

MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS PARA A CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE VAN HIELE

MINING OF EDUCATIONAL DATA FOR THE CLASSIFICATION OF VAN HIELE LEVELS

Talita da Cunha Gonçalves¹
Cristiano Corrêa Ferreira²
Vera Lúcia Duarte Ferreira³

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo aplicando técnicas de mineração de dados sobre uma base de dados coletadas em escolas públicas da cidade de Bagé-RS. Tal pesquisa constitui-se numa investigação em fase de desenvolvimento no Curso de Pós Graduação em Modelagem Computacional em Ensino, Experimentação e Simulação na Universidade Federal do Pampa, campus Bagé, e tem como objetivo classificar o nível de conhecimento sobre geometria em relação ao modelo de Van Hiele. Trata-se da primeira etapa da pesquisa na qual os principais fundamentos da teoria são apresentados no intuito de estabelecer conexões entre os aspectos teóricos e experimentais. Com o apoio da ferramenta computacional WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) foi aplicado o algoritmo J48 utilizando como base de dados 42 discentes de Ensino Médio de uma escola estadual. Auxiliando professores em práticas pedagógicas que busquem contemplar e atender características dos níveis de pensamento geométrico a ser explorado em cada aula.

Palavras-chaves: Geometria, Nível de Van Hiele, Mineração de Dados Educacionais.

ABSTRACT: *This article presents a study applying techniques of data mining on a database collected in public schools of the city of Bagé-RS. Such research constitutes a research in development phase in the Graduate Course in*

1 Graduada, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

2 Doutor, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

3 Doutora, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

Computational Modeling in Teaching, Experimentation and Simulation at the Federal University of Pampa, Campus Bagé, and aims to classify the level of knowledge about geometry in relation to the model of Van Hiele. It is the first stage of the research in which the main foundations of the theory are presented in order to establish connections between the theoretical and experimental aspects. With the support of the WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) computational tool, the J48 algorithm was applied using a database of 42 high school students from a state school. Helping teachers in pedagogical practices that seek to contemplate and meet characteristics of the levels of geometric thinking to be explored in each class.

Keywords: *Geometry, Van Hiele Level, Educational Data Mining.*

INTRODUÇÃO

O ensino de geometria no Brasil vem sendo foco de pesquisas há muitos anos, com ênfase a vários fatores como: dificuldades de aprendizagem, formação de professores, história da disciplina de geometria através da sua trajetória de dificuldades ao longo dos anos conforme autores como Lorenzato (1995), Leivas (2012), Carginin et al. (2016), entre outros.

Nessa linha de pensamento, Lorenzato (1995) enfatiza que o estudo da geometria atua como um facilitador de processos mentais, uma vez que possibilita ao indivíduo descobrir, conjecturar, experimentar, ou seja, prestigia o processo de construção do conhecimento.

Diante disso, é importante conhecer-se as dificuldades inerentes ao processo de ensino-aprendizagem de geometria. Marqueletto e Góes (2017), ressaltam que os obstáculos para a aprendizagem de geometria se concentram em: identificar, formar conceitos e solucionar problemas com geometria. Outro aspecto de suma importância, são as práticas pedagógicas adotadas pelos professores. A utilização de estratégias de ensino que possam contribuir para aprendizagem dos alunos são fatores determinantes no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos (Sousa, 2015).

Nessa perspectiva, a presente pesquisa tem por objetivo aplicar técnicas de mineração de dados sobre uma base de dados educacionais da cidade de Bagé/RS. a fim de classificar o nível de conhecimento geométrico em relação ao modelo de

Van Hiele. É importante enfatizar que, o modelo de Van Hiele busca investigar o desenvolvimento do pensamento geométrico do estudante. Nesse sentido, Rodrigues(2014, p.1), salienta que “O modelo de Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico tem sido utilizado para facilitar a compreensão de conteúdos em geometria, enriquecendo o espaço de ensino e aprendizagem”.

Cabe comentar que, essa pesquisa está sendo realizada no Curso de Pós Graduação Especialização em Modelagem Computacional em Ensino, Experimentação e Simulação na Universidade Federal do Pampa, campus Bagé-RS.

Nesse cenário, este trabalho apresenta a primeira parte da pesquisa supracitada. Para tal, são apresentados os princípios fundamentais da teoria buscando estabelecer conexões entre os aspectos teóricos e experimentais. Com o apoio da ferramenta computacional WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) foi aplicado o algoritmo J48 utilizando como base de dados estudantes de Ensino médio de uma escola estadual da já referida cidade.

