

MACHINE LEARNING E PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Mateus Dauã de Moraes¹

GDn° 6 - Educação Matemática, Tecnologias e Educação à Distância.

Resumo: Este trabalho tem como objetivo apresentar uma pesquisa em desenvolvimento sobre as potencialidades do uso de uma subárea de Inteligência Artificial (IA) conhecida como Machine Learning com foco no ensino e aprendizagem de matemática e no desenvolvimento do Pensamento Computacional de alunos de uma escola pública do estado do Rio Grande do Sul. A pesquisa é de carácter qualitativo e possui a seguinte pergunta diretriz: como o ensino e a utilização de uma técnica de Machine Learning no ensino básico pode possibilitar que os alunos aprendam e contextualizem conteúdos matemáticos e, ao mesmo tempo, desenvolvam o seu Pensamento Computacional? Também é retratada uma abordagem teórica sobre o que é e quais as competências e habilidades que podem ser aperfeiçoadas com atividades que compreendam esse pensamento.

Palavras-chave: Machine Learning, Pensamento Computacional, Ensino de Matemática

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Em 2016 e 2017 eu tive a oportunidade de participar do Programa de Licenciaturas Internacionais e realizar um período de estudos na Universidade de Évora em Portugal. Das experiências que vivi naquela universidade, duas disciplinas me deram a oportunidade de trabalhar com programação, especificamente com as linguagens Python e R. Na realização das atividades sugeridas nessas disciplinas que envolviam a elaboração de algoritmos diretamente ligados ou não com assuntos específicos de matemática, notei que, conforme fui aprendendo e elaborando estratégias na escrita das minhas linhas de comando, eu estava desenvolvendo uma habilidade a qual entendia como uma “organização das ideias”. Ao ler um problema que deveria ser resolvido, conseguia dividir em problemas menores, o que me facilitava na realização do mesmo. Posteriormente, entendi que isso se tratava do desenvolvimento do meu Pensamento Computacional, caracterizado por (WING, 2006) como uma forma de pensar que reformula um problema aparentemente difícil em problemas menores e utiliza-se de conceitos fundamentais da ciência da computação para buscar soluções. De acordo com (WING, 2006), o Pensamento Computacional faz parte de um conjunto de habilidades fundamentais para todos, sejam cientistas da computação ou não.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; PPG em Ensino de Matemática; Mestrado Acadêmico em Ensino de Matemática; mateusdaua@gmail.com; orientador(a): Rodrigo Dalla Vecchia.

No âmbito do PPG em Ensino de Matemática, já pesquisando sobre trabalhos que envolviam novas tecnologias no ensino, tive a oportunidade de conhecer trabalhos como os de Gayeski (2019) e Dalla Vecchia (2018) que faziam uso do Big Data² junto com algum recurso tecnológico para ensinar matemática, tanto para alunos de ensino básico quanto de ensino superior. A partir disso, por sugestão do meu orientador, fui pesquisar sobre uma das subáreas de Inteligência Artificial denominada Machine Learning (também conhecida como Statistical Learning ou Aprendizado de Máquina), que são técnicas que se usam do Big Data para criar algoritmos que podem fazer com que as máquinas nos retornem informações com base nesses dados, podendo assim realizar classificações ou predições sobre algo. Fiquei surpreso pois não encontrei algum trabalho que utilizava-se dessas técnicas para se ensinar algum conteúdo no ensino básico, apenas elas sendo aplicadas por profissionais para analisar algo referente a economia, medicina, biologia, entre outros, e, quando era relacionado a educação, as pesquisas procuravam usar o Machine Learning como uma ferramenta de avaliação do ensino já realizado. Por que não ensinar aos alunos essas técnicas para que os mesmos, ao resolverem algum problema com ela, tenham a possibilidade de construir algum conhecimento acerca de um assunto específico, seja ele matemático ou não, ao invés de olhar para eles como o problema que deve ser solucionado?

As técnicas de Machine Learning estão fortemente associadas ao uso de tecnologias, principalmente de softwares de programação como Python, R, Microsoft Azure, entre outros. Pensando em como as tecnologias são trabalhada nas escolas de ensino básico e como alguns alunos percebem o ensino de matemática, observo que “o simples acréscimo de equipamentos de informática traz pouco impacto na vida acadêmica dos alunos, e pode ter inclusive impacto negativo” (COLPO; FARIA; MACHADO, 2015, p 2) e que um dos pré-conceitos dos alunos para a matemática aprendida na escola é que ela tem pouca ou nenhuma relação com a realidade mundana (VILLA; CALLEJO, 2006). Assim, surge a possibilidade de se usar uma tecnologia que, ao mesmo tempo que auxilia no ensino e aprendizado de algum conteúdo, oportuniza que o estudante relacione a matemática desenvolvida em sala de aula com o que está, também, fora dela.

