

DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/rcufba.v16i1.54915>

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE CONTABILIDADE: UM MODELO CLASSIFICADOR DO PENSAMENTO CRÍTICO

The Use of Artificial Intelligence in Accounting Education: A Critical Thinking Classifier Model

Marcelo Cunha de Souza

Universidade de São Paulo
marcelocs@alumni.usp.br

RESUMO

O desenvolvimento de habilidades cognitivas ligadas à capacidade de pensamento crítico constitui um importante objetivo do processo educacional, há décadas a educação contábil é criticada pela deficiência de seus egressos na aquisição e no uso dessas habilidades. O cenário atual, de avanços tecnológicos, cria um ambiente de constantes mudanças a profissão contábil, sendo necessário que haja mudanças na forma e no conteúdo dos cursos. O corpo de doutores e pesquisadores em Contabilidade, não é suficiente para protagonizar essa mudança, e o uso de tecnologia pode auxiliar. O presente estudo desenvolveu um método de classificação do nível de raciocínio crítico em estudantes da disciplina de História da Contabilidade, com base nos logs de acesso do sistema de apoio ao ensino; do processamento da linguagem natural dos textos produzidos para a disciplina; e no índice Flesch-Kincaid de legibilidade dos materiais produzidos. Análises demonstram que o modelo classifica os estudantes com acurácia de 86,20% em relação ao processo realizado por um professor. Entretanto os resultados precisam ser analisados com cuidado, dado que o modelo deve ser testado e melhorado em outras disciplinas e, em outro conjunto de dados, para que possa ser fonte confiável de classificação do nível de raciocínio crítico dos estudantes. Como sugestão de pesquisas futuras pode-se comparar os resultados do modelo de classificação, baseado em inteligência artificial, dessa pesquisa com os resultados de testes consagrados pela literatura, como por exemplo o California Critical Thinking Skills Test (CCTST); o Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test (EWCTET).

Palavras-chave: Pensamento Crítico, Ensino de Contabilidade, Inteligência Artificial

Recebido em 22/02/2022. Editor responsável: José Maria Dias Filho



ABSTRACT

The development of cognitive skills capable of critical thinking is an important objective of the educational process, for decades the education provided has been criticized for the deficiency of its graduates in the acquisition and use of these skills. The current scenario of technological advances creates an environment of constant changes in the profession, requiring changes in the form and content of courses. The body of doctors and researchers in Accounting is not enough to lead this change, and the use of technology can help. The present study developed a method for classifying the level of critical reasoning in students of History of Accounting, based on the access logs of the teaching support system; processing the natural language of the texts produced for the discipline; and the Flesch–Kincaid index of readability of the materials produced. Analyzes show that the model classifies students with an accuracy of 86.20% in relation to the process carried out by a teacher. However, the results need to be analyzed carefully, given that the model must be tested and improved in other disciplines and, in another dataset, so that it can be a reliable source for classifying students' critical thinking level. As suggestions for future research, the results of the classification model, based on artificial intelligence, of this research can be compared with the results of tests established in the literature, such as the California Critical Thinking Skills Test (CCTST); the Ennis-Weir Critical Thinking Writing Test (EWCTET).

Keywords: *Critical Thinking, Accounting Teaching, Artificial Intelligence.*

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de habilidades cognitivas de análise, síntese e avaliação, diretamente ligadas à capacidade de pensamento crítico, constitui um importante objetivo do processo educacional (D'Angelo, 1970; Kurfiss, 1988; Walters, 1991; Kuhn, 1999; Willingham, 2008; Abrami et al., 2008; Wilkin, 2017; Bloom, 1956; Facione, 1990). Entretanto há décadas a educação contábil é criticada pela deficiência de seus egressos na aquisição e no uso dessas habilidades (Dosch & Wambsganss, 2006). Seja por um currículo não atualizado (Bedford Committee, 1986), ou por um ensino fortemente tecnicista, focado em normas (Bandy, 1990), a educação contábil não está preparando adequadamente os estudantes para os desafios da profissão (Bandy, 1990; Albrecht & Sack, 2000; Dosch & Wambsganss, 2006).

No Brasil, durante muitas décadas, o ensino de Contabilidade esteve enraizado em um ciclo de aprendizagem e aplicação dos ditames da legislação contábil e tributária (Carvalho & Salotti, 2012), de forma totalmente desconectada dos constantes avanços tecnológicos e das novas formas de financiamento que requerem um profissional com conhecimento técnico, visão estratégica e habilidades de pensamento crítico para o desempenho de suas atividades (Passos, 2011). O cenário atual de avanço tecnológico apresenta uma séria ameaça para o presente e para o futuro da profissão contábil (Frey e Osborne, 2017) e o corpo docente, formado por doutores em Contabilidade, não é suficiente para protagonizar as mudanças necessárias no processo de desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico, demandadas pela sociedade em que vivemos (Bandy, 1990; Kimmel, 1995; Albrecht & Sack, 2000; Dosch & Wambsganss, 2006; Passos, 2011). Em 2010 contávamos com 219 doutores em Contabilidade no Brasil (Soares & Pfitscher, 2013), todos egressos de um único programa com pequena carga horária de preparação para a docência e formação tecnológica (Nganga, Botinha, Miranda & Leal, 2016), e grande concentração de pesquisas nas áreas tradicionais (mainstream), as quais a educação Contábil não faz parte (Soares & Pfitscher, 2013; Nganga et al., 2016).

Por outro lado, em 2017 o país contava com 362.042 estudantes matriculados em 1.370 cursos de bacharelado em Ciências Contábeis (INEP, 2017) com aproximadamente a metade

na modalidade de Ensino à Distância (EaD).

