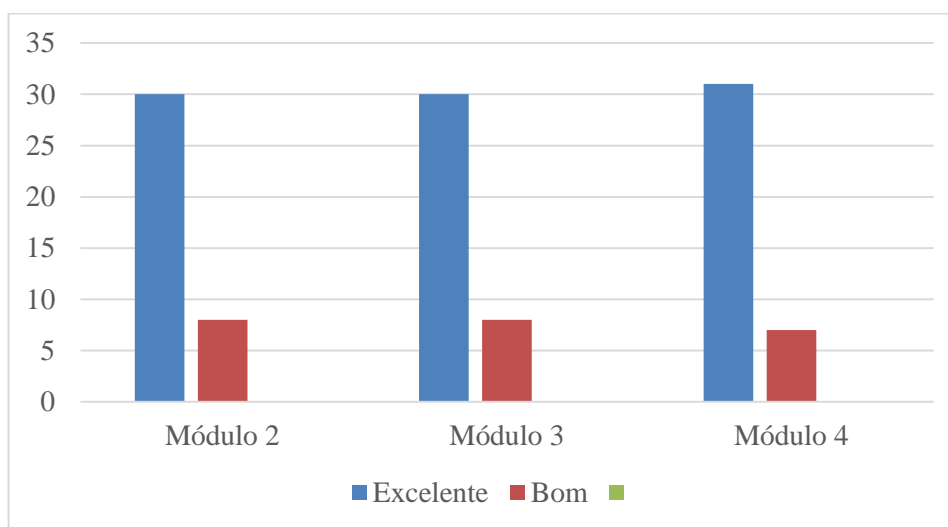
- Entre estudantes e professores, há alguma divergência quando questionados sobre "Você se sente capaz para aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante o curso?" e;
- Entre professores de escola pública, privada e demais, há alguma divergência quando questionados sobre "Você se sente capaz para aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante o curso?".

Ao responder as questões de investigação, contudo, alguns outros questionamentos foram surgindo a título de curiosidade, mas que ao respondê-las conseguiremos entender melhor o panorama do curso bem como reafirmar as respostas dadas até aqui. O que faremos a seguir.

A pergunta FF.14 nos retorna uma avaliação geral do curso. Cerca de 84% (32 cursistas) avaliaram o curso como excelente e os outros 6 cursistas avaliaram como bom. Tal resultado nos permite concretizar a satisfação com o curso de todos os envolvidos. Já a pergunta F2.18, F3.17 e F4.18 trazem essa mesma avaliação módulo a módulos. As respostas encontram-se registradas a seguir (Gráfico 12). Percebe-se que de acordo com essa pergunta não houve uma predominância considerável de um módulo em relação aos demais. Ocorre que com ligeira vantagem, o módulo 4 foi o mais bem avaliado.

Apesar de não ser o que traduz no gráfico anterior, outras ocorrências nos permitem identificar a pouca segurança e até mesmo expectativa que os cursistas apresentaram no módulo 2 e de como essas ocorrências foram convertendo-se em registros positivos nos módulos seguintes. É no módulo 2, por exemplo, que verificamos o maior número de registros de críticas e/ou sugestões. No espaço reservado para tal, foram 15 ocorrências no módulo 2; 13 no módulo 3; 10 no módulo 4; e apenas 4 no módulo final.

Gráfico 12 – Avaliações dos módulos.



Fonte: Dados dos formulários 2,3 e 4.

Para além do já analisado, as perguntas nos permitem também detectar qual foi o módulo com mais respostas consideradas negativas e parciais com relação à aplicabilidade e com relação ao sentimento de preparação dos cursistas para aplicar o conteúdo, conforme aponta a tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Respostas negativas e parciais relacionadas à aplicabilidade/preparação dos cursistas por módulo

Pergunta	Módulo			
	2	3	4	Final
Respostas negativas e parciais quanto à aplicabilidade: Os conhecimentos adquiridos nas videoaulas apresentadas neste módulo são aplicáveis na sua rotina de trabalho? Em caso negativo, justifique (F2.16, F3.15 e F4.15).	8	3	4	Não avaliado
Respostas negativas e parciais quanto à preparação dos cursistas para aplicar: Você se sente capaz para aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante o módulo? Em caso negativo, justifique (F2.17, F3.16, F4.16, e FF.12).	9	7	6	5

Fonte: Dados dos formulários 2, 3, 4 e formulário final.

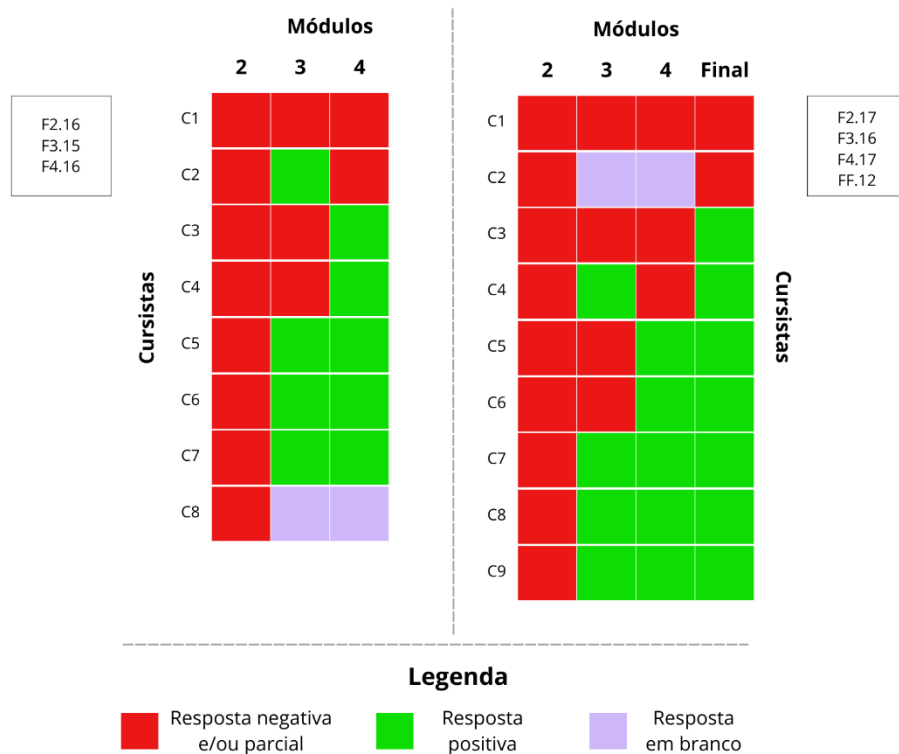
Evidentemente esses sentimentos negativos podem ter sido expressos por um grupo de cursistas diferente em cada módulo. Portanto, investigamos e elaboramos uma espécie de linha do tempo das avaliações destes 9 cursistas ao longo do curso (Gráfico 13).