² “Big Data está relacionado ao tratamento de bases de dados muito grandes e que muitas vezes exigem técnicas e recursos diferentes dos que normalmente são utilizados para trabalhar dados.” (DALLA VECCHIA, 2018, p 2)

A pesquisa de Campos (2018) investiga e analisa autores, conceitos e propostas pedagógicas que estão impactando a educação por meio do uso de Inteligência Artificial e suas subáreas, como o Machine Learning. Algumas propostas estão sendo desenvolvidas pelo grupo editorial Pearson, considerado um dos maiores grupos educacionais do mundo, e respostas a perguntas sobre “como aprendemos, o que desperta nossa motivação para aprender, quais conhecimentos e habilidades provavelmente serão necessárias na segunda metade do século XXI” (LUCKIN et al, 2016, p 126, apud CAMPOS, 2018, p 126) já estão sendo respondidas. O pesquisador nos mostra que as técnicas de Inteligência Artificial estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas mesmo que elas não saibam. Alguns exemplos citados são a impressão do jornal que, provavelmente, foi ajustado por intermédio do Machine Learning para evitar riscos, o relógio que foi programado para despertar em um certo horário, os algoritmos do Google, da Amazon ou da Netflix que determinam, em grande parte, quais informações devem ser mostradas ao usuário, entre outros. Na investigação de trabalhos focados em como a IA está sendo aplicada no campo da educação, o autor traz informações sobre o relatório intitulado *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*, criado pelo grupo editorial Pearson, um dos maiores grupos educacionais do mundo. Neste trabalho, além de serem indicadas algumas funções auxiliares que a IA pode exercer na educação e que este tipo de tecnologia é “uma peça fundamental para a realização de reformas que modernizem e coloquem as instituições de ensino em consonância com os avanços tecnológicos já presentes na sociedade” (CAMPOS, 2018, p 126), também é mostrado como a IA já vem oferecendo respostas sobre questionamentos de como aprendemos? O que nos motiva para aprender? Quais habilidades serão necessárias na segunda metade desse século? Entre outros. Uma das propostas pedagógicas estudadas por Campos (2018) é o uso da IA para a criação de tutores inteligentes, na qual alunos teriam um apoio por meio de um software que iria se adaptar as suas maiores dificuldades e auxiliá-los em como e o que estudar. Entretanto, o pesquisador também retrata que os debates e as pesquisas sobre o uso de IA fica, em grande parte, sendo conduzido não por educadores, mas sim por economistas, refletindo assim que:

a concentração das pesquisas no processo de automatização dos empregos em detrimento das investigações das novas habilidades que serão exigidas com esses avanços tecnológicos — avanços que determinarão a próxima fase de reformas dos sistemas educacionais (CAMPOS, 2018, p 135).

Não há, nas propostas pedagógicas avaliadas por Campos (2018), algum trabalho que se utilize de Inteligência Artificial para a construção de algum conhecimento diretamente pelo aluno, ou seja, os alunos a utilizam já programadas para lhe ensinarem algo e não a programam.

Vieira (2018) defende em sua tese algumas relações teóricas que podem ser feitas entre o Construcionismo de Papert e o Pensamento Computacional. A autora traz Papert como o pioneiro no desenvolvimento de Inteligência Artificial por ter criado a linguagem de programação Logo em um tempo que não existia internet e nem mesmo computadores para uso pessoal como temos hoje. Sobre o Pensamento Computacional, a pesquisadora busca as ideias de Wing (2006) e de outros autores e enxerga-o como um modo de pensar, como um “processo de pensamento que possibilita desenvolver ideias, projetos e/ou construir tecnologias para resolução de problemas” (VIEIRA, 2018, p 21). Algumas características são incluídas nesse processo, como:

- i Formular problemas de forma que se possa usar um computador ou outras ferramentas para ajudar a resolvê-los;
- ii Organizar e analisar logicamente os dados;
- iii Representar dados por meio de abstrações, como modelos e simulações
- iv Automatizar soluções por meio do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas);
- v Identificar, analisar e implementar possíveis soluções com o objetivo de alcançar uma combinação mais eficiente e efetiva de etapas e recursos; vi. Generalizar e transferir este processo de resolução de problemas para uma grande variedade de situações. (VIEIRA 2018, p 40)

