



APLICAÇÕES DA GEOMETRIA ANALÍTICA NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E SUAS POTENCIALIDADES DIDÁTICAS NO ENSINO MÉDIO

APPLICATIONS OF ANALYTICAL GEOMETRY IN THE OIL INDUSTRY AND ITS DIDACTIC POTENTIAL FOR HIGH SCHOOL EDUCATION

Landson Soares Marques¹

Michel da Costa²

Marco Antonio Di Pinto³

DOI: 10.5281/zenodo.22095529

RESUMO

A pesquisa analisa a aplicação da geometria analítica na indústria do petróleo e investiga como essa contextualização pode tornar o ensino do ensino médio mais significativo e alinhado às competências da BNCC. Desde o século XVII, com Descartes e Fermat, a geometria analítica consolidou a articulação entre álgebra e geometria, permitindo traduzir problemas espaciais em equações e fundamentando o desenvolvimento do cálculo e de diversas aplicações científicas. Na atualidade, essa área exerce papel estratégico na indústria petrolífera, especialmente na modelagem de reservatórios, no planejamento de trajetórias de poços direcionais, na análise de interseções entre camadas geológicas e na estimativa de volumes. Conceitos como equações paramétricas da reta, equação do plano e cálculo de volumes possibilitam representar matematicamente situações tridimensionais reais. Entretanto, no contexto escolar, o ensino costuma assumir caráter formalista e descontextualizado, dificultando a aprendizagem significativa. O estudo propôs uma sequência didática aplicada a 32 estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Salvador/BA. A pesquisa, de natureza qualitativa e aplicada, envolveu levantamento bibliográfico, aplicação da sequência e análise comparativa entre pré-teste e pós-teste. Organizada em cinco aulas, a proposta abordou reta e plano no espaço, interseções e cálculo de volumes, articulando teoria e prática por meio de problemas da indústria do petróleo. Os resultados indicaram avanço expressivo: a média da turma passou de 3,4 para 7,8 pontos, com melhorias na compreensão conceitual, no raciocínio espacial, na modelagem e na argumentação. A contextualização favoreceu a aprendizagem significativa e o desenvolvimento das competências previstas na BNCC.

Palavras-chave: Geometria Analítica. Modelagem Matemática. Indústria do Petróleo. Ensino Médio. BNCC.

ABSTRACT

¹ Egresso do Curso de Licenciatura em Matemática EaD – Universidade Metropolitana de Santos

² Orientador da Pesquisa – Doutor em Educação Matemática pela Universidade Anhanguera de São Paulo, Professor e Coordenador do Curso de Licenciatura em Matemática – EaD/Semipresencial e Professor Permanente no Programa de Mestrado Profissional “Práticas Docentes no Ensino Fundamental” – Universidade Metropolitana de Santos

³ Coorientador da Pesquisa – Mestre em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP, Professor Mestre nos cursos de Matemática, Física, Administração e Ciências Contábeis – Universidade Metropolitana de Santos



This study analyzes the application of analytical geometry in the oil industry and investigates how this contextualization can make high school education more meaningful and aligned with the competencies established by the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC). Since the seventeenth century, with the contributions of Descartes and Fermat, analytical geometry has consolidated the connection between algebra and geometry, enabling the translation of spatial problems into equations and providing the foundation for the development of calculus and numerous scientific applications. Today, this field plays a strategic role in the petroleum industry, particularly in reservoir modeling, directional well trajectory planning, analysis of intersections between geological layers, and volume estimation. Concepts such as parametric equations of lines, plane equations, and volume calculations make it possible to mathematically represent real three-dimensional situations. However, in the school context, the teaching of analytical geometry is often formalistic and decontextualized, hindering meaningful learning. The study proposed a teaching sequence applied to 32 third-year high school students from a public school in Salvador, Bahia, Brazil. This qualitative and applied research involved a literature review, implementation of the teaching sequence, and a comparative analysis of pre-test and post-test results. Organized into five lessons, the proposal addressed lines and planes in space, intersections, and volume calculations, integrating theory and practice through problems related to the oil industry. The results indicated significant improvement: the class average increased from 3.4 to 7.8 points, with advances in conceptual understanding, spatial reasoning, mathematical modeling, and argumentation skills. The contextualized approach promoted meaningful learning and supported the development of the competencies established by the BNCC.

Keywords: Analytical Geometry. Mathematical Modeling. Oil Industry. High School Education. BNCC.

1. INTRODUÇÃO

A geometria analítica constitui um dos pilares estruturantes da matemática, ao estabelecer a articulação entre álgebra e geometria por meio da representação de figuras e fenômenos em sistemas de coordenadas. Desde sua sistematização no século XVII, essa área tornou possível traduzir problemas geométricos em equações algébricas, ampliando significativamente as possibilidades de modelagem matemática (Boyer, 2012; Courant; Robbins, 2000). Tal articulação consolidou-se como base para o desenvolvimento do cálculo diferencial e integral e para diversas aplicações científicas e tecnológicas (Stewart, 2013; Thomas, 2012).

No contexto contemporâneo, a geometria analítica possui aplicações expressivas na engenharia, na física e na indústria. Em particular, na indústria do petróleo, essa área desempenha papel estratégico na modelagem de reservatórios, na definição de trajetórias de perfuração de poços direcionais e horizontais, na análise estrutural de camadas geológicas e na estimativa volumétrica de jazidas (Rosa, 2011; Thomas, 2004). O uso de equações de retas e planos no espaço tridimensional permite representar matematicamente a inclinação de poços; o cálculo de distâncias e ângulos auxilia na



análise da interseção entre formações geológicas; e a modelagem por superfícies quádricas contribui para a estimativa do volume de reservatórios (Ahmed, 2010; Economides; Nolte, 2013).

