



A GEOMETRIA DA ESCOLIOSE: MODELAGEM MATEMÁTICA E APLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO BÁSICA

José Eduardo da Silva Júnior¹ - edusilvajuniorjr@gmail.com
Emanuela Régia de Sousa Coelho² - emanuelacoelho@servidor.uepb.edu.br

¹Mestrando PROFMAT, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - Campina Grande, PB, Brasil

²Professor Orientador, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - Campina Grande, PB, Brasil

Resumo: Este trabalho apresenta uma abordagem interdisciplinar entre a Matemática e a Medicina, focando na modelagem geométrica da Escoliose Idiopática. O objetivo principal é explorar como conceitos de geometria plana (retas, ângulos, perpendicularidade) e espacial (projeções, torção) fundamentam o diagnóstico médico através do Ângulo de Cobb. A metodologia envolveu a análise do algoritmo geométrico utilizado em radiografias e a transposição didática desses conceitos para o Ensino Médio. Os resultados indicam que o estudo da escoliose oferece um contexto rico para o ensino de geometria, permitindo aos alunos visualizar a aplicação prática de teoremas clássicos e a importância da precisão nas medições. Conclui-se que a modelagem matemática de fenômenos biomédicos potencializa o engajamento discente e a compreensão de conceitos abstratos.

Palavras-chave: Escoliose; Ângulo de Cobb; Geometria Plana; Modelagem no Ensino de Matemática.

1. Introdução

A Escoliose Idiopática do Adolescente (EIA) é uma deformidade tridimensional da coluna vertebral que afeta, de acordo com Reamy e Slakey (2001), entre 2% e 4% da população jovem. Clinicamente, é definida como uma curvatura lateral da coluna superior a 10 graus, mensurada através do método de Cobb em radiografias pósterio-anteriores. Embora seja uma condição médica, o diagnóstico e o monitoramento da escoliose são problemas essencialmente geométricos.

No contexto educacional, um consenso é que de a matemática que se encontra em sala, muitas vezes, aparenta se colocar numa realidade própria e desconexa da realidade vivida fora da sala de aula. Em particular, a geometria é frequentemente percebida pelos alunos apenas como um conjunto de regras abstratas e somente isso. Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC Brasil (2018) do Ensino Fundamental, ao tratar da Unidade Temática de Geometria, indica que “a Geometria não pode ficar reduzida a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras.” (p.272)

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar a aplicação da geometria no cotidiano, através do diagnóstico da escoliose, demonstrando como retas tangentes, perpendiculares e cálculos angulares são ferramentas vitais na medicina. Além disso, propõe-se a utilização deste tema como uma situação-problema para o ensino de geometria no Ensino Básico, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que incentivam a modelagem matemática e a interdisciplinaridade.

2. Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: a análise matemática do protocolo médico e a elaboração de propostas didáticas.

Inicialmente, analisamos o “Método de Cobb”, padrão ouro para medição da escoliose. O método consiste em identificar as vértebras terminais superior e inferior da curva, traçar retas tangentes aos seus platôs e, em seguida, traçar perpendiculares a essas tangentes. O ângulo formado pela interseção dessas perpendiculares define a gravidade da patologia Cobb (1948).

Para a transposição didática, nos baseamos no trabalho de Kurz, Yanik e Lee (2015), “The Geometry of Scoliosis”, combinando suas discussões com as Habilidades e Competências da BNCC.



3. Discussão

Nesta seção, propomos três atividades a serem utilizadas em sala de aula no Ensino Médio, a partir do tema, são elas:

1. **Uso de Software de Geometria Dinâmica (GeoGebra):** Para simular a medição em radiografias digitalizadas, permitindo a exploração de propriedades de ângulos entre retas.
2. **Uso de Modelagem Física:** Utilização de arames flexíveis para demonstrar que uma curva em "S" no plano frontal força uma rotação no plano transversal (torção), ilustrando a natureza 3D da deformidade.
3. **Aplicações da Geometria Analítica:** Aplicação da fórmula da tangente do ângulo entre duas retas, $\tan(\theta) = \left| \frac{m_1 - m_2}{1 + m_1 \cdot m_2} \right|$, utilizando as coordenadas dos vértices das vértebras para calcular a curvatura sem o uso de transferidor.

A sequência de atividades propostas está relacionada com as seguintes competências e habilidades da BNCC do Ensino Médio Brasil (2018).