O avanço na modalidade EaD em cursos de Ciências Contábeis representa oportunidade para docentes utilizarem recursos computacionais no apoio ao processo de ensino e aprendizagem em larga escala. Esses recursos podem auxiliar processo de instrução individualizada e feedback em tempo real (Steenbergen-Hu & Cooper, 2014; Kulik & Fletcher, 2016), o que auxilia no avanço dos resultados educacionais, na motivação dos estudantes (Lee & Kim, 2012; Anderson, 1996; VanLehn, 2011) e favorece o desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico, necessárias ao futuro egresso (Cornachione, Duncam & Johnson, 2007; Morales, 2011; Passos, 2011).

Diante do exposto, a questão de pesquisa que direciona o presente trabalho é: em que medida a utilização da inteligência artificial pode auxiliar docentes de Contabilidade no processo de desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico em seus estudantes? Em busca de evidências que suportem esta pesquisa e permitam fundamentar uma resposta para a questão

acima, o presente estudo apresenta um modelo de classificação binária de habilidades ligadas ao pensamento crítico em estudantes da disciplina de História da Contabilidade com base nos logs de acesso do sistema de apoio ao ensino; do processamento da linguagem natural dos textos produzidos para a disciplina; e no índice Flesch–Kincaid de legibilidade dos materiais produzidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Pensamento crítico engloba habilidades e disposições necessárias para análise, inferência, julgamento e decisão em um determinado domínio (Sternberg, 1986; Lipman, 1987; Facione, 1990; Lai, 2011; Passos, 2011; Ennis, 2018). Trata-se de uma disciplina com pontos de contato em diversas áreas do conhecimento, incluindo educação, filosofia e psicologia (Kennedy, Fisher & Ennis, 1991; Sternberg, 1986), cada uma com definições e abordagem próprias de suas epistemologias (Sternberg, 1986). A abordagem filosófica busca traçar as características da “perfeição de pensamento” (Paul, 1990, p.9), por meio de um “pensador crítico hipotético” (Lai, 2011, p. 5), que utiliza características como: entender e aceitar diversos pontos de vista, considerar perspectivas distintas, ser inquisitivo, ser bem informado, entre outras (Sternberg, 1986; Facione, 1990; Lai, 2011). Ennis (2018) define pensamento crítico na forma de um “pensamento reflexivo e razoável que é focado em decidir em que acreditar ou o que fazer” (p. 45). Em seu trabalho o autor apresenta o processo de pensamento crítico em duas dimensões: habilidades e disposições; interdependentes, complementares e igualmente necessárias para a concretização do pensamento crítico (Ennis, 1993; Ennis, 2018). Lipman (1987) define pensamento crítico com um “processo mental empregado na tomada de decisão” (p. 5). Esse processo engloba análise, julgamento, formulação de hipóteses, explicação e outras atividades cognitivas (Lipman, 1987), e apresenta três características que o definem: “(1) pensamento autocorretivo; (2) pensamento com critérios; e (3) pensamento que é sensível ao contexto” (Lipman, 1987, p. 5). Paul (1990) afirma que pensamento crítico é o “pensamento disciplinado e autodirigido que exemplifica as perfeições do pensamento apropriado a um modo ou domínio particular de pensamento” (p. 51).

Na abordagem da Psicologia Cognitiva, as pesquisas, ligadas ao paradigma experimental, investigam as diferenças entre o pensamento crítico que ocorre em situações de limitação, ambientais ou do sujeito, em relação ao pensamento crítico que deveria ocorrer em condições ideais (Sternberg, 1986; Lai, 2011). Para Sternberg (1986), o pensamento crítico é composto por “processos mentais, estratégias e representações que as pessoas usam para

resolver problemas, tomar decisões e aprender novos conceitos” (p. 3). Huffman, Dowdell & Sanderson (2018) definem pensamento crítico como “pensar sobre nossos sentimentos, ações e pensamentos para que possamos esclarecê-los e melhorá-los” (p. xx). A abordagem educacional tende a representar uma visão mista e controversa entre as abordagens filosófica e psicológica (Sternberg, 1986; Kennedy, Fisher & Ennis, 1991). O pensamento reflexivo, método científico proposto por Dewey, e a conscientização, método de percepção da realidade, proposto por Paulo Freire, foram utilizados para a criação e organização de currículos focados na transformação do indivíduo (Kennedy, Fisher & Ennis, 1991; Lai, 2011).