Essas aplicações evidenciam que a geometria analítica não se limita a um conteúdo abstrato do currículo escolar, mas constitui ferramenta essencial para a resolução de problemas reais de alta complexidade técnica (Lopes; Souza; Bastos, 2019). Contudo, no ambiente escolar, observa-se frequentemente uma abordagem excessivamente formalista, centrada em manipulações algébricas descontextualizadas, o que pode dificultar a aprendizagem significativa dos estudantes (Lorenzato, 2006; Ponte, 2003).

À luz da base nacional comum curricular - BNCC (Brasil, 2018), o ensino de matemática no ensino médio deve promover o desenvolvimento de competências que envolvem a capacidade de modelar situações-problema, interpretar resultados e utilizar tecnologias digitais. Entre as competências específicas da área de matemática e suas tecnologias, destaca-se a competência de “utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diferentes contextos” (Brasil, 2018; Brasil, 1998). No âmbito das habilidades relacionadas à geometria e grandezas e medidas, a BNCC prevê a análise de posições relativas de retas e planos no espaço, bem como a utilização de representações geométricas para resolver problemas práticos.

Diante desse cenário, o problema central desta pesquisa consiste em investigar como a geometria analítica pode ser aplicada na resolução de problemas da indústria do petróleo e de que forma essa aplicação pode ser explorada didaticamente no ensino médio, tornando o conteúdo mais significativo e alinhado às competências e habilidades previstas na BNCC.

Essa problemática articula dois eixos complementares. O primeiro, técnico-científico, refere-se às aplicações reais da geometria analítica na indústria petrolífera. O segundo, pedagógico, busca compreender como tais aplicações podem contribuir para o ensino e aprendizagem da matemática na educação básica, promovendo contextualização, interdisciplinaridade e desenvolvimento de competências.

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar e demonstrar como a geometria analítica pode ser utilizada na resolução de problemas da indústria do petróleo, desenvolvendo e aplicando uma sequência didática para o 3º ano do ensino médio, alinhada às competências e habilidades da BNCC. Como objetivos específicos,



busca-se: identificar aplicações da geometria analítica na indústria do petróleo; relacionar conceitos do ensino médio com problemas reais da área petrolífera; desenvolver competências de modelagem matemática conforme a BNCC (Brasil, 2018); elaborar e aplicar uma sequência didática contextualizada; construir instrumento avaliativo coerente com os objetivos propostos; e analisar qualitativamente os resultados obtidos.

2. PÚBLICO ALVO

A escolha do tema justifica-se pela necessidade de aproximar o ensino da matemática da realidade social, tecnológica e produtiva dos estudantes. Segundo Skovsmose (2000), a educação matemática deve favorecer a formação crítica, possibilitando que os alunos compreendam o papel da matemática na organização da sociedade. Ao explorar aplicações da geometria analítica na indústria do petróleo, promove-se uma articulação entre conhecimento escolar e mundo do trabalho, em consonância com a proposta formativa da BNCC (Brasil, 2018).

Do ponto de vista econômico e tecnológico, a indústria do petróleo representa um setor estratégico, exigindo profissionais com sólida formação matemática (Thomas, 2004). A modelagem geométrica de reservatórios e a definição de trajetórias de perfuração dependem diretamente de conceitos como equações paramétricas da reta, equação geral do plano e cálculo de volumes (Rosa, 2011; Ahmed, 2010). Assim, ao abordar tais aplicações no ensino médio, amplia-se a percepção dos estudantes acerca das possibilidades profissionais relacionadas à Matemática (Moran, 2015).

Sob a perspectiva pedagógica, a contextualização favorece a aprendizagem significativa, na medida em que novos conhecimentos se integram à estrutura cognitiva pré-existente do aluno (Ausubel, 2003). Além disso, a utilização de problemas reais dialoga com a abordagem de modelagem matemática defendida por Biembengut e Hein (2011), segundo a qual o ensino deve partir de situações concretas para construção de conceitos formais.

Autores como D'Ambrósio (2001) e Freire (1996) defendem que o processo educativo deve promover a autonomia intelectual e o pensamento crítico. Nesse sentido, ao propor a resolução de problemas vinculados à indústria petrolífera, o professor estimula a investigação, a argumentação e a tomada de decisões fundamentadas, competências igualmente previstas na BNCC (Brasil, 2018).

O presente trabalho insere-se no campo da educação matemática, dialogando com abordagens que defendem o ensino investigativo e contextualizado (Ponte, 2003; Libâneo, 2013). A modelagem matemática, conforme discutida por Biembengut e Hein (2011),



constitui estratégia metodológica capaz de aproximar teoria e prática, permitindo que o aluno compreenda o sentido dos conceitos estudados.

Além disso, a proposta fundamenta-se na metodologia de sequência didática, entendida como um conjunto organizado de atividades com objetivos claros e avaliação articulada (Zabala, 1998; Dolz; Schneuwly, 2004). Essa organização sistemática favorece o desenvolvimento progressivo das habilidades previstas na BNCC, como interpretar representações geométricas, utilizar tecnologias digitais e argumentar matematicamente (Brasil, 2018).

No âmbito da formação docente, Shulman (1986) destaca a importância do conhecimento pedagógico do conteúdo, ou seja, a capacidade de transformar saberes científicos em conteúdos ensináveis. Assim, este trabalho contribui para a reflexão sobre como a geometria analítica pode ser ensinada de modo contextualizado e socialmente relevante.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A ORIGEM HISTÓRICA E A CONSOLIDAÇÃO DA GEOMETRIA ANALÍTICA

A geometria analítica constitui um dos marcos mais significativos da história da matemática. Seu surgimento no século XVII, associado principalmente aos trabalhos de René Descartes e Pierre de Fermat, representou uma ruptura epistemológica ao estabelecer a possibilidade de traduzir problemas geométricos em linguagem algébrica.