Apesar do Construcionismo e do Pensamento Computacional terem focos diferentes, Vieira (2018) lista algumas características convergentes entre eles, como a ciência da computação, a matemática, procedimentos algorítmicos, a resolução de problemas, a linguagem de programação, objetos culturais a Inteligência Artificial, dentre outros (VIEIRA, 2018), afirmando e comprovando em sua pesquisa que essa forma de pensar pode ser desenvolvida em um ambiente Construcionista. A autora também traz às ideias de DiSessa (VIEIRA, 2017) que enxerga no uso dos computadores um potencial para uma nova alfabetização no século XXI, comparando com a importância dada para a alfabetização das pessoas baseada em textos, podendo assim dar forças para que os indivíduos se empoderem, além de mudarem a forma de pensar e aprender.

Sabendo que o Pensamento Computacional pode desenvolver habilidades e competências que ajudam na resolução de problemas, Costa (2017) pesquisou algumas

relações do PC com a Resolução de Problemas no ensino de matemática. Primeiro ele traz o mapeamento feito por Barr e Stephenson (COSTA, 2017) que apresenta uma visão de como as competências do PC podem ser estimuladas em diversas disciplinas com foco na resolução de problemas, incluindo na matemática. Esse mapeamento é feito com base das seguintes competências: Coleta de Dados, Análise de Dados, Representação de Dados, Decomposição de Problemas, Abstração, Algoritmos e Procedimentos, Automação, Simulação e, por fim, Paralelismo. O autor cita duas abordagens que podem ser feitas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional: a primeira, mais utilizada entre os pesquisadores, é realizada com o ensino de programação ou com outras atividades relacionadas à ciências da computação, como robótica, desenvolvimento de games, entre outros, além de atividades que não utilizam propriamente um computador, conhecidas como “desplugadas”, mas que focam nas mesmas características. A outra, utilizada pelo pesquisador, é quando o Pensamento Computacional é estimulado com algumas metodologias específicas mediante disciplinas do ensino básico ou não, incluindo a matemática. Costa (2017) enfatiza o despertar dessas competências com a Resolução de Problemas. O autor analisa cerca de 100 questões que professores de sua região dizem serem trabalhadas em sala de aula como problemas e questões do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes), realizando um levantamento que mostra quais das 9 competências citadas anteriormente estão sendo desenvolvidas nos problemas e, a partir disso, cria um outro grupo de problemas que, além de enfatizar os conhecimentos necessários para o PISA, também desenvolve outras habilidades vinculadas ao Pensamento Computacional, que, segundo os indícios mostrados no trabalho, fortaleceram a capacidade de resolução de problema dos alunos.

O desenvolvimento do Pensamento Computacional também pode se relacionar com o desenvolvimento do raciocínio. Boucinha (2017) defendeu em sua tese duas hipóteses: “O ensino do Pensamento Computacional melhora a capacidade de raciocínio dos alunos” e “Existe uma correlação entre Pensamento Computacional e capacidade de raciocínio.” (BOUCINHA, 2017, p 13). Para verificá-las, o pesquisador aplicou um “Curso de Desenvolvimento de Games” com o Scratch em 4 diferentes turmas para alunos dos anos finais do ensino fundamental com o intuito de avaliar o desenvolvimento do PC. O autor utilizou o Teste de Pensamento Computacional criado por Roman (BOUCINHA, 2017) para analisar esse tipo de pensamento e a Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) para

analisar alguns tipos de raciocínios, como o Verbal, Numérico, Espacial, Abstrato e Mecânico. Após a análise dos dados, o pesquisador demonstra uma correlação entre o Pensamento Computacional e os tipos de raciocínio citados, reforçando a importância dos mesmos no desenvolvimento cognitivo dos alunos, pois:

na medida que o incremento do Pensamento Computacional favoreceu o desenvolvimento do Raciocínio Verbal, Raciocínio Abstrato e Raciocínio Mecânico, é possível concluir que a melhora na cognição do sujeito relacionada com a construção do Pensamento Computacional possa favorecer a aprendizagem de outros componentes curriculares (BOUCINHA, 2017, p 97).