O desenvolvimento do pensamento crítico é um dos principais objetivos do processo educacional, desde o ensino fundamental até o ensino superior (D'Angelo, 1970; Kurfiss, 1988; Walters, 1991; Kuhn, 1999; Willingham, 2008; Abrami et al., 2008; Wilkin, 2017). Pascarella e Terenzini (2005), após analisarem trinta anos de pesquisas na área de pensamentocrítico, afirmam que “a exposição à educação pós-secundária tem, de fato, um efeito positivo, estatisticamente significativo, tanto no pensamento crítico quanto no raciocínio pós-formal” (p. 164). Esse efeito positivo, quando realizado em condições apropriadas, apresenta resultados de forma sedimentada e ao longo do tempo, não se observando saltos no desenvolvimento de pensamento crítico em um curto período (Willingham, 2008). Dois aspectos do desenvolvimento do pensamento crítico, nos estudantes, por meio do processo educacional causam discordância na literatura. São eles: (a) domínio específico, e (b) transferibilidade (Lai, 2011). Uma corrente da literatura entende que o desenvolvimento do pensamento crítico, de forma genérica, depende de: conhecimento prévio; transferência das disposições e habilidades de um domínio para outro; e instrução geral (Ennis, 1989). Outros pesquisadores entendem, de forma contrária, que o pensamento crítico apenas se desenvolve dentro de um determinado domínio específico do conhecimento, não podendo ser desenvolvido de forma genérica (Willingham, 2008). Uma corrente alternativa defende que o desenvolvimento do pensamento crítico inclui elementos genéricos e elementos específicos de um domínio do conhecimento (Facione, 1990; Paul, 1990). Um conceito associado ao domínio específico é a transferibilidade. Esse conceito representa a capacidade de portar as habilidades e disposições do pensamento crítico de um contexto para outro, como por exemplo a capacidade de transferir habilidades do campo acadêmico para os problemas do dia a dia (McPeck, 1990; Lai 2011). Willingham (2008) e McPeck (1990) entendem que essa transferência não ocorre de forma simples e que o pensamento crítico fica limitado ao contexto de aprendizagem do estudante (McPeck, 1990; Willingham, 2008). Ennis (2018) defende a visão de que a instrução do pensamento crítico em um determinado contexto pode, sob algumas condições, ser transferida para um novo contexto (Ennis, 2018). O desenvolvimento do pensamento crítico, durante o processo educacional, aparece destacado na literatura em modelos, frameworks e intervenções propositais. Os modelos e frameworks visam capturar e operacionalizar fenômenos, facilitando a comunicação e o entendimento dos conceitos que envolvem o tema (McLean, 2005). As intervenções aparecem como ações ou comparações intencionais, envolvendo instrução direta ou indireta de tópicos relacionados ao pensamento crítico, especificamente desenhadas para agir sobre alguma das variáveis que, conforme destacados nos modelos e frameworks, afetam seu desenvolvimento (Pascarella & Terenzini, 2005). A avaliação das intervenções e da adequação dos modelos e frameworks se dá pelo uso de instrumentos, em sua maioria, validados pela literatura e geralmente propostos pelos mesmos pesquisadores que elaboram as definições e modelos de pensamento crítico. Dentre os instrumentos de avaliação mais utilizados, de acordo com a literatura, podemos destacar:

(a) California Critical Thinking Skills Test (CCTST); (b) Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test (EWCTET); (c) California Critical Thinking Dispositions Inventory (CCTDI); (d)

Watson–Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCTA); e (e) Halpern Critical Thinking Assessment (HCTA).

Donelan e Reed (1992) realizaram uma pesquisa com 324 estudantes de Contabilidade, contando com 228 respostas válidas, sobre o estado atual da educação contábil (p. 208). A pesquisa teve dois objetivos primários: (a) determinar a percepção dos estudantes sobre as características do curso; e (b) determinar se havia alguma relação entre as características do curso e dos estudantes (p. 192). A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário endereçado à National Association of Accountants (NAA). Os autores afirmam que “em geral, os alunos acreditam que seus professores e suas aulas de Contabilidade fornecem as experiências de aprendizagem exigidas pelos relatórios da American Accounting Association (AAA)” (p. 208), entretanto chamam a atenção para áreas específicas que necessitam de algum esforço dos professores e das instituições, como é o caso do desenvolvimento de habilidades relacionados ao pensamento crítico (Donelan & Reed, 1992).

Doney e Lephardt (1993), ao analisarem a publicação da Accounting Education Change Commission (AECC), identificam que, apesar desta não mencionar explicitamente o termo pensamento crítico, o conjunto de competências e habilidades elencadas como necessárias para o desenvolvimento da profissão e para o processo de aprendizagem ao longo da vida está diretamente relacionado com o conceito de pensamento crítico que afirma: “os cursos de Contabilidade precisarão focar nos níveis de aplicação, análise, síntese e avaliação” (p. 297). Os autores destacam a necessidade de resgatar de outras áreas os conceitos necessários para a transformação do processo de ensino e aprendizagem em contabilidade, como por exemplo:

(a) estratégias de ensino de pensamento crítico; (b) critério de avaliação; (c) atitudes e disposições dentro e fora da sala de aula – clima favorável ao questionamento, prover feedbacks, engajar-se no diálogo, entre outros (Doney & Lephardt, 1993).

Kimmel (1995) propôs um framework para integrar o pensamento crítico ao currículo dos cursos de Contabilidade (p. 299). Com base nas críticas de comitês e órgãos profissionais, sobre a deficiência das habilidades relacionadas ao pensamento crítico em estudantes de Contabilidade, o autor apresentou uma proposta “que se destina a servir como um veículo para o corpo docente discutir a integração de habilidades de pensamento crítico em seu currículo” (p. 300). O modelo relaciona os estágios do currículo de Contabilidade (Introdutório; Intermediário; Avançado; Custos e Gerencial; Auditoria e Sistemas; Tributária; e Curso de Encerramento) com os estágios de desenvolvimento intelectual definidos por Kurfiss (1989): (a) o conhecimento é uma coleção de fatos indiscutíveis; (b) o conhecimento é ambíguo, mas se resolve a ambiguidade com opiniões sem apoio; (c) coleta de evidências para apoiar opiniões, mas acreditando que todas as soluções são igualmente válidas; e (d) pesar os argumentos alternativos e comprometer-se com uma posição – considerando, em cada estágio, os componentes do pensamento crítico definidos por Huffman, Vernoy, Williams, e Vernoy (1991) – (a) componentes afetivos; (b) componentes cognitivos; e (c) componentes comportamentais Kimmel (1995, p. 304). O autor destaca que a ligação entre desenvolvimento intelectual e pensamento crítico não é bem entendida (p. 305) e conclui afirmando que seu framework apresenta uma possibilidade de, baseado no currículo atual, alinhar estratégias que visem desenvolver o conteúdo e as habilidades de pensamento crítico nos estudantes.