Segundo Boyer (2012), a publicação do *La Géométrie* em 1637 inaugurou uma nova forma de pensar a matemática, ao permitir que curvas fossem descritas por equações e que relações espaciais pudessem ser tratadas por meio de expressões simbólicas. Courant e Robbins (2000) destacam que essa articulação entre álgebra e geometria foi fundamental para o desenvolvimento do cálculo diferencial e integral, consolidado posteriormente por Newton e Leibniz. A representação de curvas no plano cartesiano possibilitou o estudo sistemático de funções, limites, derivadas e integrais, ampliando consideravelmente o campo de aplicações da matemática nas ciências naturais.

A consolidação da geometria analítica também contribuiu para o desenvolvimento da física moderna, especialmente na formulação das leis do movimento e na modelagem de fenômenos espaciais (Silva; Santos, 2013). Conforme Stewart (2013), a linguagem algébrica aplicada ao espaço tridimensional tornou-se indispensável para a engenharia, a arquitetura, a astronomia e, mais recentemente, para a indústria tecnológica.



Portanto, historicamente, a geometria analítica não se configura apenas como um conteúdo curricular, mas como um instrumento epistemológico que possibilitou a expansão da ciência moderna. Essa dimensão histórica reforça sua relevância no currículo escolar, justificando sua presença no ensino médio como parte da formação matemática básica.

3.2 A GEOMETRIA ANALÍTICA NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

No contexto do ensino médio, a geometria analítica contempla conteúdos como sistema cartesiano, equação da reta no plano e no espaço, equação geral do plano, cálculo de distâncias, posições relativas entre retas e planos e interpretação geométrica tridimensional. Tais conteúdos favorecem o desenvolvimento do raciocínio espacial, da abstração simbólica e da capacidade de modelagem (Lorenzato, 2006).

Entretanto, conforme aponta Ponte (2003), o ensino da matemática frequentemente privilegia procedimentos operatórios e manipulações algébricas descontextualizadas, o que pode comprometer a compreensão conceitual. Nesse modelo tradicional, o estudante tende a memorizar fórmulas sem compreender sua aplicação ou significado geométrico. Lorenzato (2006) ressalta que o raciocínio espacial não se desenvolve apenas por meio de exercícios mecânicos, mas exige experiências de visualização, representação e interpretação. A geometria analítica, quando ensinada de forma integrada, permite ao estudante transitar entre diferentes registros de representação: gráfico, algébrico e geométrico, favorecendo compreensão mais profunda.

Nesse sentido, a superação do ensino meramente procedural demanda estratégias pedagógicas que articulem teoria e prática, aproximando os conteúdos matemáticos de contextos reais e socialmente significativos.

3.3 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR E AS COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS

A Base nacional comum curricular (Brasil, 2018) estabelece que o ensino de matemática deve promover o desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas, modelagem matemática, argumentação e uso de tecnologias digitais. A BNCC enfatiza que o estudante deve ser capaz de interpretar situações reais, construir modelos matemáticos e validar resultados.

No campo específico da geometria e grandezas e medidas, a BNCC prevê habilidades como analisar posições relativas entre retas e planos, utilizar representações tridimensionais



e resolver problemas envolvendo grandezas espaciais. Tais habilidades dialogam diretamente com os conteúdos da geometria analítica.

Segundo Libâneo (2013), o currículo contemporâneo deve articular formação conceitual e formação para a cidadania. Assim, a proposta de contextualizar a geometria analítica na indústria do petróleo alinha-se às diretrizes curriculares ao promover aprendizagem aplicada e desenvolvimento de competências. Além disso, a BNCC reforça a importância da interdisciplinaridade e da articulação com o mundo do trabalho, perspectiva que fundamenta a proposta deste estudo.

A proposta didática desenvolvida neste trabalho encontra respaldo nas competências gerais da educação básica previstas na BNCC, especialmente a competência geral 2 (exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências para investigar e resolver problemas) e a competência geral 5 (compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica e significativa). No âmbito específico da área de matemática e suas tecnologias para o ensino médio, a sequência didática dialoga diretamente com a competência específica 3, que prevê a utilização de estratégias e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diferentes contextos. Além disso, articula-se às habilidades EM13MAT301 (resolver e elaborar problemas envolvendo a posição relativa de retas e planos no espaço), EM13MAT302 (utilizar representações algébricas e geométricas para modelar situações espaciais) e EM13MAT305 (interpretar e validar resultados obtidos por meio de modelagem matemática em contextos diversos). Dessa forma, a aplicação da geometria analítica na indústria do petróleo evidencia alinhamento explícito entre prática pedagógica e desenvolvimento das competências e habilidades previstas no documento normativo nacional.

3.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

A teoria da aprendizagem significativa, formulada por Ausubel (2003), sustenta que novos conhecimentos são assimilados quando se relacionam de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do estudante. Para que isso ocorra, é necessário que o conteúdo tenha significado lógico e psicológico.

No ensino da geometria analítica, a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante compreende que as equações da reta e do plano representam situações espaciais concretas. Quando o conteúdo é apresentado de forma isolada, sem conexão com aplicações reais, há maior probabilidade de aprendizagem mecânica. A contextualização por meio de



problemas da indústria do petróleo favorece a ancoragem cognitiva, pois permite que o estudante associe conceitos matemáticos a fenômenos concretos, como a perfuração de poços direcionais ou a estimativa volumétrica de reservatórios. Essa perspectiva dialoga com D'Ambrósio (2001), que defende uma educação matemática voltada à compreensão cultural e social do conhecimento, ampliando o sentido atribuído aos conteúdos escolares.

3.5 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA

A modelagem matemática constitui abordagem que parte de situações reais para construção de modelos formais, permitindo interpretação, análise e validação de resultados. Biembengut e Hein (2011) destacam que a modelagem favorece a integração entre teoria e prática, desenvolvendo autonomia intelectual e capacidade investigativa.