COMPETÊNCIAS

1. **Competência Específica 1:** Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou questões tecnológicas.
2. **Competência Específica 3:** Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados.
3. **Competência Específica 4:** Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, computacional, etc.) na busca de solução e comunicação de resultados.

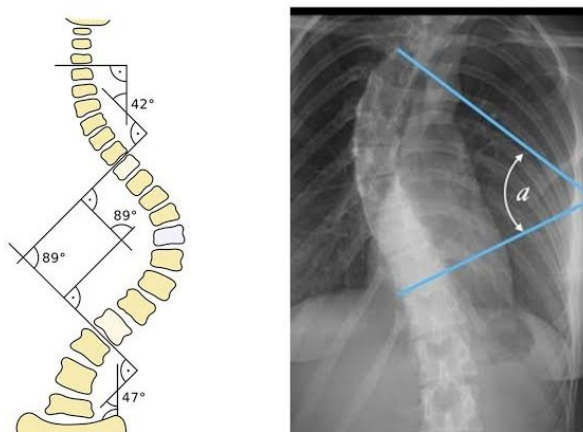
HABILIDADES

1. **EM13MAT401:** Converter representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais o comportamento é proporcional, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica.
2. **EM13MAT501:** Investigar relações entre grandezas sujeitas a algumas restrições, construindo modelos matemáticos (equações, inequações ou sistemas), com avaliação de sua adequação à situação real.
3. **EM13MAT307:** Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (por composição e decomposição, por aproximação ou por geometria analítica), avaliando sua adequação à situação e a plausibilidade do resultado.

3.1. Visualização Dinâmica no GeoGebra

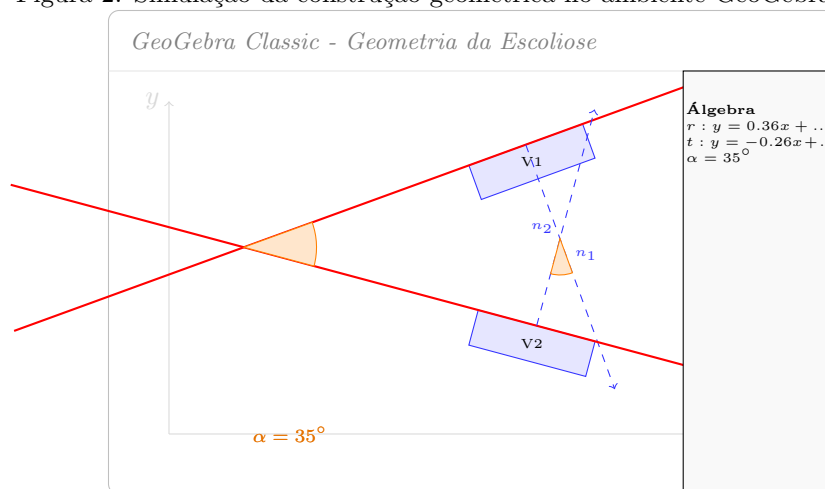
Na primeira etapa, utiliza-se o software GeoGebra para simular a medição do Ângulo de Cobb. Ao movimentar os pontos que definem os platôs vertebrais, pode-se observar, em tempo real, a relação entre o ângulo das retas tangentes e o ângulo formado pelas suas perpendiculares (normais). A Figura 1 ilustra a representação e esquemas de como é medido o ângulo de Cobb e a Figura 2 ilustra a construção realizada, onde o software calcula automaticamente a interseção, validando o teorema geométrico de que ângulos de lados perpendiculares são congruentes.

Figura 1: Ângulo de Cobb



Fonte: <<https://nucleodeortopedia.com.br>>

Figura 2: Simulação da construção geométrica no ambiente GeoGebra.



Fonte: Autoria Própria via Geogebra

3.2. Modelagem Física e o Fenômeno da Torção

Para o segundo item da metodologia, a modelagem física com arame flexível permite discutir a natureza tridimensional da escoliose, muitas vezes ignorada em diagramas planos.

Exemplo: Moldando-se um arame reto em formato de "S" sobre uma mesa (plano 2D) mantendo as extremidades fixas, notou-se uma resistência do material. Para acomodar a curvatura lateral sem alterar o comprimento total ou sofrer deformação plástica excessiva, o arame tende naturalmente a levantar-se da mesa ou girar sobre o próprio eixo. Esse comportamento físico serve como analogia para explicar a gibosidade (corcunda) costal: na escoliose, a coluna não apenas curva para o lado, mas as vértebras rotacionam, empurrando as costelas para trás, transformando um problema que parecia ser de geometria plana em um problema de geometria espacial.