TEORIA DE VAN HIELE E O ENSINO DE GEOMETRIA

O modelo de Van hiele, foi estruturado inicialmente em 5 níveis de 0 a 4 que mais tarde foram reestruturados de 1 a 5 níveis através da obra “*Structure and Insight*” (Van Hiele, 1986), a saber: O Primeiro nível, denominado de Reconhecimento; O segundo, de Análise; O terceiro, de Dedução Informal; O quarto, de Dedução Formal; E finalmente, o último nível definido como de Rigor.

A seguir, são apresentadas as características de cada nível do modelo, de acordo com a descrição apresentada em Oliveira (2012):

Em síntese, no nível 1 os alunos reconhecem as figuras visualmente por sua aparência global como: triângulos, quadrados, losangos, entre outros. Ou seja, por sua forma. Mas, não identificam as propriedades das figuras planas explicitamente, não conseguindo assim associá-las a uma determinada classe. Por exemplo, a classe dos paralelogramos para quadrados.

No nível 2, os alunos começam a analisar as propriedades das figuras e aprendem a terminologia técnica adequada para descrevê-las. Por exemplo, já percebem que o quadrado possui 4 lados congruentes, 4 vértices, 4 ângulos e diagonais de mesma dimensão. No entanto, não estabelecem inter-relações entre as figuras, bem como correlações entre suas propriedades.

O nível 3, é aquele onde os alunos realizam a ordenação lógica das propriedades de figuras por meio de curtas sequências de dedução e compreendem as correlações entre as figuras. Por exemplo, inclusões de classe. Nesse nível, é possível que o aluno perceba que o quadrado é um caso especial do retângulo e que os dois se encontram dentro da classe dos paralelogramos. Assim, nota-se que eles conseguem acompanhar a atividade, mas não realizar deduções mais simples como a soma dos ângulos internos de um triângulo.

Já no nível 4, começam a compreender as sequências mais longas dos enunciados e a entender a significância da dedução. Construindo provas utilizando axiomas, definições e postulados. Como por exemplo, realizar corretamente demonstração que a soma dos n primeiros números naturais ímpares é igual a n^2

Por fim, o nível 5 estabelece teoremas em diferentes sistemas de postulados, bem como, já conseguem analisar/comparar esse sistema. Como por exemplo, analisar a possibilidade da soma dos ângulos internos de um triângulo ser menor que 180° dentro geometria hiperbólica.

O Modelo de Van Hiele possui quatro características gerais como destaca Usiskin (1982. p.4).

Quadro 1: Características gerais do Modelo de Van Hiele.

Característica	Definição
Ordem fixa	Seguindo a ordem dos níveis os estudantes iniciam pelo nível 1 podendo chegar ao 5, porém não é possível avançar para outro nível, sem ter consolidado o conhecimento do nível atual.

Adjacência	Em cada nível de pensamento depende do nível anterior em termos de desenvolvimento cognitivo, e vocabulário adquirido.
Distinção	Cada nível possui seus próprios símbolos linguísticos e sua própria rede de relacionamentos que conecta tais símbolos.
Separação	Duas pessoas com raciocínio em níveis diferentes não podem entender uma à outra.

Fonte: Adaptado de Usiskin 1982.

De acordo com Oliveira (2012), o processo de transição entre os níveis pode ser estimulado com a utilização de uma intervenção pedagógica adequada por parte do professor, possibilitando a instrução proposital. O autor também enfatiza os cinco estágios de aprendizagem: informação, orientação dirigida, Explicação, orientação livre e integração. para o professor ser capaz de planejar e organizar atividades seqüenciadas de exploração, discussão e integração dos saberes adquiridos.

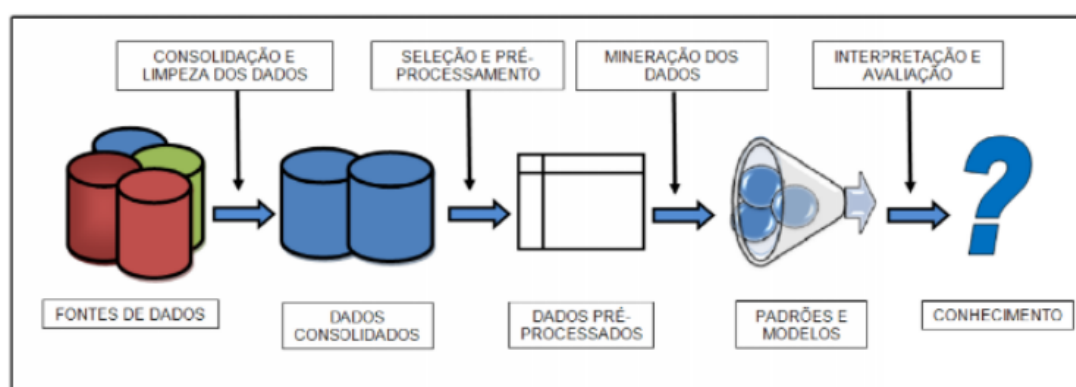
MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS

O termo Mineração de Dados (do inglês, “*data mining*”), é definido como o processo de descoberta de padrões em dados. Esse processo, também conhecido como Descoberta de conhecimentos em Banco de dados, ou KDD (do inglês, “*Knowledge Discovery in Databases*”), refere-se à área que tem como objetivo descobrir “novas” informações pela análise de grandes quantidades de dados (Witten, 2016). Especificamente no contexto da educação, tem-se a chamada Mineração de Dados Educacionais - ou EMD (do inglês, *Educational Data Mining*) - uma área interdisciplinar particularmente nova que tem foco em extrair e explorar dados oriundos de pesquisas realizadas em ambientes educacionais, podendo

detectar a eficiência de métodos instrução e melhorar as condições de aprendizagem (Baker et al. , 2010; Baker et al, 2011).

Vasconcelos et al. (2018), enfatiza que as metas a serem alcançadas com a utilização do KDD, podem ser classificadas em dois tipos: verificação e descoberta. A primeira, tem por objetivo verificar as hipóteses definidas pelo usuário. Já a segunda, define padrões de forma autônoma. Na etapa da descoberta é realizada a tarefa de classificação e predição.

Segundo Fayya, et al. (1996) a mineração de dados leva a descoberta do conhec



imento

conforme a Figura 1.

Figura 1 - Etapas do KDD

Fonte: A autora, 2018 (Adaptado Fayaa et a.,1996)

METODOLOGIA

O presente estudo visa analisar o conhecimento geométrico de 42 estudantes do Ensino Médio, distribuídos nos três turnos escolares. A fim de melhor caracterizar o nível de conhecimento adquirido referente ao conteúdo de geometria ao longo dos 12 anos escolares optou-se por escolher as turmas de 3º ano.

Inicialmente, foi aplicado um questionário de modo a obter-se o perfil dos estudantes: a idade, o número de repetência na vida escolar, turno em que estuda e

o gênero. Após, foi aplicado o teste de nível de compreensão geométrica com perguntas objetivas e subjetivas.

Ao Nível 1 investigou-se a capacidade de identificação de figuras e objetos geométricos, bem como a habilidade de nomeá-los corretamente. Para o Nível 2, pesquisou-se o entendimento que os estudantes possuíam a respeito das propriedades das figuras planas e sólidos geométricos. No Nível 3, averiguou-se a capacidade dos estudantes de acompanhar pequenas deduções geométricas e inferir a partir da análise de mais de uma propriedade. Ao Nível 4, estudou-se o conhecimento dos estudantes quanto às deduções formais de teoremas matemáticos dentro da geometria Euclidiana. E finalmente para o Nível 5, pensou-se uma questão única abordando o tema da Geometria Hiperbólica.

Na correção dos testes, foi utilizado a análise de três quesitos: completude, análise matemática e raciocínio lógico para as respostas, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios analisados e conceitos

Porcentagem de acerto (%)	Resposta completa	Matematicamente correta	Raciocínio lógico
80-100	Sim	Sim	Sim
75-80	Sim	Sim	Não
50-75	Sim	Não	Sim
25-50	Sim	Sim ou não	Sim
20-25	Não	Sim	Baixo
0 - 20	Não	Não	Baixo
0	Não	Não	Não

Fonte: adaptado de Jena (2013)

De posse dos dados, construiu-se tabelas com os metadados para cada Nível de Van Hiele. A tabela 1(Nível 1) está dividida de forma que as colunas representam os critérios avaliados (atributos) e as linhas mostram os estudantes que participaram da pesquisa (instâncias).

Tabela 1- Visualização dos metadados.

Turma	Turno	Gênero	Idade	Repetência	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Média	Nível
E08MA	manhã	F	dezoito	nenhuma	0	0	25	0	25	10	Chegando ao nível 1
E08TA	tarde	M	dezessete	nenhuma	100	75	25	25	0	45	Dentro do nível 1
E08MA	noite	F	dezoito	nenhuma	100	25	25	25	80	40	Dentro do nível 1

Fonte: Dados da pesquisa

As 5 primeiras colunas são informações fornecidas pelo questionário de identificação, as 5 colunas seguintes apresentam o desempenho dos estudantes obtidos para cada questão do teste referente ao nível 1. A coluna das média das resposta, foi adquirida através da média aritmética entre as 5 questões, e a conclusão do nível foi determinado como em transição para o nível 1 para estudantes com desempenho médio menor que 30%, dentro do nível estudantes com aproveitamento entre 30% e 70% , e em transição para o nível 2 estudantes com performance acima de 70%.