O quadro da esquerda se refere ao andamento das respostas dos cursistas que apresentaram sentimentos negativos e ou parciais nas perguntas F2.16, F3.15 e F4.16, a saber: “Os conhecimentos adquiridos nas videoaulas apresentadas neste módulo são aplicáveis na sua rotina de trabalho?”. Equivalente para o quadro a esquerda, referente às perguntas F2.17,

F3.16, F4.17 e FF.12, a saber: “Você se sente capaz para aplicar os conhecimentos/práticas adquiridos durante o módulo? Em caso negativo, justifique”.

A leitura é feita da seguinte forma, tomando o quadro à esquerda como referência: O cursista C1 se manteve com registros negativos ao longo do módulo, enquanto outros cursistas mudaram para um registro somente no módulo 4 (cursistas C3 e C4) ou ainda no módulo 3 (cursistas C5, C6 e C7). Com isso, podemos avaliar que somente 2 cursistas se mantiveram com percepções contrárias à aplicabilidade das videoaulas em sua rotina de trabalho.

Gráfico 13 – Linha do tempo das avaliações dos cursistas quanto ao preparo para aplicar os conhecimentos adquiridos.



Fonte: Fonte: Dados dos formulários 2, 3, 4 e formulário final.

De imediato verificamos ainda se os cursistas apresentaram justificativas para tal mudança ou ainda continuidade de comportamento. No bloco à esquerda, o cursista C1 justificou a resposta negativa por não estar em sala de aula no momento. Já o cursista C2, justificou ainda não ter desenvolvido habilidades suficientes para explicar o assunto em sala de aula, e completa: “nem sei direito como seria o modo de avaliar”.

De fato, reconhecemos ser uma carência não somente do curso, mas também intrínsecas de temáticas complexas e incipientes em sala de aula como é o caso da geometria fractal.

No bloco à direita, o cursista C1 registrou como sugestão em todos os módulos: “*quanto mais exemplos melhor*”. Já o cursista C2 apresentou sugestão apenas no módulo 2, que segue:

“Acho que a linguagem tinha que ser um pouco mais informal para que as vídeo aulas pudessem ser aplicadas na educação básica, visto a realidade dos alunos”.

Por fim, foi também no módulo 2 que recebemos o maior número de sugestões, 15 ao todo. Dentre elas: a inserção de pausas para que o aluno possa refletir; detalhar mais o tópico “como construir fractais”; vídeos mais longos; e inserir/sugerir materiais em texto bem como atividades para serem realizadas ao final.

Essa constatação já era esperada, devido ao teor do conteúdo deste módulo. Por ser um módulo de explanação geral da temática, é onde os cursistas obtiveram o primeiro contato com conceitos complexos da teoria da geometria fractal. Oferecer um primeiro contato de maneira geral era o objetivo do módulo 2, ao passo que os próximos módulos tratariam com maior cuidado cada um dos conceitos apresentados.

Soma-se a isto a presença de poucos exemplos práticos da geometria fractal no cotidiano e a ausência de orientações para o trabalho em sala de aula. Dessa forma, tais fatores contribuíram para que o módulo 2 estivesse nesta posição.

Podemos confirmar esse argumento ao ver a evolução da satisfação dos cursistas nos módulos seguintes – o que nos faz crer que de fato conseguimos sanar as objeções e inseguranças registradas no módulo 2.

Para complementar, a nuvem de palavras na figura 21 possibilita a visualização dos termos e palavras mais citados quando os cursistas foram incentivados a expor o que mais gostaram no curso.

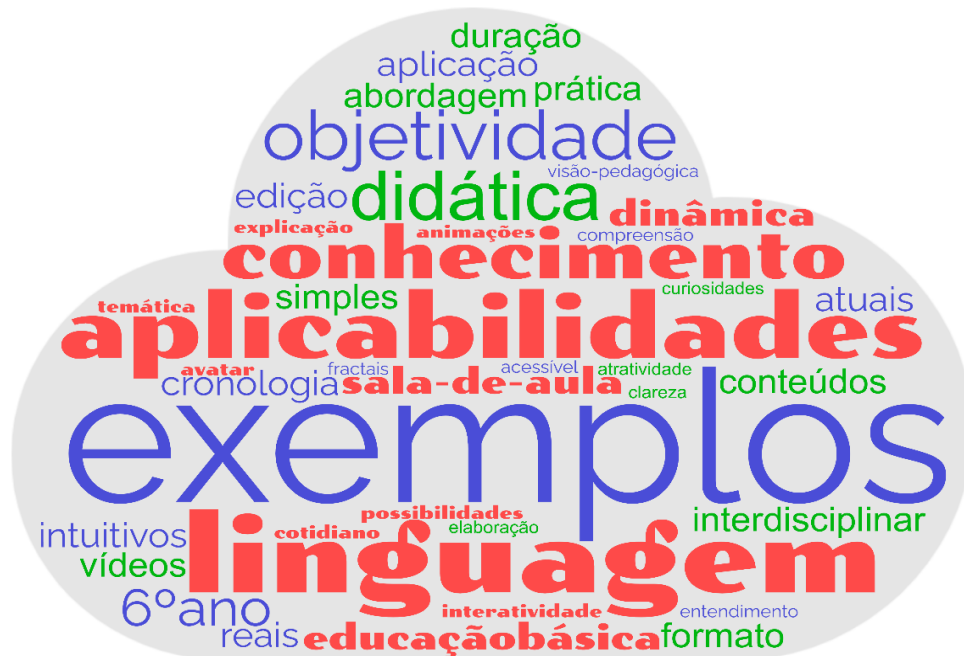
Novamente é possível notar o protagonismo de termos referentes às aplicabilidades da temática, bem como os exemplos práticos e cotidianos que foram apresentados. Além disso, recebem destaque como pontos positivos a didática e linguagem do curso. O relato de experiência com o 6º ano, citado pelos cursistas, foi capaz de exemplificar e trazer uma visão pedagógica prática de aplicação da temática em sala de aula da Educação Básica. Tais ideias manifestam-se nos registros destacados a seguir:

“Gostei muito do curso, pois ele passou mais **conhecimento** que me faltava, mesmo sabendo desse tipo de geometria e ter assistido a alguns documentários e algumas pesquisas. Principalmente nos **exemplos** que podemos ter os fractais em diversas áreas do conhecimento, pois eu só tinha visto a **aplicabilidade** dos fractais na computação gráfica nos efeitos especiais para filmes. Os vídeos foram todos **intuitivos** bem **dinâmicos**... em resumo excelentes.”