No contexto deste trabalho, a modelagem manifesta-se na representação da trajetória de um poço como reta no espaço tridimensional, na representação de camadas geológicas por planos e na estimativa de volumes por sólidos geométricos simplificados.

Skovsmose (2000) argumenta que a modelagem permite ao estudante compreender o papel da matemática na organização da sociedade, superando a visão neutra e abstrata do conhecimento matemático. Portanto, a modelagem não apenas contribui para a aprendizagem conceitual, mas também promove consciência crítica sobre as aplicações da matemática em contextos tecnológicos.

3.6 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E FORMAÇÃO CIDADÃ

A educação matemática crítica, defendida por Skovsmose (2000), propõe que o ensino da matemática deve possibilitar reflexão sobre suas aplicações sociais, econômicas e políticas. Nesse sentido, a contextualização na indústria do petróleo pode suscitar discussões sobre tecnologia, energia e desenvolvimento sustentável. Freire (1996) enfatiza que a educação deve promover autonomia e pensamento crítico. Ao propor situações-problema reais, o professor estimula o estudante a analisar dados, justificar procedimentos e interpretar resultados. Essa perspectiva amplia o papel da matemática no currículo escolar, transformando-a em instrumento de compreensão e intervenção na realidade.

3.7 FORMAÇÃO DOCENTE E CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO

Shulman (1986) introduz o conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo, destacando que o professor deve dominar não apenas o conteúdo científico, mas também as



formas de ensiná-lo de maneira compreensível.

No ensino da geometria analítica, isso implica transformar equações e conceitos abstratos em situações didáticas significativas. A utilização de sequência didática, conforme Zabala (1998), favorece organização sistemática do ensino, garantindo progressão lógica e coerência avaliativa. Dolz e Schneuwly (2004) reforçam que a sequência didática possibilita planejamento estruturado, integrando objetivos, atividades e avaliação em um processo articulado.

3.8 APLICAÇÕES DA GEOMETRIA ANALÍTICA NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

A indústria do petróleo utiliza intensivamente conceitos de geometria analítica. Segundo Rosa (2011), a perfuração de poços direcionais exige definição precisa de trajetórias tridimensionais, frequentemente modeladas por equações paramétricas da reta. Ahmed (2010) destaca que a análise de formações geológicas envolve interpretação de planos e superfícies no espaço, permitindo determinar interseções e profundidades. Economides e Nolte (2013) enfatizam que a estimativa de volumes de reservatórios depende de modelagem geométrica e integração de dados espaciais. Essas aplicações evidenciam que conteúdos trabalhados no ensino médio possuem relevância técnica concreta, reforçando a importância de sua contextualização.

Do ponto de vista matemático, reconhece-se que as modelagens apresentadas neste trabalho foram estruturadas com grau de complexidade compatível com o nível do ensino médio, priorizando a consolidação conceitual das equações da reta e do plano no espaço tridimensional. Assim, optou-se por representações geométricas simplificadas, como a aproximação de reservatórios por sólidos elementares, em detrimento de modelagens mais sofisticadas envolvendo superfícies quádricas, integrais múltiplas ou ajustes por métodos numéricos, frequentemente empregados na Engenharia de Petróleo (Ahmed, 2010; Economides; Nolte, 2013). Ressalta-se, entretanto, que a geometria analítica oferece suporte teórico para descrições mais robustas, como a modelagem de domos estruturais por paraboloides ou elipsoides, conforme discutido em obras clássicas de cálculo e geometria no espaço (Stewart, 2013; Thomas, 2012). A escolha metodológica por simplificações não decorre de limitação conceitual da área, mas de adequação didática ao público-alvo, em consonância com o princípio do conhecimento pedagógico do conteúdo proposto por Shulman (1986), que orienta a transformação do saber científico em saber ensinável. Dessa forma, reconhece-se como possibilidade de aprofundamento futuro a ampliação da



modelagem para estruturas geométricas mais complexas, articulando a geometria analítica do ensino médio com tópicos introdutórios de cálculo e geometria diferencial.

3.9 INTEGRAÇÃO ENTRE FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PROPOSTA DIDÁTICA

A articulação entre fundamentos históricos, pedagógicos e técnicos sustenta a proposta deste trabalho. A geometria analítica, ao longo de sua evolução, consolidou-se como ferramenta essencial de modelagem científica. No campo educacional, teorias como a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), resolução de problemas (Costa, 2010), a modelagem matemática (Biembengut; Hein, 2011), a Educação matemática Crítica (Skovsmose, 2000) e o conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986) oferecem base para sua abordagem contextualizada.

A BNCC (Brasil, 2018) reforça a necessidade de desenvolver competências relacionadas à resolução de problemas, modelagem e argumentação. Assim, a aplicação da geometria analítica na indústria do petróleo representa convergência entre rigor científico, relevância social e formação cidadã. Dessa forma, a fundamentação teórica apresentada sustenta a hipótese de que a contextualização e a modelagem podem promover aprendizagem significativa, desenvolvimento de competências e maior engajamento estudantil, contribuindo para um ensino de matemática mais crítico, aplicado e socialmente relevante.

4. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada e com abordagem descritivo-exploratória, conforme classificação de Gil (2008) e Lakatos e Marconi (2010). A opção pela abordagem qualitativa justifica-se pela intenção de compreender os processos de ensino e aprendizagem envolvidos na aplicação da geometria analítica em contexto real, analisando não apenas resultados quantitativos, mas também aspectos conceituais, interpretativos e argumentativos apresentados pelos estudantes.

A pesquisa foi desenvolvida em um colégio estadual da cidade de Salvador/BA. A instituição investigada é uma escola pública da rede estadual de ensino, localizada em área urbana e responsável pelo atendimento de estudantes provenientes de diferentes comunidades de seu entorno.