De posse dos metadados, foi realizada a mineração de dados como o WEKA. O método utilizado foi a classificação por meio do algoritmo de árvore de decisão J48.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa do pré-processamento, o módulo explorer do WEKA gerou os gráficos do questionário de perfil do estudante e níveis da teoria de Van Hiele, que são apresentados nos Figura 2, 3, 4 e 5. Mostrando o cruzamento dos metadados, bem como a distribuição de frequência absoluta de cada atributo na forma discretizada determinando algumas relações, a saber: Turma inter-relacionada com os atributos gênero, faixa etária e repetência; Questão com Grau de de conhecimento geométrico apresentado pelo estudantes para o nível 1; etc.

Figura 2 Pré-processamento do questionário de perfil dos estudantes.

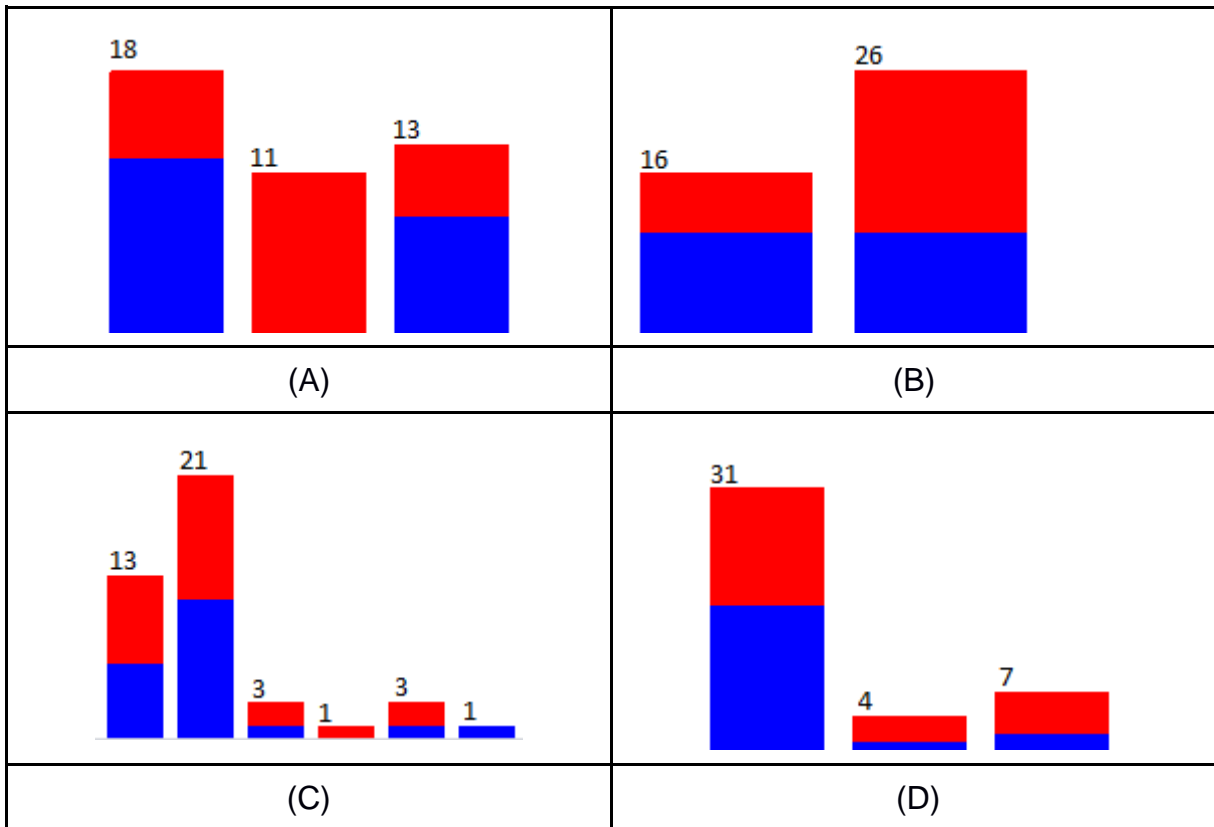
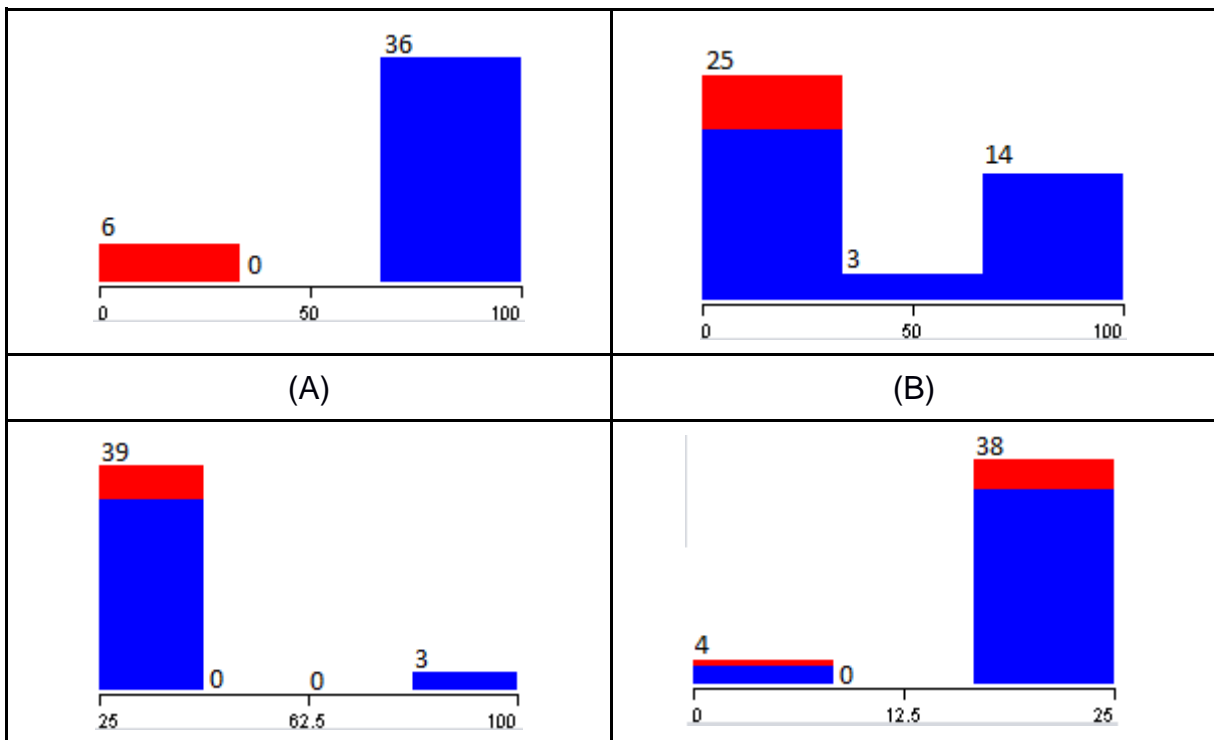