“Os vídeos estão muito bem apresentados e editados, a **explicação do conteúdo** está excelente, os **exemplos práticos** estão diversificados e a cronologia dos vídeos está excelente também. O último vídeo foi muito importante, ao longo do curso estava esperando por uma explanação da **aplicação prática**, e o último vídeo traz isso muito bem. Parabéns pelo curso!”

“Gostei das **orientações pedagógicas** dadas, aproveitei bastante e acredito que isso irá ajudar a nortear a minha prática quando for abordar os fractais em sala. Além disso, as **aplicações** que foram discutidas durante todo o curso foram excelentes, essa é uma demanda quase sempre posta pelos educandos e o material esclareceu bastante o educador por meio de diversos exemplos de onde estão os fractais em nosso cotidiano.”

Figura 21: Nuvem de palavras destaca os termos mais citados pelos cursistas na pergunta FF.9



Fonte: Formulário Final elaborado pela autora.

O trecho a seguir foi retirado da parte de sugestões e críticas e revalida a percepção do que foi considerado o ponto alto do curso.

“Poderiam ter mais vídeos, com o mesmo tempo médio de duração, ampliando ainda mais com técnicas de como o professor pode trabalhar a aplicabilidade dos fractais tanto em sala de aula quanto em um laboratório de matemática”.

Por fim, vale ressaltar as opiniões referentes à duração das videoaulas. O dilema da duração e quantidade de vídeos, desde a primeira etapa de planejamento dos vídeos, foi um ponto de insegurança e paradoxal: Ao passo que visamos fornecer um curso tão completo e rico de informações quanto possível, visamos também a praticidade e aplicabilidade. O que é sabido que, na sociedade líquida atual, que busca por informações rápidas através de processos cursos, propor um vídeo de longa duração pode prejudicar o objetivo atrativo posto.

Portanto, contrariando as expectativas, registramos repetidas sugestões de mais vídeos, com mais conteúdos, e ainda vídeos mais longos. É esperado, contudo, que o curso também tenha sido capaz de estimular a curiosidade e a autonomia, promovendo a busca pelo aprofundamento dos conhecimentos, pois ratificamos a defesa de que ele é infindável.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse texto reúne reflexões e considerações acerca do tema de pesquisa de mestrado em andamento, apresentando alguns resultados ainda incipientes, porém relevantes para compreensão do estado da arte do ensino de geometria fractal bem como os referenciais teóricos que permeiam a pesquisa e dos produtos educacionais propostos.

Por meio de uma revisão sistemática foi investigado uma seleção de trabalhos na área e apresentado os resultados relevantes que auxiliam na compreensão e no direcionamento de nossa proposta.

Ao longo da pesquisa bibliográfica foi possível perceber que existe uma tendência crescente de publicações que propõem a inserção dessa temática. Nos últimos anos também se verifica que tópicos de geometria fractal vêm sendo inseridos nos documentos oficiais de orientações didáticas para o ensino básico, evidenciando sua relevância no cenário educacional. Contudo, as propostas envolvendo abordagens desse conteúdo ainda em cursos de formação de professores não acompanha a ascensão observada no cenário das propostas voltadas ao ensino fundamental e ensino médio.

Essa conjuntura não parece razoável uma vez que o preparo desses educadores nessa temática é fundamental para proporcionar a segurança e a motivação - requisitos necessários para produzir um contexto favorável que possibilite com que o tema seja introduzido no contexto de sala de aula.

A partir dessa problemática surgiu a motivação deste trabalho em desenvolver um curso dedicado a professores, pesquisadores e demais interessados na temática da geometria fractal. Dessa forma, esperamos contribuir para esse cenário oportunizando o conhecimento e oferecendo material de apoio - em específico vídeos didáticos - para inserção de tópicos de geometria fractal na educação básica.

No âmbito de um mestrado profissional, apresentamos o curso de formação continuada como o produto educacional central dessa pesquisa, e dele originam-se outros 4 produtos educacionais adjacentes. Estes, por sua vez, são constituídos por agrupamentos temáticos de vídeos educacionais - as unidades de conhecimento.

Apresentamos com detalhes o primeiro vídeo elaborado e visando a avaliar o potencial e aplicabilidade dos vídeos produzidos em um contexto real de aprendizagem, apresentamos um estudo de caso envolvendo a aplicação de um plano de aula centrado no emprego do primeiro vídeo produzido. Os esforços na elaboração do vídeo didático e das atividades de apoio demonstram que os procedimentos e estratégias adotados são cabíveis e o

desenvolvimento é viável. Essas considerações apoiam-se na participação dos alunos no processo e são reforçadas na análise do questionário aplicado, que apontam para uma quase totalidade de respostas positivas em relação à receptividade da temática e do vídeo utilizado.

Vale destacar algumas dificuldades encontradas no processo. Devido à quantidade elevada de alunos participantes, bem como o entusiasmo deles em responderem aos questionamentos levantados, evidenciou-se a carência de uma organização mais sistemática para registro das respostas. Entretanto, de maneira alguma consideramos a quantidade de alunos presente como um obstáculo para aplicação das atividades. Nesse sentido, recomendamos fortemente alguns softwares que possam auxiliar nesse processo, como é o caso do programa *Mentimeter*.

O curso livre e gratuito foi então estruturado em 12 vídeos e disponibilizado em parceria com a plataforma Escola Virtual TEIA - EV-TEIA / UFJF. Este teve por finalidade oportunizar uma formação docente através de um curso on-line em que o material foi desenvolvido com foco no conteúdo e na dinâmica de apresentação desse conteúdo em sala de aula.

Os resultados da aplicação do curso nos permitiram analisar o curso e os objetos desenvolvidos sob alguns aspectos. Em um primeiro momento verificamos que grande parte dos cursistas concorda que, considerando como foco os alunos da Educação Básica, a temática é compreensível, adequada e relevante. O mesmo pôde ser observado para avaliar os recursos produzidos, a saber, os vídeos didáticos.

Quanto à aplicabilidade destes em salas de aula, as respostas registradas trazem luz ao cenário dos locais de trabalho dos cursistas: apesar do material ser um potente aliado no dado contexto, as limitações de recursos de certa forma comprometem a sua viabilidade de utilização (limitação ou ausência de recursos tecnológicos para o uso de vídeos em sala de aula).

No formulário final apresentado aos cursistas foi reservado um espaço para que eles avaliassem o curso de modo geral. Cerca de 84% (32) avaliaram o curso como excelente e os outros 6 cursistas avaliaram como bom. Tal resultado nos permite concretizar a satisfação com o curso de todos os envolvidos.