Adota-se como estratégia metodológica a sequência didática, compreendida como um conjunto sistematizado de atividades organizadas de maneira progressiva, com objetivos



claros, coerência interna e avaliação articulada ao processo de aprendizagem (Zabala, 1998). A sequência didática, enquanto instrumento de intervenção pedagógica, permite estruturar o desenvolvimento do conteúdo de forma contextualizada, favorecendo a construção significativa do conhecimento (Ausubel, 2003). O estudo será desenvolvido em três etapas principais:

1. Levantamento bibliográfico, envolvendo obras de geometria analítica, educação matemática e engenharia de petróleo, bem como análise das competências e habilidades previstas na BNCC (Brasil, 2018);
2. Elaboração e aplicação da sequência didática em uma turma do 3º ano do ensino médio de escola urbana pública;
3. Aplicação de instrumento avaliativo, composto por pré-teste e pós-teste, com posterior análise qualitativa dos resultados, conforme orientações metodológicas de Yin (2015).

O instrumento avaliativo permitirá verificar o desenvolvimento das competências previstas na BNCC, especialmente aquelas relacionadas à resolução de problemas, modelagem matemática, argumentação e uso de representações geométricas (Brasil, 2018). A análise considerará:

- Evolução conceitual dos estudantes;
- Capacidade de interpretação geométrica no espaço tridimensional;
- Aplicação adequada das equações da reta e do plano;
- Desenvolvimento da argumentação matemática;
- Participação e engajamento durante as atividades.

Dessa forma, a metodologia integra fundamentação teórica, aplicação prática e reflexão pedagógica, contribuindo para um ensino de matemática contextualizado, crítico e socialmente significativo, conforme defendem Skovsmose (2000) e Biembengut e Hein (2011).

A pesquisa foi desenvolvida com uma turma composta por 32 estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública urbana localizada em contexto socioeconômico heterogêneo, atendendo predominantemente alunos oriundos de famílias de baixa e média renda. A instituição integra a rede estadual de ensino e apresenta infraestrutura básica composta por salas de aula convencionais, laboratório de informática e acesso limitado a recursos tecnológicos avançados. Ressalta-se que a amostra, embora adequada para investigação qualitativa de natureza aplicada, é restrita a um único contexto escolar, o que não permite generalizações amplas dos resultados. Assim, os achados devem ser



interpretados como evidências situadas, vinculadas às especificidades do campo empírico analisado, podendo apresentar variações quando replicados em realidades distintas.

4.1 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática, mostrada na Tabela 1, foi estruturada para cinco encontros de 50 minutos cada, contemplando progressivamente os conceitos de geometria analítica aplicados à indústria do petróleo. O planejamento está alinhado às competências da BNCC (Brasil, 2018), especialmente no que se refere à modelagem, resolução de problemas e uso de diferentes representações matemáticas.

Tabela 1. Estrutura da sequência didática aplicada na pesquisa, com organização das cinco aulas, objetivos, conteúdos, atividades e competências da BNCC relacionadas ao ensino de geometria analítica na indústria do petróleo.

Aula	Tema / Conteúdo	Objetivo	Desenvolvimento / Atividades	Competências / Avaliação
1	Introdução e Problemática	Contextualizar a geometria analítica na indústria do petróleo e despertar o interesse investigativo dos estudantes.	1. Apresentação de imagens e vídeos sobre plataformas e poços. 2. Discussão sobre a determinação da inclinação e direção de poços. 3. Problema: <i>como determinar a trajetória de um poço inclinado no espaço?</i>	• Aplicação do pré-teste. • Resolver e elaborar problemas em diferentes contextos. • Utilizar representações geométricas para interpretar situações reais.
2	Equação da reta no espaço	Compreender e aplicar as equações paramétricas da reta no espaço tridimensional.	Modelagem da trajetória de um poço de petróleo como uma reta no espaço tridimensional utilizando coordenadas cartesianas. Atividade: resolução de problema contextualizado com dados simulados de profundidade e inclinação.	• Vetor diretor. • Equações paramétricas da reta. • Interpretação geométrica.



Aula	Tema / Conteúdo	Objetivo	Desenvolvimento / Atividades	Competências / Avaliação
3	Plano e Interseção	Compreender a equação geral do plano e determinar a interseção entre reta e plano.	Determinar o ponto onde o poço intercepta determinada camada geológica.	• Equação geral do plano. • Posições relativas entre reta e plano. • Cálculo do ponto de interseção.
4	Cálculo de volume de reservatórios	Aplicar conceitos de volume na estimativa de reservatórios modelados geometricamente.	Estimativa do volume aproximado de um reservatório modelado como sólido geométrico simplificado.	• Volume de sólidos geométricos. • Modelagem simplificada de reservatórios.
5	Avaliação e Sistematização	Verificar a aprendizagem dos estudantes e sistematizar os conhecimentos construídos.	Aplicação de instrumento avaliativo (pós-teste) contendo: • 5 questões contextualizadas sobre aplicações na indústria do petróleo. • 2 questões conceituais sobre reta e plano no espaço. • 1 problema aplicado completo envolvendo modelagem e interpretação.	Critérios de avaliação: • Correção conceitual. • Clareza na argumentação. • Interpretação geométrica adequada. • Coerência nos cálculos. • Capacidade de modelagem.

Fonte: Dados da Pesquisa (2026)

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A interpretação dos dados seguirá abordagem descritiva, buscando identificar indícios de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) e avanço na argumentação matemática. A análise será predominantemente qualitativa, observando:

- Evolução conceitual entre pré e pós-teste;
- Desenvolvimento da capacidade de modelagem;
- Ampliação do raciocínio espacial;
- Participação e engajamento dos estudantes;
- Evidências de desenvolvimento das competências previstas na BNCC (Brasil, 2018).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO



A análise dos resultados foi realizada a partir da comparação entre o pré-teste e o pós-teste aplicados aos 32 estudantes do 3º ano do ensino médio participantes da pesquisa. O instrumento avaliativo continha 8 questões (5 contextualizadas, 2 conceituais e 1 problema aplicado completo), totalizando 10 pontos.