Tendo em vista as potencialidades da Inteligência Artificial em áreas como economia, gestão, medicina e, como mostrado por Campos (2018), na educação, além das vantagens referentes ao desenvolvimento do que é caracterizado por Wing (2006) como Pensamento Computacional trazidas por Vieira (2018), Costa (2017) e Boucinha (2017), este trabalho pretende investigar como a inclusão de uma subárea de Inteligência Artificial conhecida como Machine Learning no ensino de matemática, de modo que, diferente do que vem sendo feito, ou seja, não como um modo de avaliar o aluno ou professor ou criar algum tipo de “tutor inteligente”, mas sim como uma ferramenta de ensino que possa ser produzida e utilizada pelos próprios alunos, pode auxiliá-los na construção do conhecimento matemáticos, como funções de uma ou mais variáveis, matrizes, plano cartesiano, entre outros. Além disso, a utilização de uma técnica de Machine Learning dependerá do uso da linguagem de programação, a qual utilizaremos o R, escolha feita devido a familiaridade dos pesquisadores envolvidos com a software. Além disso, trata-se de uma linguagem amplamente utilizada e de acesso gratuito.

Este trabalho procurará responder a seguinte pergunta: como o ensino e a utilização de uma técnica de Machine Learning no ensino básico pode possibilitar que os alunos aprendam e contextualizem conteúdos matemáticos e, ao mesmo tempo, desenvolvam o seu Pensamento Computacional? Para encontrar respostas, uma sequência didática será elaborada e aplicada em uma turma de ensino básico. Os principais recursos tecnológicos que serão utilizados são o Microsoft Office Excel para a construção e importação de planilhas com os dados que serão analisados e a linguagem de programação R para fazer essa análise e utilizar a técnica de Machine Learning denominada Regressão Linear. Em resumo, a Regressão Linear “é uma ferramenta útil para prever uma resposta quantitativa” (JAMES et al, 2013, p 59) que, ao aplicar algumas técnicas para analisar um conjunto de

dados também quantitativos, possibilita a criação um algoritmo que consiga prever algo sobre esses dados.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No ano de 2006 a pesquisadora Jeannette M. Wing, atual diretora do *Data Sciences Institute da Columbia University* e, naquele ano, professora de Ciências da Computação da *Carnegie Mellon University*, nos Estados Unidos, publicou um artigo denotado “*Computational Thinking: It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, no just computer scientists, would be eager to ler and use*” (WING, 2006, p 33), que trouxe o termo “Pensamento Computacional” (PC) de volta e defendeu algumas características e benefícios vinculados a ele. É evidente que os métodos computacionais nos deram a oportunidade de resolver alguns tipos de problemas que, provavelmente, ninguém seria capaz de resolver sozinho, assim, Wing (2006) apresentou o PC como um tipo de pensamento que abrange solucionar problemas, projetar sistemas e entender o comportamento humano por meio de conceitos fundamentais da ciência da computação. Após essa caracterização, outros pesquisadores acrescentaram que o PC também pode ser descrito como uma atividade mental que reformula um problema para que o mesmo admita uma solução computacional que possa ser realizada por humanos ou por máquinas, ou de forma mais geral, pela combinação entre os dois (NRC, 2010).

“A essência do Pensamento Computacional é a abstração” (WING, 2008, p 3717). Quando temos alguma ideia abstrata, ela pode não ter, necessariamente, uma forma organizada de modo que pudéssemos escrevê-la, por exemplo, como uma proposição matemática. Quando temos que escrever um algoritmo, seja em alguma linguagem de programação ou não, precisamos que essa ideia seja pensada de uma forma que possamos escrevê-la e o sistema possa ler passo-a-passo o procedimento para que, ao obter a entrada (input), possa produzir a saída desejada (output). “Abstrações são as ferramentas ‘mentais’ da computação” (WING, 2008, p 3718), assim, com o desenvolvimento do Pensamento Computacional, as nossas habilidades mentais podem ser melhoradas pelo fato de que temos que organizar as nossas ideias de forma que elas possam ser lidas por um computador. “O poder das nossas ferramentas ‘mentais’ é amplificado pelo poder das nossas ferramentas metálicas” (WING, 2008, p 3718), com isso, a organização das nossas

ideias abstratas é considerada a principal habilidade desenvolvida com o Pensamento Computacional, pois com ela podemos analisar, definir padrões e generalizar, capturando propriedades essenciais que são comuns a um conjunto de objetos, ideias, ações, etc., ocultando características que seriam irrelevantes entre eles.