Para complementar, buscamos realizar uma análise quantitativa dos termos e palavras mais citados quando os cursistas foram incentivados a expor o que mais gostaram no curso. É possível notar o protagonismo de termos referentes às aplicabilidades da temática, bem como os exemplos práticos e cotidianos que foram apresentados. Além disso, recebem destaque como pontos positivos a didática e linguagem do curso.

É esperado que o curso seja capaz, além de difundir a geometria fractal e promover seu conhecimento, oferecer oportunidades didáticas para que essa temática seja abordada na educação básica. Além disso, com a aplicação dos vídeos nesses contextos, julgamos ser possível trabalhar a geometria fractal a partir de diferentes perspectivas e atingir diferentes níveis cognitivos apresentados por Bloom - do mais simples ao mais elevado.

Por fim, contrariando as expectativas, registramos repetidas sugestões de mais vídeos, com mais conteúdos, e ainda vídeos mais longos. É esperado, contudo, que o curso também tenha sido capaz de estimular a curiosidade e a autonomia, promovendo a busca pelo aprofundamento dos conhecimentos, pois ratificamos a defesa de que ele é infindável.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.S.S. **Geometria fractal**: uma proposta para sala de aula. 2016. 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Matemática) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.
- ALVES, A.D. **Introduzindo a geometria fractal no ensino médio**: uma abordagem baseada nas formas dos objetos construídos pela natureza. 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
- ALVES, D.C. **Fractais**: Uma ferramenta no Ensino Médio. 2019. 78 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Departamento de Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.
- ALTENFELDER, A.H. Desafios e tendências em formação continuada. **Construção psicopedagógica**, v. 13, n. 10, 2005.
- AMARAL, R.B. Vídeo na sala de aula de matemática: que possibilidades. **Educação Matemática em Revista**, v. 18, n. 40, p. 38-47, 2013.
- ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, K.R.A. **Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a revision of Bloom's taxonomy or educational objectives**. New York: Longman, 2001.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico Prática**. Porto Alegre: Editora Penso, 2018.
- BALDOVINOTTI, N.J. **Um Estudo de Fractais Geométricos na Formação de Professores de Matemática**. 2011. 204f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.
- BARBOSA, R.M. **Descobrimo a Geometria Fractal para a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2005. 3ª. Ed
- BLOOM, B.S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David Mckay. v. 1. p.262, 1956.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto editora, 1994.
- BORBA, M.C; NEVES, L.X; DOMINGUES, N.S. A atuação docente na quarta fase das tecnologias digitais: produção de vídeos como ação colaborativa nas aulas de matemática. **Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, Recife, v. 9, p. 1-24, 2018.
- BORGES, F.A; PEREIRA, T. A geometria dos fractais no ensino de Matemática: uma revisão bibliográfica categorizada das pesquisas brasileiras dos últimos dez anos. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 4, 2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC / SEF, 1998. 148 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em 14 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. (2017), **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 16 jan. 2021

CONCEIÇÃO, M.A.C. **Geometria fractal: uma sequência didática para a educação básica**. 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Licenciatura em Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Valença, 2019.2013

CORRÊA, M.J.Q.P; LOUREIRO, A.P.F. **Evasão Escolar na Educação à Distância: Causas e Consequências**. Editora Appris, 2021.

COSTA, M.C; DOMINGOS, A. Promover o ensino da matemática num contexto de formação profissional com STEM. **Educación matemática**, México, v. 31, n. 1, p. 235-257, 2019.

COSTA, P.C. **Análise fractal de formas urbanas: estudo sobre a dimensão fractal e o índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)**. 2014. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

DE AZEVEDO, T.S; CHRISTOFOLETTI, A.L.H. Fractais em geografia: conceitos e perspectivas. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 2, 2007.

DOMINGUES, N. S.; BORBA, M. C. Compreendendo o I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. REMAT - **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, v. 15, n. 18, p. 47-68, São Paulo, jan. /abr. 2018.

FALCONER, K. **Fractal geometry: mathematical foundations and applications**. John Wiley & Sons, 2004.

FERRAZ, A.P.C.M.; BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010

FERREIRA, E.C. **O uso dos audiovisuais como recurso didático**. 2010. 75f. Dissertação (Mestrado em Ensino em História e Geografia) – Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto, 2010.

FERREIRA, O.M.C; SILVA JUNIOR, P.D. **Recursos Audiovisuais no Processo de Ensino e Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1986.

FÉRRERES, J. **Vídeo e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FILHO, A.M.; MOURA, R.C. **Dimensão fractal de imagens de ressonância magnética cerebral na doença de alzheimer**. Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 14. 2014.

FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Autores Associados, 2ª edição, 2006.

GARCIA, C.M. A formação de Professores: centro de atenção e pedra-de-toque. In: NÓVOA, António (Org.): **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote Editora, p. 51-76, 2007.

GOMES, A.C. **Planejamento da prática pedagógica utilizando o vídeo como recurso didático no ensino de matemática**. 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

GOMES, A.N. **Uma proposta de ensino envolvendo geometria fractal para o estudo de semelhança de figuras planas**. 2010. 228 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

GONÇALVES, A.G.N. **Uma sequência de ensino para o estudo de progressões geométricas via fractais**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Curso de Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

GOMES, L. Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 89, n. 223, 2008.

GRESSLER, M.D. **Construindo uma Percepção Complexa da Realidade a partir do Estudo dos Fractais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GUEDES, C.A; SARAIVA, A.A.F; SARAIVA, I.C.F. Formação docente e o desenvolvimento profissional: trajetória de uma professora da rede pública municipal. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 8, n. 1, 2015.

HAYASHI, A.D. **Aplicação dos fractais ao mercado de capitais utilizando-se as Elliott waves**. Florianópolis, 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

JESUS, E.S. **Vídeos digitais nas aulas de matemática: limitações e potencialidades**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática). Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2019.

JEWITT, C; BEZEMER, J.; O'HALLORAN, K. **Introducing Multimodality**. New York: Routledge. 2016.

JUNIOR, F.M. **Fractais: motivando a matemática do ensino médio**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Exatas, Seropédica, 2014.

KILPATRICK, J. **Investigación en Educación Matemática: Su Historia y Algunos Temas de Actualidad**. In Kilpatrick, Rico & Gómez. Educación Matemática. México: Grupo Editorial Iberoamerica, 1994.

LAKATOS, E.M; MARCONI, M.A. **Fundamentos da metodologia científica**. In: Fundamentos da metodologia científica. 320-320, 2010.