Figura 2 (A) Turmas, (B) Gênero, (C) Idade e (D) Repetência.

Quadro 3: Pré-processamento do nível 1



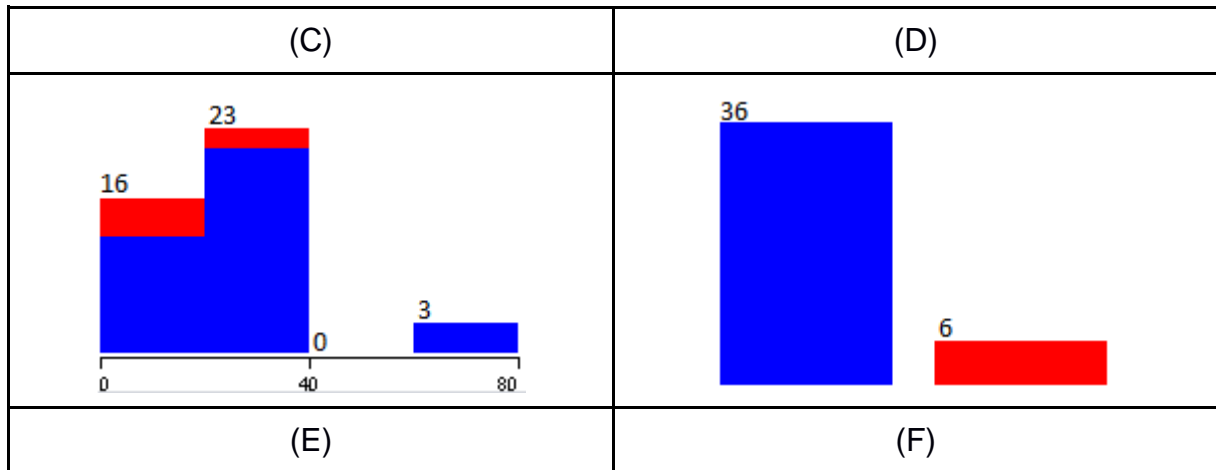


Figura 3: (A) Questão 1, (B) Questão 2, (C) Questão 3, (D) Questão 4, (E) Questão 5, (F) Grau de conhecimento geométrico apresentado pelo estudantes para o nível 1