Cornachione, Duncan e Johnson (2007) desenvolveram um estudo com o propósito de “avaliar as habilidades leitura crítica, escrita e raciocínio de estudantes de contabilidade na maior instituição pública de ensino superior do Brasil” (p. 47) utilizando três instrumentos validados na literatura: (a) Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ); (b) Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test (EW-CTET); e (c) Flesch Reading Ease (FRE). O estudo

contou com uma amostra de 64 estudantes do segundo semestre do ano de 2004. Os resultados demonstram que os participantes da pesquisa tiveram um resultado levemente superior aos encontrados na pesquisa original do instrumento EW-CTET e resultados levemente superiores nos testes FRE (Cornachione, Duncan e Johnson, 2007). Os autores concluem afirmando que os participantes da pesquisa se envolveram de forma positiva, demonstrando o interesse e a relevância do tema para a vida profissional. Da mesma forma, indicam que os achados reforçam a ideia de comparabilidade dos níveis de pensamento crítico entre estudantes com os mesmos perfis históricos, educacionais e sociais (Cornachione et al., 2007, p. 67).

Abrami et al. (2008) conduziram uma meta-análise com 117 estudos, sendo 27 experimentos puros, contando com 20.698 participantes, e avaliando 161 tamanhos de efeitos (p. 1112). Os autores encontraram um tamanho de efeito médio de 0,341 ($k = 161$, $N = 20.698$) e grande heterogeneidade ($QT = 1.767,86$, $p < 0,001$) entre os resultados (p. 1112). Os resultados sugerem efeito positivo, moderado e não uniforme. Apesar dos resultados contrastarem com alguns estudos anteriores, que apontaram efeitos menores, a grande heterogeneidade precisa ser considerado para realizar essa afirmação (1122).

Passos (2011) em sua tese de doutoramento, realizou estudos com o objetivo de “analisar e avaliar empiricamente a efetividade de ensinar o modelo de Richard Paul (1995), para pensamento crítico, para estudantes da área contábil no desenvolvimento de habilidades para pensar criticamente sobre a área, e atitudes de pensamento crítico em geral” (p. 16). O autor realizou um quase-experimento em estudantes de graduação em duas universidades, uma pública e uma particular, da cidade de São Paulo. A pesquisa contou pré e pós testes, e foi realizada com grupo experimental e de controle. O tratamento se deu por meio de instrução sobre pensamento crítico, baseada no modelo de Richard Paul (Passos, 2011). Foram utilizados dois instrumentos de avaliação amplamente aceitos pela literatura da área: (a) Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test (EWCTET); e (b) California Critical Thinking Dispositions Inventory (CCTDI). Os resultados, no geral, demonstram baixos ou parciais efeitos da intervenção sobre o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Apenas uma universidade, quando utilizado o instrumento EWCTET, apresentou diferença significativa entre os grupos experimentais e de controle (Passos, 2011, p. 184).

O panorama mostra que, entre as pesquisas que se propõem a avaliar o pensamento crítico ou sua evolução, não há uniformidade em relação ao instrumento de mensuração e nem aos avanços nas habilidades, em função das intervenções realizadas. Nenhum modelo de intervenção se mostrou capaz de gerar resultados, ao menos moderados, nos níveis de pensamento crítico (Cornachione et al., 2007; Abrami et al., 2008; Passos, 2011; Kimel, 1995; Doney e Lephardt, 1993), seja estes avanço medido por testes validados, como Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (W-GCTA), Cornell Critical Thinking Test (CCTT) e Halpern Critical Thinking Assessment (HCTA), ou métricas próprias, como a avaliação do curso.

3 MÉTODOS

3.1 Classificação do pensamento crítico em História da Contabilidade

O pensamento crítico não pode ser diretamente observável, sendo necessária a adoção de um constructo que permita sua mensuração e evolução. Testes consagrados como, tais como W-GCTA, CCTT e HCTA apresentam dificuldades para implementação em larga escala, seja pelo

custo financeiro de aquisição, pela complexidade na correção e atribuição de pontuação ou, pela possibilidade de resultados não precisos, como altas pontuações alcançadas por meio de respostas aleatórias (Wagner & Harvey, 2006). O presente estudo apresenta um modelo de classificação binário de habilidades ligadas ao pensamento crítico em estudantes da disciplina de História da Contabilidade, dividindo seus participantes em dois grupos: (i) grupo com presença de habilidades ligadas ao pensamento crítico; e (ii) grupo com ausência de habilidades ligadas ao pensamento crítico.

O modelo tem como base: (a) logs de acesso ao sistema Moodle da disciplina de História da Contabilidade; (b) nível de legibilidade dos materiais desenvolvidos pelos estudantes de forma escrita (avaliações e revisões críticas, participação nos fóruns de discussões) utilizando a métrica do teste de Flesch–Kincaid (0 a 100 pontos); e (c) desempenho do estudante no domínio do espaço do conhecimento, utilizado como moderador para os dois índices anteriores.

3.1.1 Logs de acesso ao sistema Moodle

Nos cursos com formato virtual ou semipresencial, inúmeras vezes o contato é estabelecido apenas por intermédio da plataforma digital de apoio ao ensino. A ferramenta de Learning Management System (LMS) reúne informações, conteúdos programáticos e conduz os processos avaliativos dos estudantes. Para os docentes e instituições é de extrema importância a extração e a análise dos logs de acesso ao sistema, para que possam estabelecer padrões de análise acerca do engajamento e das atitudes dos estudantes diante do curso que está sendo desenvolvido (Spiliopoulou & Pohle, 2001; Bishop, 1998; Volery & Lord, 2000). O campo de estudos de mineração de dados educacionais apresenta rápida expansão (Koedinger, D'Mello, McLaughlin, Pardos & Rose; 2015) e está associado aos diversos objetivos e aos diferentes atores do processo educacional, como por exemplo: a personalização das experiências e materiais de aprendizado; feedback sobre os conteúdos programáticos; a avaliação dos estudantes durante o processo instrucional; dentre outros (Romero & Ventura, 2010). As pegadas digitais dos estudantes podem gerar importantes informações para que os docentes possam desenvolver e utilizar recursos que fomentem melhorias no processo de ensino e aprendizagem (Penteado, Isotani, Paiva, Morettin-Zupelari & Ferrari, 2018). No presente estudo os logs de acesso dos estudantes são extraídos e analisados seguindo a sequência abaixo indicada:

- a) Extração dos logs de acesso ao sistema Moodle relativos aos acessos dos conteúdos programáticos. Nesse item os logs serão processados e catalogados por estudante e por atividade, com finalidade de análise;
- b) Composição dos grupos e análise. Os dados são divididos, agrupados e analisados conforme a seguinte ordem:
 - b.3) Dados de acesso ao fórum de cada tema da disciplina contendo: quantidade de visualizações e quantidade de postagens. Os dados são ao fórum, dividido pela soma das postagens.

A análise dos logs do sistema resulta em um índice, composto pela soma, de forma igualitária, dos itens de: (a) dados de acesso às atividades; (b) Resultado do quiz; e (c) dados de acesso ao fórum.

3.1.1 Legibilidade do texto – índice Flesch–Kincaid

O índice de legibilidade de Flesch-Kincaid foi desenvolvido em pesquisas no ano de 1975 em projetos da Marinha Americana. Trata-se de um classificador, utilizado em sistemas eletrônicos, para checagem do nível de complexidade de um texto escrito (Kincaid, Fishburne Jr, Rogers & Chissom, 1975). O índice é computado por uma pontuação de zero a cem pontos, sendo que, quanto maior o índice, menor a complexidade de leitura dos textos produzidos. Flesch (1979) apresenta uma fórmula para cálculo do índice que leva em conta a relação entre o número de palavras em uma sentença (quanto maior, melhor) e o total de sílabas por palavras (quanto maior, melhor). O autor estabelece duas métricas que podem ser utilizadas para análise dos resultados: uma em função da pontuação geral de textos escritos (muito fácil, fácil, linguagem normal, pouco difícil, difícil e muito difícil) e, a outra em relação ao equivalente à idade escolar, desde os primeiros ciclos (primeiro ao quinto ano) até adultos já graduados (Flesch, 1979). No presente estudo o índice Flesch-Kincaid foi obtido por meio dos textos produzidos pelos estudantes em fóruns e em tarefas realizadas. Textos de estudantes de graduação e profissionais graduados devem receber uma pontuação entre 0 e 50 pontos (Flesch, 1979). No presente estudo, para efeito de discussões e análises sobre os textos gerados, foram considerados os seguintes parâmetros: valor igual ou inferior a 50 pontos no teste Flesch-Kincaid, texto adequado, valor entre 51 e 70 pontos, insuficiente; pontuação superior a 70 pontos, é considerado inadequado ao nível exigido de profundidade dos itens da disciplina.

3.1.2 O modelo de classificação

Assim como destacado anteriormente, existem diversos testes para classificar o nível de pensamento crítico dos estudantes. O presente estudo propõe um classificador da presença de habilidades ligadas ao pensamento crítico, utilizando o algoritmo de inteligência artificial, de aprendizagem supervisionada, Naive Bayes. O algoritmo representa um modelo simples e robusto para a finalidade de predição estatística (Lewis, 1998; Rish, 2001). O principal pressuposto do modelo é assumir a independência entre os itens que o compõem. Trata-se de um algoritmo probabilístico, baseado no Teorema de Bayes, (Lewis, 1998; Rish, 2001) utilizando um conjunto de dados completos para treinar o sistema, com a finalidade de predição de dados incompletos (Crisci, Ghattas & Perera, 2012).

4. Análise de Resultados

Ao todo foram coletados, sem acesso a dados sensíveis, informações de 256 estudantes que cursaram a disciplina de História da Contabilidade no período de 2016 a 2018. Desse total, 96 completaram as atividades necessárias e puderam compor base de dados para treinamento do modelo classificador. Os 96 estudantes foram classificados, *ad hoc* pelo pesquisador, sobre a presença ou ausência das habilidades ligadas ao pensamento crítico com base nos textos, avaliações em sala de aula e avaliação da disciplina. A Tabela 1 traz exemplos de textos, escritos por estudantes, e a pontuação obtida no índice Flesch-Kincaid. Do total dos participantes, 56 foram classificados com presença das habilidades.

Destes, 26 produziram textos considerados como inadequados ao andamento escolar, apresentando índice de Flesch-Kincaid equivalente a estudantes do quinto ano do ensino fundamental. Do total de participantes, 23 apresentaram habilidades ligadas ao pensamento crítico e, ao mesmo tempo, índice de legibilidade de textos equivalentes a estudantes de graduação ou pós-graduação. O melhor resultado no índice de Flesch-Kincaid foi de 5,

alcançado por um único estudante. A média do índice de Flesch-Kincaid, considerando todos os textos, foi de 38 pontos, o que indica um alinhamento ao momento acadêmico dos estudantes.

Os dados dos 96 estudantes foram portados para um arquivo de texto separado por vírgula (.csv) para facilidade de acesso. A versão 3.7.2 da linguagem de programação Python foi utilizada, em conjunto com duas bibliotecas com funções próprias para análise de dados e desenvolvimento de projetos de aprendizagem de máquina. As bibliotecas utilizadas foram a pandas e sklearn. Os dados foram inseridos no modelo e divididos em duas categorias: (a) dados para treinamento do modelo e (b) dados para predição do modelo. Inicialmente a divisão foi de 70% dos dados para treinamento e 30% dos dados para predição. O algoritmo Multinomial foi escolhido por sua melhor aderência ao processamento de linguagem natural.