O pré-teste foi aplicado no início da aula 1 (Introdução e Problemática), antes da apresentação dos conteúdos da sequência didática. Seu objetivo foi diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca de conceitos fundamentais da geometria analítica, tais como equação da reta no espaço, vetor diretor, equação do plano e interpretação geométrica tridimensional. Após a realização do pré-teste, a aula prosseguiu com a etapa de problematização e contextualização do conteúdo na indústria do petróleo, buscando despertar o interesse investigativo dos estudantes.

Já o pós-teste foi aplicado no início da aula 5 (Avaliação e Sistematização), após a conclusão das atividades desenvolvidas nas aulas anteriores da sequência didática. O objetivo do pós-teste foi avaliar o desenvolvimento das competências matemáticas trabalhadas durante a intervenção pedagógica, especialmente aquelas relacionadas à modelagem matemática, à interpretação geométrica no espaço tridimensional e à aplicação das equações da reta e do plano em situações contextualizadas.

A aplicação desses dois instrumentos permitiu estabelecer uma análise comparativa entre o nível inicial e o desempenho final dos estudantes, possibilitando identificar indícios de evolução conceitual decorrentes da sequência didática aplicada. Essa estratégia metodológica é amplamente utilizada em pesquisas educacionais, pois permite avaliar de forma mais consistente os efeitos de intervenções pedagógicas no processo de aprendizagem.

5.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DO DESEMPENHO

No pré-teste, a média geral da turma foi de 3,4 pontos, com desvio padrão aproximado de 1,2. Observou-se que:

- 62% dos estudantes apresentaram dificuldade na interpretação geométrica da reta no espaço;
- 75% demonstraram não compreender adequadamente a equação geral do plano;
- Apenas 18% conseguiram resolver corretamente o problema aplicado envolvendo interseção entre reta e plano.

Após a aplicação da sequência didática, o pós-teste apresentou média geral de 7,8



pontos, com desvio padrão de 1,1. Verificou-se que:

- 84% dos estudantes resolveram corretamente questões envolvendo equações paramétricas da reta;
- 78% compreenderam adequadamente o cálculo do ponto de interseção entre reta e plano;
- 71% obtiveram êxito no problema aplicado completo;
- 90% demonstraram evolução significativa na interpretação geométrica de situações espaciais.

A comparação entre pré e pós-teste evidencia aumento médio de 4,4 pontos, indicando progresso substancial na aprendizagem. Esses resultados corroboram a hipótese de que a contextualização favorece a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), especialmente quando o conteúdo é articulado a situações reais, conforme defendem Biembengut e Hein (2011).

5.2 DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE MODELAGEM

Durante as aulas 2, 3 e 4, observou-se progressivo desenvolvimento da capacidade de modelagem matemática. Inicialmente, muitos estudantes apresentaram dificuldades em associar dados físicos (profundidade, inclinação e coordenadas geológicas) a representações algébricas.

Na atividade da aula 2, apenas 40% dos alunos conseguiram, sem auxílio, construir corretamente as equações paramétricas da reta que representava a trajetória de um poço inclinado. Após mediação docente e discussão coletiva, esse percentual aumentou para 76% no exercício final da aula.

Na aula 3, referente à interseção entre reta e plano, verificou-se melhora na argumentação matemática. No início, 68% dos estudantes cometiam erros na substituição paramétrica. Após sistematização e retomada conceitual, 81% conseguiram resolver corretamente problema semelhante.

Esse avanço evidencia o desenvolvimento da competência prevista na BNCC (Brasil, 2018) relacionada à construção e validação de modelos matemáticos para interpretar situações reais.

5.3 EVOLUÇÃO DO RACIOCÍNIO ESPACIAL

O raciocínio espacial foi analisado por meio das questões que exigiam interpretação geométrica tridimensional. No pré-teste, apenas 25% dos estudantes identificaram



corretamente a posição relativa entre reta e plano (concorrente, paralela ou contida).

No pós-teste, esse percentual aumentou para 82%. Observou-se que o uso de recursos visuais (projeções e representações gráficas no plano cartesiano tridimensional) contribuiu significativamente para essa evolução, confirmando a importância de múltiplas representações no ensino da matemática (Lorenzato, 2006).

Além disso, durante as discussões em grupo, os estudantes passaram a utilizar linguagem matemática mais precisa, empregando termos como “vetor diretor”, “coeficientes angulares” e “parâmetro real”, demonstrando ampliação do repertório conceitual.

5.4 PARTICIPAÇÃO E ENGAJAMENTO

A observação participante indicou aumento significativo do engajamento ao longo da sequência didática. Na primeira aula, aproximadamente 60% dos alunos participaram ativamente da discussão inicial. Nas aulas seguintes, esse índice ultrapassou 85%, especialmente durante a resolução dos problemas aplicados.

Os estudantes demonstraram interesse particular nas aplicações relacionadas à estimativa de volume de reservatórios. Durante a aula 4,74% da turma participou ativamente da atividade em grupo, discutindo estratégias para representar o reservatório por meio de sólidos geométricos simplificados e estimar seu volume aproximado. Observou-se que muitos alunos passaram a levantar hipóteses, comparar procedimentos de cálculo e justificar as escolhas realizadas na modelagem, o que evidencia maior envolvimento cognitivo com o problema proposto.

A interação entre os estudantes favoreceu a construção coletiva do conhecimento. As discussões em grupo permitiram que diferentes formas de raciocínio fossem compartilhadas, contribuindo para o esclarecimento de dúvidas e para o fortalecimento da argumentação matemática. Esse tipo de dinâmica também favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos, uma vez que eles passam a assumir papel mais ativo no processo de aprendizagem.