3.3. Problema de Geometria Analítica

Por fim, a aplicação da geometria analítica para calcular a gravidade da curvatura sem instrumentos de medição angular, utilizando apenas coordenadas cartesianas extraídas da imagem.

Problema: Suponha que, em uma radiografia digitalizada, identificamos dois pontos na borda superior da vértebra T_5 , $A(2,5)$ e $B(6,6)$, e dois pontos na borda inferior da vértebra T_{12} , $C(2,3)$ e $D(6,2)$. Calcule o Ângulo de Cobb.

Resolução: Primeiro, calculamos os coeficientes angulares (m) das retas que passam pelos platôs vertebrais:

$$m_1 = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{6 - 5}{6 - 2} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$m_2 = \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C} = \frac{2 - 3}{6 - 2} = \frac{-1}{4} = -0,25$$

Aplicando a fórmula da tangente do ângulo entre duas retas:

$$\tan(\theta) = \left| \frac{m_1 - m_2}{1 + m_1 \cdot m_2} \right| = \left| \frac{0,25 - (-0,25)}{1 + (0,25)(-0,25)} \right| = \left| \frac{0,5}{1 - 0,0625} \right| \approx 0,533$$

Logo, $\theta = \arctan(0,533) \approx 28,07^\circ$. A Figura 3 ilustra essa situação no plano cartesiano.

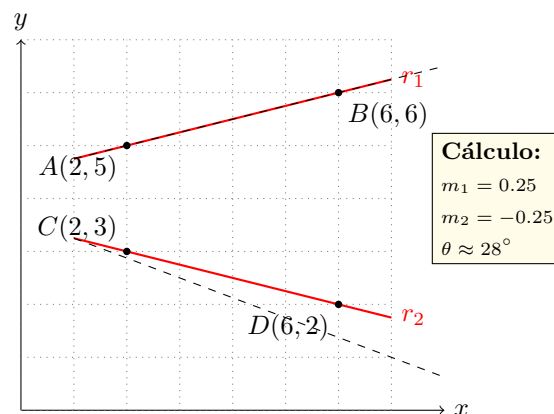


Figura 3: Representação analítica das retas tangentes às vértebras.

4. Conclusões

A implementação das três abordagens metodológicas confirma que a interdisciplinaridade entre Matemática e Medicina enriquece significativamente o processo de ensino-aprendizagem.

A simulação no **GeoGebra** cumpre o papel de validar visualmente teoremas geométricos clássicos, permitindo aos alunos a compreensão dinâmica da relação entre tangentes e normais. A **modelagem física**, por sua vez, é crucial para superar as limitações da representação bidimensional, elucidando o conceito complexo de torção vertebral que a radiografia plana muitas vezes mascara. Por fim, a aplicação da **Geometria Analítica** dotou a atividade de rigor matemático, demonstrando que o diagnóstico médico depende de precisão algébrica.

Dessa forma entende-se que é possível contextualizar os conteúdos abstratos, mas também fomentar o letramento científico, instrumentalizando o estudante do ensino básico a ler e interpretar geometricamente o corpo humano e suas patologias.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UEPB pela estrutura acadêmica.



Referências

Brasil. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Versão homologada em 20 de dezembro de 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Citado na página 1.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base – Ensino Médio*. Brasília, DF, Brasil: Ministério da Educação, 2018. Documento oficial da BNCC para a etapa do Ensino Médio, Ministério da Educação – MEC, 2018. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>. Citado na página 2.

COBB, J. R. Outline for the study of scoliosis. *Instructional Course Lectures*, v. 5, p. 261–275, 1948. Citado na página 1.

KURZ, T. L.; YANIK, H. B.; LEE, M. Y. The geometry of scoliosis. *Teaching Children Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics, v. 21, n. 6, p. 372–375, 2015. Citado na página 1.

REAMY, B. V.; SLAKEY, J. B. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *American Family Physician*, v. 64, n. 1, p. 111–116, 2001. Published July 1, 2001. Disponível em: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2001/0701/p111.html>. Citado na página 1.