LEIVAS, J.C.P; BETTIN, A.D.H. Teorema de Pitágoras e o fractal árvore pitagórica: Um experimento no ensino fundamental. **Br. J. Ed., Tech. Soc.**, v.11, n.3, Jul.-Sep., p.444-457, 2018

LIMA, R.W. **Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências: ferramentas pedagógicas para uma metodologia de planejamento baseada em objetivos educacionais e sua implementação em um ambiente virtual de aprendizagem**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

LOVIS, K. A.; FRANCO, V. S. As concepções de geometrias-não euclidianas de um grupo de professores de matemática da Educação Básica. **Bolema**, Rio Claro, v.29, n.51, p.369-388, 2015

MACEDO, V. P. **Formação de professores do contexto das mudanças educativas**. 25º Simpósio Brasileiro e 2º Congresso Ibero-Americano de Políticas e Administração da Educação, 2011. São Paulo: Anpae, 2011.

MACHADO, B.F. **Vídeo-aula de história da matemática – uma possibilidade didática para o ensino de matemática**. 2011. 144f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal, 2011.

MACHADO, B.F; MENDES, I.A. Produção de vídeo didático de história da matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba, **Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática...** Curitiba, 2013.

MACHADO, C.P; GIRAFFA L.M.M; LAHM, R.E. Ensinando geometria a partir de imagens de satélites: um relato de experiência. **Revista Ciências & Idéias**, 2011.

MANDARINO, M.C.F. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. **Revista Morpheus-Estudos Interdisciplinares em Memória Social**, v. 1, n. 1, 2002.

MANDELBROT, B.B. *The fractal geometry of nature*. New York: WH freeman, 1982.

MANDELBROT, B.B.; HUDSON, R. L. **The (mis) behaviour of markets: a fractal view of risk, ruin and reward**. Profile books, 2010.

MARIN, A.J. Educação Continuada: Introdução a uma análise de termos e concepções. **Cadernos Cedes**. Campinas: Papirus, n. 36, p. 13-20, 1995.

MÉDICE JÚNIOR, F. **Fractais: motivando a matemática no ensino médio**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Exatas, Seropédica, 2014.

MENDONÇA, F.A.C. **Aplicações da geometria fractal: uma proposta didática para o Ensino Médio**. 2016. 158 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Matemática, Maceió, 2016.

MENEZES, E.A.O et al. Formação e desenvolvimento profissional de professores: elementos norteadores da ação docente na perspectiva crítico-reflexiva. **Cadernos da Aplicação**, v. 28, 2015.

MORAN, J.M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, n. 2, p. 27-35, 1995.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P.R.S. **Pesquisa em ensino: métodos qualitativos e quantitativos**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

NAKAGAWA, E.Y. et al. **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática**. Elsevier Brasil, 2017.

NASCIMENTO, R.C. et al. A Geometria Fractal e a Formação do Professor de Matemática: encontros possíveis. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**. 5. 2018. Belém, Anais Eletrônicos. Belém: UFOPA, 2018.

NEVES, L.X; BORBA, M.C. Análise do discurso multimodal de um vídeo com conteúdo matemático. **Educação Matemática Debate**, v. 3, n. 9, p. 220-235, 2019.

NÓVOA, A. **Imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2009.

OLIVEIRA, G.J.C. **Ensaio fractais à luz do ensino médio**. 2016. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Maceió.

OLIVEIRA, P.R.F. et. al. Ontologia dos Objetivos Educacionais. In: **Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. SBC, 2020. p. 1183-1192.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares de Matemática para a Educação Básica. Curitiba, 2008**. Disponível em http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_mat.pdf. Acesso em 05 mar. 2021.

PARANÁ. **Referencial Curricular do Estado do Paraná: princípios, direitos e orientações**. Secretaria do Estado de Educação, Curitiba - Paraná, 2018. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/bncc/2018/referencial_curricular_parana_cee.pdf. Acesso em: 04 mar. 2021.

PARDAL, L.A.; MARTINS, A. M. Formação contínua de professores: concepções, processos e dinâmica profissional. In: **Psicologia da Educação**, São Paulo, 20, 1º semestre 2005.

PERIPOLLI, P.Z.; BARIN, C. S. Formação de professores para a produção de vídeos educacionais. **Revista Tecnologias na Educação**. Ano 10, N./Vol.25, p. 1-13, 2018.

PIMENTA, S.A. Introdução aos Recursos Audiovisuais em Educação. In: Rafael Angel Torquemada Guerra. (Org.). **Cadernos CB Virtual 7**. 1ed. João Pessoa: Editora UFPB, 2011, v. 7, p. 1-60.

PRODANOV, C.C.; DE FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** - 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

RABAY, Y.S.F. **Estudo e aplicações da geometria fractal**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Matemática. João Pessoa, 2013.

REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 2, n. 1, p. 70-87, 2000.

RIZZATTI, I. M. et al. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020.

ROSA, P.R.S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.17, n.1, p.33 - 49, 2000.

SANTOS, R.J. **Uma Taxionomia para o uso de Vídeos Didáticos para o Ensino de Matemática**. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

SANTOS, T.S. **A inclusão das Geometrias Não Euclidianas no Currículo da Educação Básica**. 2009. 138f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SCHÖN, D.A. **Educando o profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. 1998. Tradução: Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SCHÖN, D.A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (coord.) **Os professores e sua formação**. Publicações Dom Quixote: Lisboa, 1992.

SCORTEGAGNA, L. **Objetos de Aprendizagem**. Juiz de Fora : Cead, 2016.

SILVA, A.M. **O vídeo como recurso didático no ensino de matemática**. 2011. 198 f. Dissertação (Mestrado Em Educação em Ciências) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2011.

SILVA NETO, J.F.S. **Concepções sobre a formação continuada de professores de matemática em Alagoas**. 2012.130f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, Ceará, 2012.

SILVEIRA, E.; POWELL, A. B.; GRANDO, R. C. Materiais manipulativos em educação matemática. In: SILVEIRA, E.; POWELL, A. B.; GRANDO, R. C. (Org.). **Glossário de Verbetes em Educação Matemática**. No prelo.

SOUZA, C. **Geometria Fractal e Aplicações no Ensino Médio**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Departamento de Matemática, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, P.V.S.et al. Characterization of surface roughness by speckle pattern—an experimental approach. **Physics Education**, v. 56, n. 2, p. 025013, 2021.

THOMAS, M.O.J; YOON, C.; DREYFUS, T. Multimodal use of semiotic resources in the construction of antiderivative. In: **Proceedings of the 32nd conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia**. Wellington, NZ: MERGA, 2009. p. 539-546.

TERRAZZAN, E. A.; SANTOS, M. E. Condicionantes para a formação continuada de professores em escolas de educação básica. In: **Educação & Linguagem**. Ano 10 n° 15, 2007.

WILEY, D.A. et al. **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**. The instructional use of learning objects, v. 2830, n. 435, p. 1-35, 2000.

ZEICHNER, K.M. **A Formação Reflexiva de Professores: Ideias e Práticas**. Lisboa: Educa, 1993.