Após a primeira rodada de treinamento e testes, o modelo apresentou acurácia de 86,20% com base nos dados apresentados, indicando que, inicialmente, o modelo desenvolvido é capaz de prever e classificar, de forma binária, a presença de habilidades ligadas ao pensamento crítico. Entretanto alguns pontos precisam ser observados. Primeiramente, há grande variabilidade nos dados que compõem o modelo. Isso fica demonstrado pelo parâmetro *random_state*, que direciona o sistema na forma de realizar a separação da base de dados entre base de testes e bases de predição. Uma alteração no valor fez com que a acurácia do modelo caísse para 51,72%. O segundo ponto a ser observado é a quantidade de dados que compõe o modelo. A mineração de dados, para fins de estabelecimento de padrões e aumento no poder de predição, pressupõe volumes superiores aos encontrados na presente pesquisa (Koedinger et al., 2015). Dos 256, menos de 40% cumpriu todos os requisitos necessários e tiveram os dados utilizados no algoritmo de aprendizagem de máquina.

Um terceiro fator a ser considerado é a classificação sobre a presença de habilidades ligadas ao pensamento crítico realizada pelo pesquisador. A mesma foi uniforme em todos os oferecimentos das disciplinas, porém não contou com validação de pessoas externas e nem de análise conjunta com outros pesquisadores. Por fim, o próprio modelo, aqui desenvolvido, pode deixar de captar uma parcela dos fatores envolvidos no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes de História da Contabilidade.

Com propósito de colaboração e validação do desenvolvimento do modelo de classificação, foram realizadas análises estatísticas nos dados dos 256 estudantes que compõem a presente pesquisa. Todas as análises foram conduzidas utilizando o software estatístico R na versão

3.5.2. Inicialmente foi realizada uma regressão logística com base no modelo composto por: pensamento crítico como variável dependente; índice de Flesch-Kincaid, pontuação no primeiro *quiz*; e nota final com variáveis independentes. A Figura 1 mostra o resumo dos dados utilizados nas análises.

Tabela 1 – Exemplos de textos e índices calculados

TEXTO ELABORADO PELO ESTUDANTE	ÍNDICE CALCULADO
"Accounting history is low present in accounting courses because, as far as I am concerned, when you want to learn accounting you just want to know how the system works. The purpose is to be well-prepared to take position in your future enterprise. I guess that generally business school set up in their program useful courses for the next future work experiences of student. As book-keeper has to be, it is a pragmatic vision.	61,763 9th Grade
In my opinion, accounting history is not taught in accounting courses because it would not be relevant. Accounting courses aim to prepare students to concrete business situations. Accounting is a skill which requires specific knowledge, and the companies hire accounting students for their ability to respond to current problematics that the companies face. I think that it is mainly important that accounting courses stick to the present because there is a lot of know-how to develop.	45,564 College Level
From previous classes, we learned that the apparition of writing can be traced to the first means of accounting. Accountant ancestors were essential in the development of money as well as the banking system. They invented the double-entry bookkeeping that changed the course of history and, ultimately, helped promoting the confidence in capital markets essential for western capitalism, where businesses needed accurate information. Nowadays, the information revolution alters the entire economy.	29,541 College Level

Fonte: Elaboração própria

O modelo convergiu, entretanto nenhuma das variáveis foi significativa para explicação. Na sequência, diversas regressões foram realizadas considerando todos os parâmetros e a associação entre eles. O modelo só foi significativo quando a variável DEBORAH esteve presente. Faz-se necessário comentar que DEBORAH é um jogo utilizado na disciplina de História da Contabilidade para auxiliar os estudantes a aprenderem conceitos distantes no tempo, como por exemplo a Contabilidade sem a escrita (Nunes, 2016). A proposta do jogo é possibilitar ao estudante a absorção de conteúdos de forma divertida e simples.

Figura 1 - Resumo dos Dados da Regressão

> summary(DADOS)

RC	IFK	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Min. :0.0000	Min. : 5.00	Min. : 0.000				
1st Qu.:0.0000	1st Qu.: 60.00	1st Qu.: 4.670	1st Qu.: 4.170	1st Qu.: 0.000	1st Qu.: 0.000	1st Qu.: 0.000
Median :1.0000	Median :100.00	Median : 7.330	Median : 8.000	Median : 5.830	Median : 9.000	Median :10.000
Mean :0.5926	Mean : 83.22	Mean : 5.969	Mean : 6.395	Mean : 5.284	Mean : 6.683	Mean : 7.259
3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:100.00	3rd Qu.: 8.830	3rd Qu.: 9.500	3rd Qu.: 8.500	3rd Qu.:10.000	3rd Qu.:10.000
Max. :1.0000	Max. :100.00	Max. :10.000				
TQ	DEBORAH	PEER1	PEER2	NOTA	APROVADO	CURSOU
Min. :0.000	Min. : 0.000	Min. : 0.000	Min. : 0.000	Min. : 0.00	Min. :0.0000	Min. :0.000
1st Qu.:3.080	1st Qu.: 0.000	1st Qu.: 0.000	1st Qu.: 0.000	1st Qu.:30.41	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.000
Median :8.100	Median :10.000	Median :10.000	Median :10.000	Median :69.48	Median :1.0000	Median :0.000
Mean :6.318	Mean : 6.142	Mean : 5.309	Mean : 5.432	Mean :54.79	Mean :0.6914	Mean :0.284
3rd Qu.:9.130	3rd Qu.:10.000	3rd Qu.:10.000	3rd Qu.:10.000	3rd Qu.:81.40	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:1.000
Max. :9.900	Max. :10.000	Max. :10.000	Max. :10.000	Max. :89.40	Max. :1.0000	Max. :1.000

Fonte: Elaboração própria.