Além da abstração, Wing (2006) defende que o desenvolvimento do Pensamento Computacional se relaciona com as habilidades que um cientista da computação utiliza quando está programando, mas a relevância está no fato de se pensar em diferentes níveis de abstração, sejam eles utilizados para programar um computador ou não. Além disso, cabe ressaltar que essas habilidades têm um potencial de auxiliar humanos a resolverem problemas pensando como um cientista da computação e não ‘pensando’ como um computador, mas que, ao estarmos equipados com computadores, “usamos a nossa inteligência para lidar com problemas que não ousaríamos enfrentar antes da era da computação” (WING, 2006, p 35). Assim, o Pensamento Computacional não se trata de um produto para que possamos utilizá-lo quando bem entendermos, mas sim de habilidades provenientes da ciência da computação que, ao serem desenvolvidas, nos capacitam para abordar e resolver problemas, sejam eles computacionais ou não.

Tratando-se de habilidades que auxiliam na resolução de problemas, o Pensamento Computacional está muito próximo do Pensamento Matemático pois “ambos estão profundamente relacionados com a abstração e o raciocínio” (NCR, 2010, p 33). Para Gerald Sussman, pesquisador do MIT que participou do workshop sobre Pensamento Computacional organizado pela *National Research Council of the National Academies* (NCR, 2010), o PC e o Pensamento Matemático possuem ambas uma linguagem que descreve precisamente algum “objeto” e também como fazer algo, características que são essenciais para um pensamento mais claro, o que as diferencia é que o matemático é mais sobre uma estrutura abstrata que possa ser representada, escrita, enquanto o computacional traz uma metodologia abstrata, uma ideia, uma forma de pensar que pode ser desenvolvida e aperfeiçoada.

O Pensamento Computacional também é discutido na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sendo definido como uma habilidade que “envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;” (BRASIL, 2018, p 474).

METODOLOGIA

Essa pesquisa terá um caráter qualitativo pois relaciona-se com algumas das características que Bogdan e Biklen (1994) definem para essa área, como a minha frequência que se dará nas aulas às quais estarei como pesquisador observando-os e coletando dados que, em grande parte, serão de material descritivo, como transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, documentos que registrem as atividades realizadas pelos alunos, entre outros. Esses diferentes procedimentos para a coleta de dados foram escolhidos como uma forma de dar mais credibilidade a pesquisa, considerando o que alguns autores citados por Borba e Araújo (2018) denominam como *triangulação*, ou seja, a utilização de vários e distintos procedimentos para a obtenção de dados. Além disso, é importante ressaltar que os participantes da pesquisa serão alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública estadual do estado do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>>. Acesso em: 10 nov. 2019
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.
- BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L. (orgs.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.
- BOUCINHA, R. M. **Aprendizagem do pensamento computacional e desenvolvimento do raciocínio**. 156 F. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Centro de Assuntos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- COLPO, R. A.; FARIA, A. U.; MACHADO, A. F. **O ensino de física no ensino médio intermediado por programação em linguagem Python**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, 2015. Águas de Lindóia, SP. 2015.
- CAMPOS, L. F. A. A. **Inteligência artificial e instrumentalização digital no ensino**: a semiformação na era da automatização. 208 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) - Faculdade de Ciências e Letras, Unesp, Araraquara, 2018.
- COSTA, E. J. F. **Pensamento computacional na educação básica**: uma abordagem para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática. 156 F. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

DALLA VECCHIA, R. **Relações possíveis entre Big Data e Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática.** In: Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática, 8, 2018, Cascavel.

GAYESKI, R. G. **Big Data e Educação Matemática:** algumas aproximações. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

JAMES, G. WITTEN, D. HASTIE, T. TIBSHIRANI, R. **An Introduction to Statistical Learning:** with Applications in R. New York: Springer, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking.** Washington: National Academies Press, 2010.

PAPERT, S. **Logo:** computadores e educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, S. **A máquina das crianças:** repensando a escola na era da informática. Ed. Ver. Porto Alegre: Artmed, 2008.

VIEIRA, M. F. **Pensamento Computacional com Enfoque Construcionista no Desenvolvimento de Diferentes Aprendizagens.** 182 f. Tese (Doutorado em Educação). Curso de Mestrado Acadêmico em Educação. Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2018.

VILA, A.; CALLEJO, M. L. **Matemática para aprender a pensar:** o papel das crenças na resolução de problemas. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

WING, J. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. Disponível em: <<http://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2018.

WING, J. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.

WING, J. Computational thinking - What and why? **The Link Magazine**, Spring. 2011