ZEICHNER, K.M. Novos Caminhos para o practicum: Uma perspectiva para os anos 90. In: NÓVOA, A. (coord.) **Os professores e sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

APÊNDICE A – Matriz de design instrucional



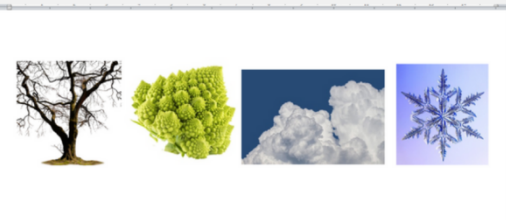
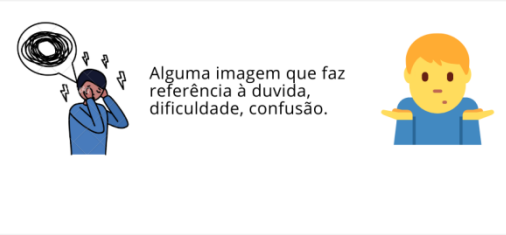
MATRIZ DE DESIGN INSTRUCIONAL	
Nome do AO/Recurso Educacional: Introduzindo a geometria dos fractais	
Professor/ Responsável Pedagógico: Renata Lopes Alves	
Designer Instrucional: Eduardo Barrére e Renata Lopes	
Contato: renatalopes.if@gmail.com - eduardo.barrere@ice.ufjf.br	
Vídeo 01: Introduzindo a geometria dos fractais	
Unidade/Tópico	Introdução ao estudo da geometria dos fractais
Objetivo	-Introduzir o estudo dos objetos fractais, apresentando sua definição e principais características; -Apresentar a motivação do estudo de objetos fractais e sua relação com a natureza;
Conteúdo	- Breve histórico da origem dos estudos envolvendo os objetos fractais; - Definição de fractais e suas principais características - Fractais percussores - Exemplos de objetos com características fractais
Duração	09m:02s
Ferramenta/Recurso	- Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 02: Como podemos obter os fractais?	
Unidade/Tópico	Classificação dos fractais segundo sua natureza de construção
Objetivo	- Apresentar as diferentes classificações dos fractais de acordo com seu processo de construção - Apresentar as diferentes classificações de autossimilaridade.
Conteúdo	- Fractais determinados por recorrências - Fractais determinados por sistemas de funções iteradas -Fractais aleatórios - Classificações segundo Barbosa (2002): Fractais pela fronteira, fractais por remoção, fractais tipo Durer, Fractais tipo árvore, fractais por expansão e fractais algébricos. - Tipos de autossimilaridade: autossimilaridade exata, quase autossimilaridade e autossimilaridade estatística.
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	- Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 03: Monstros matemáticos	
Unidade/Tópico	Os monstros matemáticos: fractais percussores
Objetivo	- Apresentar alguns dos nomes que influenciaram o estudo dos objetos fractais

	- Apresentar os objetos geométricos introduzidos por esses personagens
Conteúdo	- Alguns personagens que influenciaram o desenvolvimento da Geometria Fractal - Os fractais percussores
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	- Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 04: Fractais gerados por funções	
Unidade/Tópico	Fractais gerados por funções
Objetivo	- Apresentar alguns dos fractais gerados por funções mais famosos
Conteúdo	-Conjunto de Mandelbrot -Conjunto de Fatou e Julia
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	- Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 05: A geometria da natureza	
Unidade/Tópico	Fractais naturais
Objetivo	- Apresentar a geometria fractal como uma ferramenta potente para compreensão da natureza, bem como tratar dos objetos do mundo físico.
Conteúdo	- Limitações inerentes da geometria euclidiana em tratar de objetos reais do mundo físico - Exemplos de fractais observados na natureza
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	- Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 06: A beleza do infinito	
Unidade/Tópico	A noção de infinito
Objetivo	- Destacar o aspecto infinito que os fractais apresentam - Apresentar a relação entre o aumento da superfície de cobertura e o volume ocupado
Conteúdo	- Como colocar uma linha infinita em uma caixa sem encher toda a caixa? - Associação existente entre o aumento da superfície de cobertura e o volume ocupado bem como sua utilidade.
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	- Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity

	-Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 07: A dimensão oculta	
Unidade/Tópico	Dimensão Fractal
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Conceituar a dimensão fractal - Apresentar a interpretação da dimensão fractal - Apresentar os diferentes métodos de estimativa da dimensão fractal - Apresentar com detalhes um dos métodos mais utilizados para cálculo e estimativa da dimensão fractal
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito e interpretação de dimensão fractal - A dimensão de Hausdorff - Métodos de estimativa da dimensão fractal
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	<ul style="list-style-type: none"> - Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 08-09: Onde os fractais são aplicados?	
Unidade/Tópico	Aplicações dos fractais
Objetivo	- Apresentar as principais aplicações dos fractais nas mais diversas áreas do conhecimento
Conteúdo	Aplicações dos fractais
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	<ul style="list-style-type: none"> - Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 10: Por que inserir tópicos da geometria fractal em sala de aula?	
Unidade/Tópico	Fractais na educação: potencialidades de ensino
Objetivo	- Apresentar as potencialidades da geometria fractal como uma temática a ser inserida em salas de aula do ensino básico.
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> - Potencialidades da geometria fractal como uma temática a ser inserida em salas de aula do ensino básico. - Quais tópicos curriculares podem ser abordados através da geometria fractal? Como a temática se relaciona com as orientações curriculares apresentadas nos documentos oficiais?
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	<ul style="list-style-type: none"> - Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére
Vídeo 11: Como inserir tópicos da geometria fractal em sala de aula?	
Unidade/Tópico	Fractais na educação: potencialidades de ensino
Objetivo	- Apresentar uma breve revisão de literatura das propostas que

	<p>vem sido produzidas nesse âmbito</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentar as principais atividades propostas para ensino de geometria fractal em sala de aula, baseado na revisão sistemática realizada. - Apresentar sugestões de estudos para professores interessados - Apresentar as principais ferramentas que podem auxiliar o professor no processo de ensino da geometria fractal em sala de aula - Apresentar sugestões de leituras complementares
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> - Como tem sido proposto o ensino de geometria fractal em sala de aula - Alguns desafios para os professores que desejam introduzir a temática - Sugestões de ferramentas digitais que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem da geometria fractal.
Duração	+/- 10 min
Ferramenta/Recurso	<ul style="list-style-type: none"> - Softwares de criação e edição de vídeo: Powtoon e Canva - Gravação e edição de áudio: Aplicativo ASR e Software Audacity -Microfone lapela
Responsáveis	Renata Lopes e Eduardo Barrére