Figura 4: Pré-processamento do nível 2

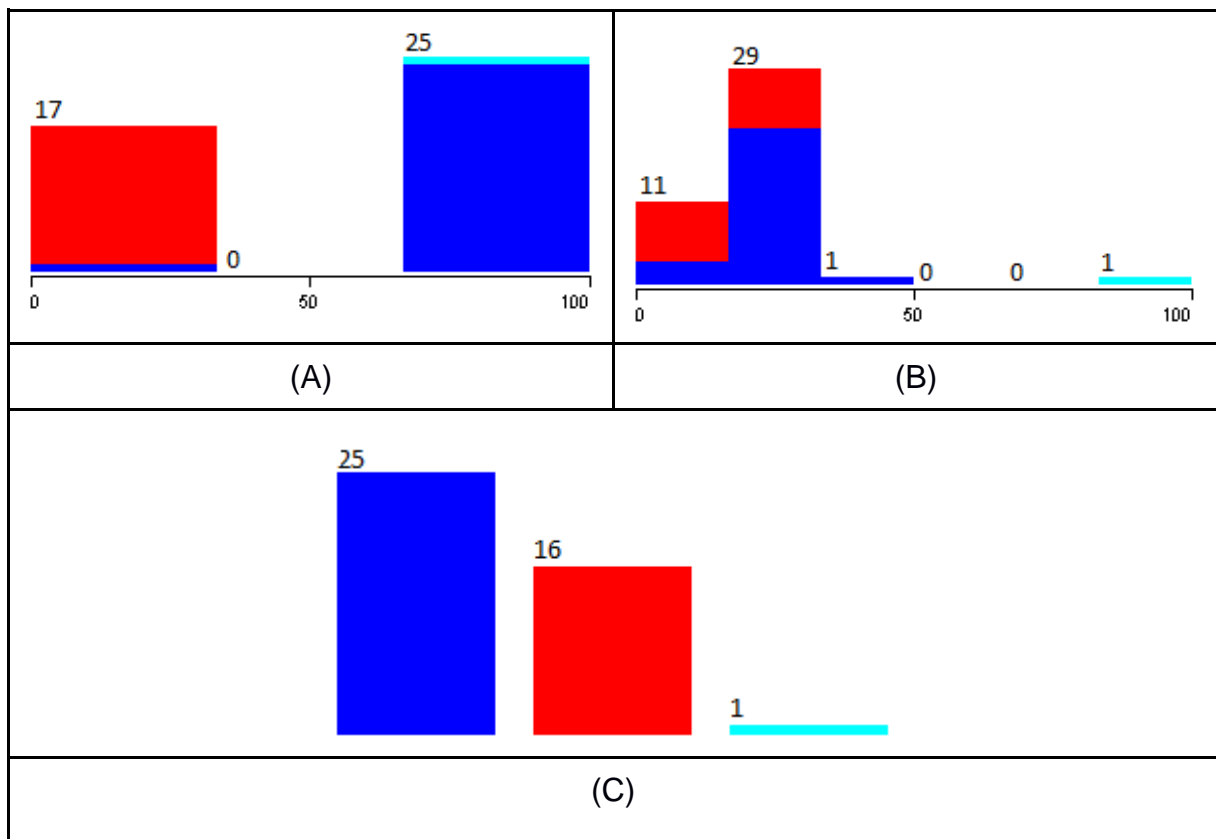


Figura 4: (A) Questão 1, (B) Questão 2, (C) Grau de conhecimento geométrico apresentado pelo estudantes para o nível 2