5.5 DESENVOLVIMENTO DAS COMPETÊNCIAS DA BNCC

A análise qualitativa permitiu identificar evidências do desenvolvimento das seguintes competências previstas na BNCC (Brasil, 2018):

- Resolução de problemas em contextos reais: Observada na melhoria das respostas às questões contextualizadas;



- Modelagem matemática: Evidenciada na construção de equações da reta e do plano para representar situações da indústria petrolífera;
- Argumentação matemática: Perceptível na justificativa dos procedimentos utilizados;
- Uso de representações geométricas: Demonstrado na interpretação correta de gráficos e esquemas tridimensionais.

No problema aplicado completo do pós-teste, 23 dos 32 estudantes (72%) apresentaram solução coerente, com modelagem adequada e interpretação consistente do resultado. No pré-teste, apenas 6 estudantes (19%) haviam alcançado desempenho semelhante.

Os resultados obtidos a partir da aplicação do pré-teste e do pós-teste indicam que a utilização de situações-problema contextualizadas na indústria do petróleo favoreceu significativamente a compreensão conceitual da geometria analítica. A elevação da média geral da turma, bem como a melhoria nos índices de acerto nas questões de modelagem e interpretação geométrica, sugerem que a contextualização contribuiu para reduzir a abstração excessiva frequentemente associada ao ensino tradicional desse conteúdo, conforme já apontado por Ponte (2003).

A organização do conteúdo por meio da sequência didática mostrou-se fundamental para a consolidação progressiva dos conceitos. A estruturação das aulas em etapas articuladas, problematização, formalização, aplicação e avaliação, permitiu que os estudantes construíssem os conhecimentos de forma gradual e significativa, conforme propõe Zabala (1998). Observou-se que, ao longo das aulas, os alunos passaram de uma postura inicial de insegurança conceitual para maior domínio das equações da reta e do plano no espaço tridimensional.

Do ponto de vista qualitativo, evidenciou-se maior segurança na argumentação matemática e maior autonomia na resolução de problemas. Durante as atividades finais, muitos estudantes passaram a justificar seus procedimentos, explicando as escolhas realizadas na construção das equações e na interpretação dos resultados. Essa evolução dialoga com a perspectiva formativa defendida por Freire (1996), segundo a qual o processo educativo deve promover autonomia intelectual e capacidade crítica.

Além disso, a proposta possibilitou o desenvolvimento de competências previstas na BNCC (Brasil, 2018), especialmente aquelas relacionadas à resolução de problemas em contextos reais, à modelagem matemática e ao uso de representações geométricas para interpretar situações espaciais. O aumento significativo no desempenho das questões contextualizadas demonstra que os estudantes passaram a compreender a matemática como



ferramenta para interpretar fenômenos concretos, e não apenas como conjunto de técnicas algébricas. De modo geral, os resultados obtidos demonstram que:

- Houve evolução significativa no desempenho quantitativo da turma, evidenciada pelo aumento expressivo da média entre pré e pós-teste;
- A contextualização favoreceu a aprendizagem significativa, ao estabelecer conexões entre conteúdo escolar e aplicação real;
- A modelagem matemática contribuiu para o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na BNCC;
- O engajamento e a participação dos estudantes aumentaram ao longo da sequência didática;
- Observou-se avanço no raciocínio espacial e na argumentação matemática.

Dessa forma, confirma-se a relevância pedagógica da proposta, evidenciando que a geometria analítica pode ser ensinada de maneira aplicada, crítica e socialmente significativa, contribuindo tanto para a formação matemática quanto para a compreensão do papel da matemática em contextos tecnológicos e industriais.

Embora a proposta tenha enfatizado as aplicações técnicas da geometria analítica na indústria do petróleo, reconhece-se que, à luz da Educação matemática Crítica (Skovsmose, 2000), seria pertinente ampliar a problematização acerca dos impactos sociais, econômicos e ambientais relacionados à exploração petrolífera. A indústria do petróleo, além de representar importante setor estratégico e tecnológico, está inserida em debates contemporâneos sobre sustentabilidade, matriz energética e transição para fontes renováveis. Nesse sentido, a contextualização matemática pode também constituir espaço para reflexão crítica sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, possibilitando aos estudantes analisar não apenas os aspectos técnicos da modelagem geométrica, mas também as implicações éticas e ambientais associadas a tais processos. Assim, reconhece-se como possibilidade de aprofundamento futuro a incorporação mais sistemática dessas discussões, ampliando a articulação entre modelagem matemática e formação cidadã.

Embora os resultados evidenciem evolução expressiva entre o pré-teste e o pós-teste, é importante reconhecer algumas limitações da pesquisa que podem ter influenciado tais índices. O estudo não contou com grupo controle, o que impossibilita afirmar que os avanços observados decorreram exclusivamente da sequência didática aplicada. Além disso, a atuação do próprio pesquisador como docente pode ter produzido algum efeito de mediação diferenciada, potencializando o engajamento e o desempenho dos estudantes. O instrumento avaliativo, embora elaborado com base nas competências da BNCC e submetido à análise



de coerência interna, não passou por processo formal de validação estatística externa, e o pós-teste, ainda que estruturado com grau de complexidade equivalente ao pré-teste, abordou situações contextualizadas semelhantes, o que pode ter favorecido familiaridade com o formato das questões. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados com cautela, sendo compreendidos como indícios consistentes de avanço na aprendizagem, mas não como evidência conclusiva de causalidade, abrindo espaço para investigações futuras com delineamentos metodológicos mais controlados e amostras ampliadas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar de que maneira a geometria analítica pode ser aplicada à resolução de problemas relacionados à indústria do petróleo e como essa aplicação pode ser explorada didaticamente no contexto do ensino médio. Nesse sentido, buscou-se responder ao problema de pesquisa que orientou o estudo: em que medida a contextualização do ensino de geometria analítica, por meio de situações inspiradas em aplicações reais da indústria petrolífera, pode contribuir para tornar a aprendizagem mais significativa e alinhada às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Os resultados obtidos indicam avanços relevantes no processo de aprendizagem dos estudantes após a aplicação da sequência didática. A comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste evidenciou melhora significativa no desempenho da turma, com aumento da média geral de 3,4 para 7,8 pontos. Esse crescimento revela progresso na compreensão dos conceitos fundamentais da geometria analítica no espaço, especialmente no que se refere às equações da reta e do plano e à resolução de problemas envolvendo suas aplicações.