APÊNDICE B – Roteiro do primeiro objeto de aprendizagem

ROTEIRO	
TÍTULO	Introdução à geometria fractal
DISCIPLINA	Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem
RESPONSÁVEIS	Renata Lopes e Eduardo Barrére
DATE	Fevereiro de 2021
	<p>TEXTO</p> <p>Olá! Eu sou Renata Lopes, professora e pesquisadora em matemática e neste vídeo iremos conhecer uma nova geometria de estruturas peculiares conhecidas como fractais.</p> <p>AÇÃO</p> <p>Foto com descrição e apresentação do título do vídeo</p>
CENA 1	20s
	<p>TEXTO</p> <p>Durante muito tempo a geometria tradicional (euclidiana) foi a única ferramenta utilizada para tratar dos objetos matemáticos e do mundo físico. Desde crianças realizamos atividades de associar objetos a formas geométricas. Por exemplo, associamos uma bola de basquete a uma esfera; a casquinha de um sorvete a um cone; um dado a um cubo; uma pipa a um losango; uma nota de dinheiro a um retângulo; e muitos outros exemplos.</p> <p>AÇÃO</p> <p>Cada elemento será associado a sua forma geométrica citada.</p>
CENA 2	40s
TÍTULO	Introdução à geometria fractal
DISCIPLINA	Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem
RESPONSÁVEIS	Renata Lopes e Eduardo Barrére
DATE	Fevereiro de 2021
	<p>TEXTO</p> <p>Contudo, há algumas formas em que a associação não é assim tão evidente, e pode causar certo "desconforto". Por exemplo, a que forma geométrica você associaria a um tronco de árvore? Ou então a uma nuvem? E a um brócolis? Ou ainda, a um cristal de gelo?</p> <p>AÇÃO</p> <p>Cada figura será associada a um ponto de interrogação no lugar de uma figura geométrica</p>
CENA 3	40s
 <p>Alguma imagem que faz referência à dúvida, dificuldade, confusão.</p>	<p>TEXTO</p> <p>O motivo desta dificuldade é justamente porque a natureza exhibe não apenas um grau mais elevado, mas também um nível de complexidade completamente diferente.</p> <p>AÇÃO</p>
CENA 4	20s

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem **RESPONSÁVEIS** Renata Lopes e Eduardo Barrère

DATE Fevereiro de 2021

CENA 5 30s

TEXTO

Foi ao dizer que "Nuvens não são esferas, montanhas não são cones, linhas costeiras não são círculos, e uma casca de árvore não é lisa, tampouco um feixe de luz viaja em linha reta" que Benoit Mandelbrot introduziu, em 1975, todo um estudo a cerca de objetos muito específicos e interessantes, e deu a eles o nome de fractais.

AÇÃO

A frase associada à foto de Mandelbrot aparecerá sendo escrita enquanto as imagens aparecem na tela.

CENA 6 30s

TEXTO

Benoit Mandelbrot, matemático e Cunhou a palavra fractal do adjetivo latino fractus. O verbo latino correspondente frangere significa quebrar: criar fragmentos irregulares. Portanto além de significar fragmentado pode também significa irregular.

AÇÃO

Gif de Mandelbrot juntamente com uma descrição. Jogo com os termos "fractus" e "frangere" e seus significados.

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem **RESPONSÁVEIS** Renata Lopes e Eduardo Barrère

DATE Fevereiro de 2021

CENA 7 40s

TEXTO

Enquanto a geometria euclidiana envolve o estudo de formas exatas, como círculos, ângulos e linhas retas, regulares, a geometria dos fractais é capaz de ampliar essa visão, criando modelos que representam de maneira mais fiel as formas e fenômenos da natureza. Portanto, a Geometria Fractal introduz uma relação entre esses objetos sobre outra perspectiva e de certa forma pode ser entendida como uma nova linguagem que melhor trata "coisas" que já conhecemos.

AÇÃO

Comparação entre o universo euclidiano e o universo fractal através das imagens contidas nas janelas. Gif de uma janela da natureza.

CENA 8 30s

TEXTO

Bem, sabemos o significado etimológico do termo fractal. Mas agora vamos pensar: Por que criar um novo ramo específico para tratar essas formas e, afinal, o que tem de especial nelas que as diferenciam das formas estudadas até então na geometria euclidiana? Enfim, muitas perguntas, né? Vamos começar a respondê-las.

AÇÃO

O texto "Geometria euclidiana ≠ geometria fractal?" aparece no balão e em seguida as formas geométricas euclidianas.

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem **RESPONSÁVEIS** Renata Lopes e Eduardo Barrére

DATE Fevereiro de 2021



TEXTO

“os fractais não são definidos por uma pequena definição formal, mas pelas diversas figuras e contextos que se referem a eles”


CENA 9 **30s**

TEXTO

Primeiramente, devemos dizer que não é tão simples apresentar uma definição formal e definitiva do que venha a ser um fractal. Mas existem algumas ideias gerais, características comuns sobre as quais é possível construir uma boa ideia do que são. Logo, nas palavras de Barnsley: “os fractais não são definidos por uma pequena definição formal, mas pelas diversas figuras e contextos que se referem a eles”.

AÇÃO

As figuras referentes à dificuldade aparecem. Imagens associadas à busca, definição e dificuldade. A imagem "Hard mode" surge sobre as demais. Por fim, no balão de citação, a frase entre aspas aparece sendo escrita..



TEXTO

A primeira dessas características é a mais notável, pois reside no seu visual. Vamos tomar como exemplo a seguinte figura. Se olharmos com detalhes é possível perceber que cada pequena parte dessa figura se assemelha ao todo, como se fossem cópias reduzidas da figura como um todo. Essa característica é o que chamamos de autossimilaridade.

AÇÃO

Gif com zoom de um exemplo de fractal (folha de árvore) .

CENA 10 **40s**

TEXTO

A primeira dessas características é a mais notável, pois reside no seu visual. Vamos tomar como exemplo a seguinte figura. Se olharmos com detalhes é possível perceber que cada pequena parte dessa figura se assemelha ao todo, como se fossem cópias reduzidas da figura como um todo. Essa característica é o que chamamos de autossimilaridade.

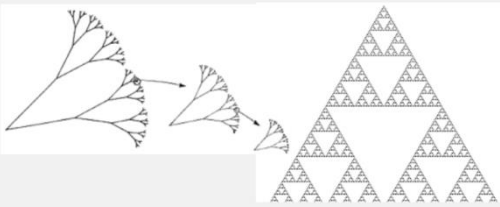
AÇÃO

Gif com zoom de um exemplo de fractal (folha de árvore) .