Figura 5: Pré-processamento do nível 3

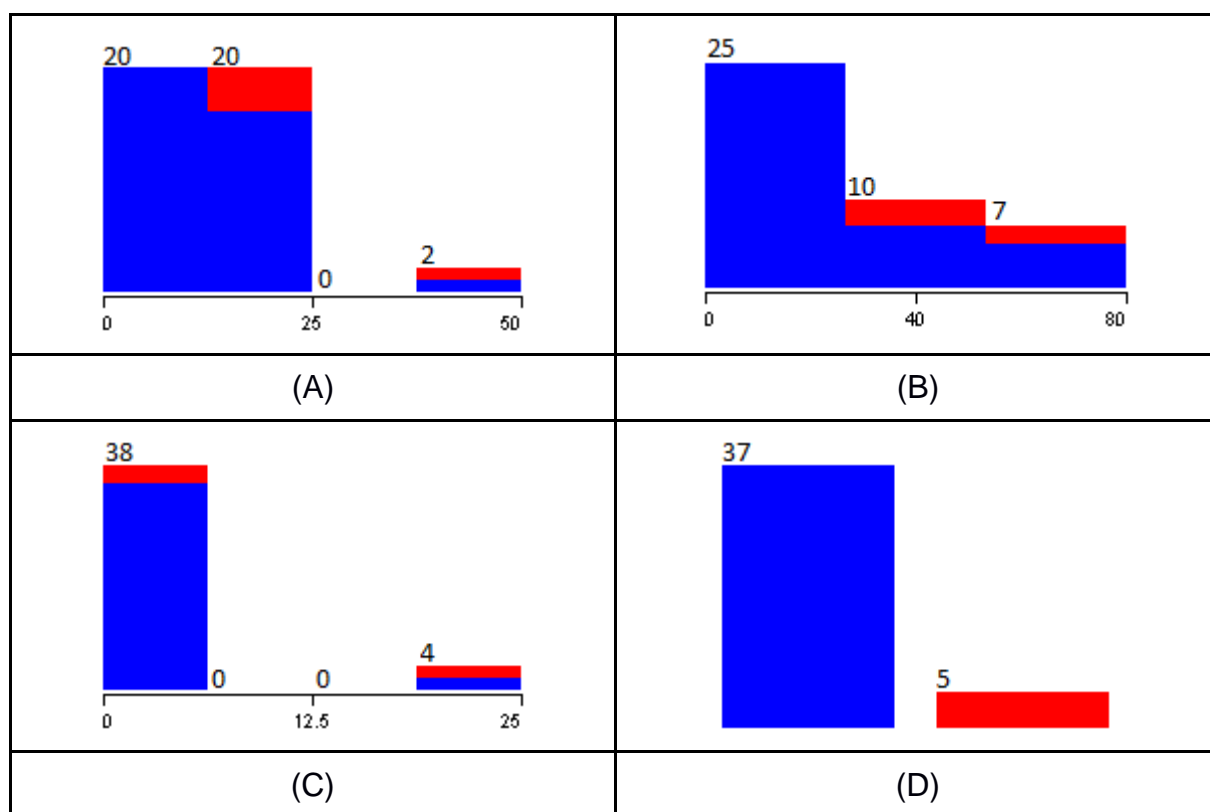


Figura 5: (A) Questão 1, (B) Questão 2, (C) Questão 3, (D) Grau de conhecimento geométrico apresentado pelo estudantes para o nível 3

Partindo-se da análise de cada Figura(1 a 5), percebe-se que os 18 estudantes do turno da manhã e os 19 que assistem aulas à noite apresentam desempenho entre chegando no Nível 1 (coloração vermelha) e dentro do Nível 1 (coloração azul). Enquanto a turma que frequenta aulas à tarde demonstra ter conhecimento apenas para estar no estágio chegando ao Nível 1. Vale salientar que, no atributo classe Nível temos como média de acertos das respostas apresentadas em três intervalos: menor que 30%, entre 30% e 70%, superior a 70%.

Do total de estudantes, destaca-se que 36 obtiveram aproveitamento superior a 70% apresentando conhecimento básico para o nível 1 (coloração azul). A Figura 4 (A), demonstra uma tendência para os estudantes que obtiveram um desempenho entre 30% e 70% possuírem conhecimento básico para o nível 2 o (coloração azul). O Quadro 4 (B), mostrando que a classificação de 25 estudantes como tendo conhecimentos básicos para o Nível 2 do modelo de Van Hiele (coloração azul),

enquanto 16 estudantes não demonstram possuir os conhecimentos mínimos referente ao Nível 2 (coloração vermelha). E apenas um estudante indica conhecimento suficiente para passar ao nível 3, com desempenho entre 83% e 100%, do modelo estudado (coloração ciano).

A Figura 5 (Nível 3), observa-se que 37 estudantes estão dentro do Nível 3 e 5 não estão. Para os Níveis 4 e 5 não constatou-se respostas válidas o suficiente para uma análise significativa, em conformidade com Costa Júnior e Silva (2014), que não obtiveram resultado além do Nível 3.