O estudante é convidado a refletir sobre o papel da Contabilidade na sociedade ao longo dos dez mil anos de sua história, e é indagado sobre sua posição sobre a neutralidade da área. Os resultados da regressão logística parecem indicar que o jogo DEBORAH está associado a presença de habilidades ligadas ao pensamento crítico dos estudantes ($n = 96$, $p = 0.0333$). Este achado está alinhado ao encontrado por Nunes (2016) que demonstrou efeito positivo do Curso de História da Contabilidade sobre a capacidade de crítica ao modelo de neutralidade contábil constante nos livros e na legislação da Contabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do pensamento crítico, apesar de importante no processo educacional, constitui uma tarefa complexa para docentes de instituições de ensino superior. A presente pesquisa apresentou um modelo classificador binário, baseado no uso da inteligência artificial, para fomentar o desenvolvimento dessas habilidades no ensino de Contabilidade. Os resultados devem ser analisados considerando as limitações, inerentes ao processo, como vieses do pesquisador que atuou como auxiliar docente da disciplina de História da Contabilidade desde seu primeiro oferecimento. Da mesma forma a abrangência do modelo, ainda em fase embrionária de elaboração, se limita aos grupos em que foram pesquisados, não sendo possível portar para demais áreas, ainda que dentro do domínio da Contabilidade, sem se correr riscos de limitações inerentes aos estudos da área de História da Contabilidade. Entre as possíveis implicações para as partes desse processo, o presente modelo classificador apresenta uma oportunidade para docentes e instituições avaliarem, no início do processo, o nível de desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico dos estudantes. Acessar aquilo que o estudante já domina e moldar as intervenções, com base nessa informação, potencializa os resultados do processo educacional (Ausubel, 1968). O modelo, aqui apresentado, permite que docentes avaliem, em diversos momentos do curso, podendo moldar suas intervenções e retornos de forma personalizada às características de sua turma. Essa é uma das medidas em que o uso inteligência artificial pode auxiliar docentes de Contabilidade no processo de desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico em seus estudantes.

Baldwin-Morgan (1995) propuseram uma forma de integrar inteligência artificial ao ensino de Contabilidade. O ponto de partida da proposta era o reconhecimento, por parte de docentes e instituições, que a inteligência artificial precisava ser integrada ao domínio da Contabilidade. A presente pesquisa possibilita ao docente colocar essa integração em prática, colocando o docente como ator principal nesse processo. Pesquisas futuras são necessárias para discussão e aprimoramento do modelo classificador, incluindo a comparação entre os resultados do modelo, baseado em inteligência artificial, e de testes consagrados pela literatura, como por exemplo o California Critical Thinking Skills Test (CCTST); o Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test (EWCTET); o California Critical Thinking Dispositions Inventory (CCTDI); o Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCTA) e o Halpern Critical Thinking Assessment (HCTA).

REFERÊNCIAS

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R., & Zhang, D. (2008). Instructional Interventions Affecting Critical Thinking Skills and Dispositions: A Stage 1 Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 78(4), 1102–1134. <https://doi.org/10.3102/0034654308326084>
- Albrecht, W. S., & Sack, R. J. (2000). *Accounting education: Charting the course through a perilous future* (Vol. 16). Sarasota, FL: American Accounting Association.
- Anderson, J. R. (1996). ACT: A simple theory of complex cognition. *American Psychologist*, 51(4), 355
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- B. Cornachione, JR., E., R. Duncan, H., & D. Johnson, S. (2007). HABILIDADES DE RACIOCÍNIO CRÍTICO DE ALUNOS DE CONTABILIDADE. *Revista De Educação E Pesquisa Em Contabilidade (REPeC)*, 1(2), 43-70. <https://doi.org/10.17524/repec.v1i2.9>
- Baldwin-Morgan, A. A. (1995). Integrating artificial intelligence into the accounting curriculum. *Accounting Education*, 4(3), 217. <https://doi.org/10.1080/09639289500000026>
- Bandy, D. (1990). Accounting education at the crossroads. *The CPA Journal*, 60(8), 12.
- Bedford Committee. (1986). Future accounting education: Preparing for the expanding profession.
- Bloom, B.S. (Ed.), Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. New York: David McKay.
- Carvalho, L. N., & Salotti, B. M. (2012). Adoption of IFRS in Brazil and the Consequences to Accounting Education. *Issues in Accounting Education*, 28(2), 235-242.
- Crisci, C., Ghattas, B., & Perera, G. (2012). A review of supervised machine learning algorithms and their applications to ecological data. *Ecological Modelling*, 240, 113-122.
- D'Angelo, E. (1970). The Teaching of Critical Thinking Through Literature. *Elementary English*, 47(5), 633-637. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/41386723>
- Donelan, J. G., & Reed, R. O. (1992). Characteristics of accounting programs: A survey of students' perceptions. *Journal of Accounting Education*, 10(1), 191-209.