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem **RESPONSÁVEIS** Renata Lopes e Eduardo Barrére

DATE Fevereiro de 2021



TEXTO

Isso demonstra que “Os fractais envolvem olhar mais de perto, e enxergar mais detalhes. Os fractais têm tudo a ver com saliências que escondem outras saliências, curvas que conduzem a mais curvas, e átomos que se desdobram em universos”.

AÇÃO

Gif com zoom de um exemplo de fractal (Irregularidade da costa/ Triângulo de Sierpinski ou concha)


CENA 11 **30 s**

TEXTO

Isso demonstra que “Os fractais envolvem olhar mais de perto, e enxergar mais detalhes. Os fractais têm tudo a ver com saliências que escondem outras saliências, curvas que conduzem a mais curvas, e átomos que se desdobram em universos”.

AÇÃO

Gif com zoom de um exemplo de fractal (Irregularidade da costa/ Triângulo de Sierpinski ou concha)



TEXTO

Um das famosas indagações percorridas por Mandelbrot ilustra bem essa propriedade: Que extensão tem o litoral da Grã-Bretanha? A resposta para isso? Depende. Depende do instrumento de medição.

AÇÃO

Imagem de satélite da Grã-Bretanha e pergunta exibida na tela

CENA 12 **30s**

TEXTO

Um das famosas indagações percorridas por Mandelbrot ilustra bem essa propriedade: Que extensão tem o litoral da Grã-Bretanha? A resposta para isso? Depende. Depende do instrumento de medição.

AÇÃO

Imagem de satélite da Grã-Bretanha e pergunta exibida na tela

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem **RESPONSÁVEIS** Renata Lopes e Eduardo Barrére

DATE Fevereiro de 2021



CENA 13

🕒 1 min

TEXTO

Por exemplo, vamos imaginar um homem caminhando ao longo da costa, percorrendo o caminho mais curto possível e não se afastando da linha costeira mais do que uma dada distância. Depois se repete o processo, tornando a distância do homem a costa cada vez menor. Em seguida substitui-se o nosso homem por um rato, depois por uma formiga e assim por diante. Mais uma vez, quanto mais próximo o animal se mantiver da costa, mais longa será, inevitavelmente, a distância a percorrer.

AÇÃO

Vídeo com o contorno da Grã-Bretanha em diferentes métricas e inserindo as imagens de um homem, um rato e uma formiga.



CENA 14

🕒 30s

TEXTO

Com esse exemplo Mandelbrot ilustra a noção de escala e o que se observa é que existe uma dependência de escala, em que o valor medido se altera conforme variamos a métrica. A cada etapa gera detalhes menores que o anterior. Assim, ele descobriu que qualquer segmento do litoral é de em certo grau autosselhança ao litoral inteiro.

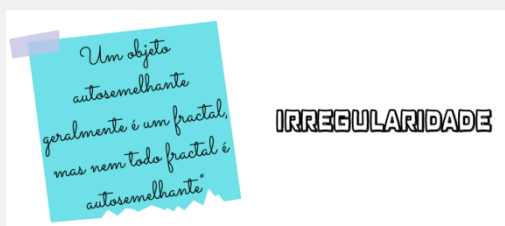
AÇÃO

Inserir os textos "Dependência da escala"; "Resultado varia conforme a métrica"; "Detalhes cada vez menores" desencadeando em "Autosselhança"

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem **RESPONSÁVEIS** Renata Lopes e Eduardo Barrére

DATE Fevereiro de 2021



CENA 15

🕒 30s

TEXTO

Resumindo: Um objeto autosselhança geralmente é um fractal, mas nem todos os fractais são auto-selhanças. Um fractal é definido pela irregularidade que precisa existir em todas as escalas, mas esta irregularidade não precisa manter sempre a mesma aparência.

AÇÃO

O texto "Um objeto autosselhança geralmente é um fractal, mas nem todo fractal é autosselhança" aparece no post-it em seguida a palavra irregularidade com um exemplo em gif (brócolis)

Sequência de imagens de um processo iterativo

CENA 16

🕒 30s

TEXTO

Essa característica advém da forma como essas figuras são construídas, sendo, portanto uma segunda "evidência" fractal. Veremos mais a frente que elas são obtidas através de processos iterativos, ou seja, um mesmo processo matemático que é repetido indefinidamente. Isso faz com que a partir de elementos simples consigamos produzir imagens bem complexas - infinitamente complexas.

AÇÃO


Imagens exemplificando um processo iterativo em sequência

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem

RESPONSÁVEIS Renata Lopes e Eduardo Barrère

DATE Fevereiro de 2021



3. Dimensão

CENA 17

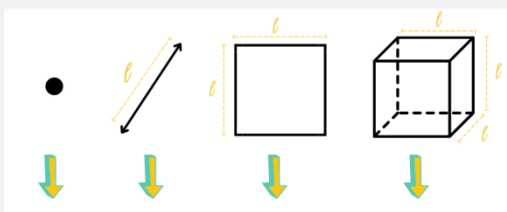
40s

TEXTO

A terceira e última característica que falaremos é a sua dimensão. Pela herança euclidiana, no cotidiano, admite-se, com naturalidade, que vivemos em um mundo com três dimensões. Você certamente (provavelmente) já escutou falar de dimensão em seus estudos, ao longo de sua vida, de tal forma que é quase natural que façamos a seguinte associação

AÇÃO

Imagens que fazem referência à dimensão usual



DIMENSÃO 0 **DIMENSÃO 1** **DIMENSÃO 2** **DIMENSÃO 3**

CENA 18

1 min

TEXTO

Um ponto tem dimensão 0...Uma linha tem dimensão 1... etc.. Mas alguém já te disse que existem formas que possuem dimensão entre esses valores, como por exemplo, 1,43? Pois bem, isso acontece com os fractais. Mas isso é um assunto para outro vídeo.

AÇÃO

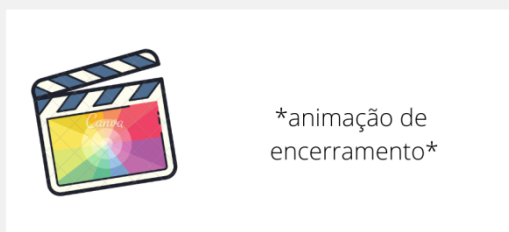
As medidas de cada objeto aparecem em sequência e cada elemento será associado a sua dimensão.

TÍTULO Introdução à geometria fractal

DISCIPLINA Softwares Educacionais e Objetos de Aprendizagem

RESPONSÁVEIS Renata Lopes e Eduardo Barrère

DATE Fevereiro de 2021



animação de encerramento

CENA 17

40s

TEXTO

Por enquanto ficamos por aqui. Obrigada pela companhia e até a próxima!

AÇÃO

Animação de encerramento