As matrizes de confusão (Figura 6) mostram a distribuição de instâncias classificadas correta e incorretamente. A diagonal principal da matriz apresenta os valores classificados corretamente. É possível visualizar que para esse modelo foram classificados corretamente 42 estudantes no Nível 1, 40 no Nível 2 e 39 no Nível 3.

Figura 6: Comparativo entre as matrizes de confusão.

Nível	Matriz de confusão
1	<pre> === Confusion Matrix === a b <-- classified as 36 0 a = dentro do nivel 1 0 6 b = chegando ao nível 1 </pre>
2	<pre> === Confusion Matrix === a b c <-- classified as 24 1 0 a = dentro do nivel 2 0 16 0 b = chegando ao nível 2 1 0 0 c = em transição para o nível 3 </pre>
3	<pre> === Confusion Matrix === a b <-- classified as 37 0 a = chegando ao nível 3 3 2 b = dentro do nivel 3 </pre>

Fonte: Dados da pesquisa

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo classificar o nível de conhecimento sobre geometria em relação ao modelo de Van Hiele. Para tal, foi apresentado um breve resumo da Teoria de Van Hiele, bem como de Mineração de Dados Educacionais. O modelo classificador utilizando o algoritmo J48 para a árvore de decisão. A matriz de confusão para esse modelo apresentou 42 instâncias (estudantes) classificadas corretamente como Nível 1, 40 no Nível 2 e 39 no Nível 3. de um total de 42 estudantes de uma escola de Ensino Médio da cidade de Bagé/RS. Vale salientar que, o fato da coleta de dados ser não amostral, ou seja, foi considerado as respostas de todos os estudante nos questionários aplicados, é passível de identificação de práticas pedagógicas que busquem contemplar e atender características dos níveis de pensamento geométrico a ser explorado em cada aula.

REFERÊNCIAS

- BAKER, R. S. J; ISOTANI, S; CARVALHO, A M. J. B; Mineração de Dados Educacionais Oportunidades para o Brasil; Revista Brasileira de Informática na Educação, v.19, n.2, 2011
- CARGNIN, R. M.; GUERRA, S. H. R.; LEIVAS, J. C. P. Teoria de van Hiele e investigação matemática: implicações para o ensino de Geometria. Revista Práxis, v. 8, n. 15, 2016.
- COSTA JÚNIOR. J. R.; SILVA, J. B. R. A geometria pela ótica da teoria de van hiele: uma análise do nível de desenvolvimento do pensamento geométrico de alunos de um curso de licenciatura em matemática. Desenvolvendo o Pensamento Matemático em Diversos Espaços Educativos; Campina Grande, Paraíba. 2014.

FAYYAD; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview. Menlo Park, CA: AAAI Press/The MIT Press, 1996.

LEIVAS, J. C. P. Educação geométrica: reflexões sobre o ensino e aprendizagem em geometria. Educação Matemática em Revista/RS. v. 1, n. 13, p. 9-16, 2012.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? A educação matemática em revista. Geometria. Blumenau, n.4, p.03-13. 1995.

MIQUELETTO, T. A. ; GÓES, A. R. T. ; O ensino de matemática por meio do desenho geométrico – uma proposta de pesquisa; IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação; Curitiba 2017.

OLIVEIRA, Mariângela C; GAZIRE, Eliane S;Ressignificando a geometria plana no Ensino Médio, com o auxílio de van Hiele; Belo Horizonte. 2012.

PACHÊCO, F. F. F.; PACHÊCO, G. F.; DA SILVA, A. D. P. R. Uma análise em livros didáticos de matemática dos anos finais do ensino fundamental acerca da proposta do ensino de polígonos sob a ótica da teoria de Van Hiele. Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 12, n. 2, p. 101-115, 2017.

RODRIGUES, A. C., Universidade Católica de Brasília; Curso de Matemática; Orientador: Vilmondes Rocha. O modelo de Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. Disponível em: <http://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22007/AlessandraCoelhoRodrigues.pdf>. Acesso em:20/ 06/ 2018

USISKIN, Z.. *Van Hiele levels and Achievement in Secondary School Geometry* Final report of the CDASSG Project. Chicago: Univ. of Chicago. 1982.

VAN-HIELE GELDOF, D. The didactics of geometry in the lowest class of secondary school.1957. Tese de doutorado. University Utrecht.

VAN HIELE, P. Structure and Insight: A Theory of Mathematics Education. Orlando, FL: Academic Press. 1986

VASCONCELOS, R. C.; NETO, A. J. M.; TELES, L. Proposta de um modelo de mineração de dados educacionais para identificar a colaboração entre estudantes da ead. ciet: enped, 2018.