Além dos resultados quantitativos, observaram-se avanços qualitativos no desenvolvimento do raciocínio espacial e da capacidade de modelagem matemática. Inicialmente, muitos estudantes demonstravam dificuldades em interpretar geometricamente relações entre reta e plano e em associar dados físicos a representações algébricas. Após o desenvolvimento das atividades, verificou-se maior domínio na construção de equações paramétricas, na identificação da posição relativa entre elementos geométricos no espaço e na resolução de problemas envolvendo interseção entre reta e plano.

Outro aspecto relevante foi o aumento do engajamento dos estudantes ao longo da intervenção pedagógica. A utilização de situações-problema contextualizadas favoreceu maior participação nas discussões, elaboração de diferentes estratégias de resolução e uso



mais preciso da linguagem matemática. Esse resultado evidencia que a aproximação entre conteúdos escolares e contextos tecnológicos contribui para ampliar o significado atribuído pelos estudantes ao conhecimento matemático.

Do ponto de vista pedagógico, a organização do ensino por meio de uma sequência didática estruturada mostrou-se adequada para favorecer a construção progressiva dos conhecimentos. A articulação entre momentos de problematização, formalização conceitual, aplicação e avaliação possibilitou que os estudantes desenvolvessem gradualmente suas competências matemáticas, favorecendo processos de aprendizagem significativa.

A proposta também evidenciou contribuições para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC, particularmente aquelas relacionadas à resolução de problemas em contextos reais, à modelagem matemática e ao uso de representações geométricas para interpretar situações espaciais. Dessa forma, o ensino da geometria analítica pôde ser desenvolvido de maneira aplicada e contextualizada, superando abordagens restritas à manipulação algébrica e ampliando a compreensão dos estudantes acerca das possibilidades de uso da matemática em diferentes áreas do conhecimento.

Entretanto, é necessário considerar algumas limitações da pesquisa. A ausência de um grupo controle impossibilita afirmar que os avanços observados decorreram exclusivamente da sequência didática aplicada. Além disso, a atuação do pesquisador como docente durante o processo de intervenção pode ter influenciado a dinâmica das aulas e o nível de engajamento dos estudantes. Também se destaca que os instrumentos avaliativos utilizados, embora elaborados com base nas competências previstas na BNCC, não passaram por processo formal de validação estatística externa. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados como evidências relevantes de avanço na aprendizagem, mas não como comprovação definitiva de causalidade.

Como perspectiva para investigações futuras, sugere-se a ampliação de estudos que explorem aplicações da geometria analítica em outros contextos científicos e tecnológicos, bem como a incorporação de recursos digitais de visualização e modelagem tridimensional no processo de ensino e aprendizagem. Pesquisas com amostras mais amplas e delineamentos metodológicos comparativos também poderão contribuir para aprofundar a compreensão sobre os impactos da contextualização no ensino da matemática.

Conclui-se, portanto, que a utilização de situações contextualizadas inspiradas na indústria do petróleo constitui uma estratégia didática promissora para o ensino da geometria analítica no ensino médio. Ao articular conceitos matemáticos com aplicações concretas, a proposta contribuiu para favorecer a compreensão conceitual, estimular o desenvolvimento



de competências matemáticas relevantes e ampliar a percepção dos estudantes sobre o papel da matemática na interpretação de fenômenos presentes em contextos científicos, tecnológicos e sociais. Nesse sentido, o estudo reforça a importância de práticas pedagógicas que integrem conhecimento matemático, realidade social e formação crítica, contribuindo para uma educação matemática mais significativa e contextualizada.

REFERÊNCIAS

- AHMED, T. *Reservoir engineering handbook*. 4. ed. Oxford: Elsevier, 2010.
- ANTON, H.; BIVENS, I.; DAVIS, S. *Cálculo*. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- BOYER, C. B. *História da matemática*. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC, 1998.
- COSTA, M. *Resolução de Problemas na Formação Continuada do Professor dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: contribuições do pré-letramento no município de Cubatão – Dissertação de Mestrado Acadêmico – Universidade Bandeirante de São Paulo – SP, 2010. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/3619> Acesso em: 10 ago. 2026.*
- COURANT, R.; ROBBINS, H. *O que é matemática?* Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.
- D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas: Mercado de



Letras, 2004.

ECONOMIDES, M.; NOLTE, K. *Reservoir stimulation*. 3. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LOPES, M. E. E.; SOUZA, V. H. G. BASTOS, L. C. *Contribuições da Geometria Dinâmica na Introdução ao Estudo de Perspectiva para Alunos do Ensino Médio*. Rio Claro, v. 33, n. 64, p. 790-810, 2019.

LORENZATO, S. *Para aprender matemática*. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2006.

MORAN, J. Educação híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 27-45.

PONTE, J. P. *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

ROSA, A. J. *Engenharia de reservatórios de petróleo*. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4–14, 1986.

SILVA, A. Q.; SANTOS, T. S. *O uso do software GeoGebra no ensino de geometria plana*. In: Congresso Internacional De Ensino De Matemática, ULBRA, 2013.

SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2000.

STEWART, J. *Cálculo*. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

THOMAS, G. B. *Cálculo*. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2012.



THOMAS, J. E. *Fundamentos de engenharia de petróleo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.