- Doney, L. D., & Lephardt, N. E. (1993). Developing critical thinking skills in accounting students. *Journal of Education for Business*, 68(5), 297.
- Dosch, R. J., & Wambsganss, J. R. (2006). The blame game: Accounting education is not alone. *Journal of Education for Business*, 81(5), 250-254.
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational researcher*, 18(3), 4-10.
- Ennis, R. (1993). Critical Thinking Assessment. *Theory Into Practice*, 32(3), 179-186. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1476699>
- Ennis, R. H. (2018). Critical thinking across the curriculum: A vision. *Topoi*, 37(1), 165-184.
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report).
- Flesch, R. (1979). How to write plain English: Let's start with the formula. *University of Canterbury*.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- Huffman, K., Dowdell, K., & Sanderson, C. A. (2018). *Psychology in action*. New York: Wiley.
- INEP. (2017) CENSO ESCOLAR 2017 – Microdados. Brasília – DF. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>. Acesso em: 20 novembro. 2018.
- Kennedy, M., Fisher, M. B., & Ennis, R. H. (1991). Critical thinking: Literature review and needed research. In L. Idol & B. F. Jones (Eds.), *Education, values and cognitive instruction: Implications for reform* (pp. 11-40). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kimmel, P. (1995). A framework for incorporating critical thinking into accounting education. *Journal of Accounting Education*, 13(3), 299-318.
- Kincaid, J. P., Fishburne Jr, R. P., Rogers, R. L., & Chissom, B. S. (1975). Derivation of new readability formulas (automated readability index, fog count and flesch reading ease formula) for navy enlisted personnel.
- Koedinger, K. R., D'Mello, S., McLaughlin, E. A., Pardos, Z. A., & Rose, C. P. (2015). Data mining and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6(4), 333-353.
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational researcher*, 28(2), 16-46.

- Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78. doi:10.3102/0034654315581420
- Kurfiss, J. G. (1988). Critical thinking: theory, research, practice, and possibilities (Ashe-Eric Higher Education Report No. 2). Washington, DC: Association for the Study of Higher Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED304041)
- Lai, E. R. (2011). Critical thinking: A literature review. *Pearson's Research Reports*, 6, 1-49.
- Lee, J., & Kim, D. G. (2012). Adaptive Learning System Applied Bruner'EIS Theory. *IERI procedia*, 2, 794-801.
- Lewis, D. D. (1998). Naive (Bayes) at forty: The independence assumption in information retrieval. In *European conference on machine learning* (pp. 4-15). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Lipman, M. (1987). Critical thinking: What can it be?. *Analytic Teaching*, 8(1).
- McLean, C. (2005). Evaluating Critical Thinking Skills : Two Conceptualizations. *Journal of Distance Education*, 20(2), 1–20.
- McPeck, J. E. (1990). *Teaching critical thinking: dialogue and dialectic*. Routledge.
- Morales, L. (2011). Can the use of clickers or continuous assessment motivate critical thinking? A case study based on corporate finance students. *Higher Learning Research Communications*, 1(1), 33-42. <https://doi.org/10.18870/hlrc.v1i1.31>
- Nganga, C. S. N., Botinha, R. A., Miranda, G. J., & Leal, E. A. (2016). Mestres e doutores em contabilidade no Brasil: uma análise dos componentes pedagógicos de sua formação inicial. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 14(1), 83-99.
- Nunes, T. C. S. (2016). A revelação do mito da neutralidade Contábil (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo) Retirado de: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-28072016-164139/publico/CorrigidoTania.pdf>
- Pascarella E, Terenzini P. (2005) How college affects students: findings and insights from twenty years of research, vol 2: a third decade of research. Jossey Bass, San Francisco
- Passos, I. C. (2011). Raciocínio crítico de estudantes de graduação em ciência contábeis: Aplicação do modelo instrucional de Richard Paul. Tese de Doutorado, *Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade, Universidade de São Paulo*, São Paulo.

- Paul, R. (1990). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world*. Rohnert Park, CA: *Sonoma State University, Center for Critical Thinking and Moral Critique*
- Penteado, B. E., Isotani, S., Paiva, P. M., Morettin-Zupelari, M., & Ferrari, D. V. (2018). Prediction of interpersonal help-seeking behavior from log files in an in-service education distance course. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 266-270). Springer, Cham.
- Peterson Bishop, A. (1998). Logins and bailouts: measuring access, use, and success in digital libraries. *Journal of electronic publishing*, 4(2).
- Rish, I. (2001). An empirical study of the naive Bayes classifier. In *IJCAI 2001 workshop on empirical methods in artificial intelligence* (Vol. 3, No. 22, pp. 41-46).
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: a review of the state of the art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), 601-618.
- Soares, S. V., & Pfitscher, E. D. (2013). Doutorado em Contabilidade no Brasil: há espaço para expansão da oferta de cursos?. *Revista Brasileira de Contabilidade*, 195, 66-81.
- Spiliopoulou, M., & Pohle, C. (2001). Data mining for measuring and improving the success of web sites. In *Applications of Data Mining to Electronic Commerce* (pp. 85-114). Springer, Boston, MA.
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K–12 students' mathematical learning. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 970-987.
- Sternberg, R. J. (1986). *Critical Thinking: Its Nature, Measurement and Improvement*. National Institute of Education. Washington, DC. Retrieved from <http://eric.ed.gov/PDFS/ED272882.pdf>.
- VanLehn, k. (2011) The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems, *Educational Psychologist*, 46:4, 197-221, DOI: 10.1080/00461520.2011.611369
- Volery, T., & Lord, D. (2000). Critical success factors in online education. *International journal of educational management*, 14(5), 216-223.
- Wagner, T. A., & Harvey, R. J. (2006). Development of a new critical thinking test using item response theory. *Psychological Assessment*, 18(1), 100–105. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.18.1.100>

Walters, K. S. (1991). Critical thinking, rationality, and the vulcanization of students. *Journal of Accounting Education*, 9(1), 15-31.

Wilkin, C. L. (2017). Enhancing critical thinking: accounting students' perceptions. *Education+ Training*, 59(1), 15-30.

Willingham, D. T. (2008). Critical thinking: Why is it so hard to teach? *Arts Education Policy Review*, 109(4), 21–32. doi:10.3200/AEPR.109.4.21-32