

## Uma abordagem sob a perspectiva da teoria de modificabilidade cognitiva estrutural e a experiência de aprendizagem mediada por meio do uso da inteligência artificial

---

ALEXANDRE CÉSAR FELÍCIO<sup>1</sup>

GABRIEL LOUREIRO DE LIMA<sup>2</sup>

### Resumo

*A presença da Inteligência Artificial (IA) se tornou difusa em todos os segmentos da sociedade. O objetivo deste artigo é discutir a utilização da IA para potencializar o processo de aprendizagem dos estudantes, colocando em debate o modelo de sala de aula segundo o qual o aluno precisa se adaptar ao currículo ao invés do trabalho em sala de aula levar em consideração as necessidades do estudante. Entretanto, o uso da IA, feito de forma isolada, não contempla todas as necessidades de uma aprendizagem focada no estudante, pois não considera os fatores emocionais que influenciam a efetividade do processo. Assim sendo, a principal razão deste artigo é levantar a hipótese de que a intersecção entre um modelo utilizando a IA e a mediação do professor - feita sob a premissa de este deve acreditar que os estudantes são capazes de aprender - pode impactar o sucesso na aprendizagem da Matemática.*

**Palavras-chave:** *Aprendizagem mediada; Inteligência artificial; Educação matemática.*

### Abstract

*The presence of Artificial Intelligence has become widespread in all segments of society. The purpose of this article is to discuss the use of machine learning algorithms - an area of artificial intelligence - to enhance the students' learning process, putting into question the Prussian classroom model, according to which the student needs to adapt to the resume. However, the use of machine learning, done in isolation, does not cover all the needs of student-focused learning, as it inhibits the emotional factors that influence the effectiveness of the process. Therefore, the main reason for this article is to hypothesize that the intersection between a machine learning model and teacher mediation - made under the premise that the teacher must believe that students are capable of learning - can impact success in math learning.*

**Keywords:** *Mediated learning; Artificial intelligence; Math Education.*

---

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PEPG em Educação Matemática – e-mail: alexcesar70@gmail.com

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PEPG em Educação Matemática – e-mail: gllima@pucsp.br

## Introdução

Os primeiros projetos de Inteligência Artificial (IA) no campo da Educação Matemática apareceram no início dos anos setenta. Como destacam Balacheff e Kaput (1997), em 1973 em sua tese de doutorado em Engenharia Eletrônica (especialização em sistemas homem-máquina), o americano Ralph Kimball propôs um modelo teórico para a construção de um tutor assistido por computador tendo o foco os métodos de integração do Cálculo Diferencial e Integral.

Já no início dos anos noventa o número de projetos dirigidos especificamente à Educação cresceu bastante, ainda com substancial falta de atenção ao papel do professor na qualidade da aprendizagem. A este respeito, Balacheff e Kaput (1997, p. 12) destacam que “devido a um foco inicial no projeto de máquinas autônomas, as aplicações de IA mostraram uma falta quase universal de atenção ao papel do professor”. Salientam ainda que “outra característica das abordagens tradicionais da IA são duas separações: (1) entre “conteúdo” e heurística, e (2) entre as estruturas de controle/inferência e a interface relacionada ao conteúdo” (Idem). Para os autores, “na Educação Matemática, não só o professor é indispensável, mas também estas distinções são igualmente problemáticas” (BALACHEFF; KAPUT, 1997, p. 2).

Desde 1984, com a publicação do artigo *The 2 Sigma Problem* (BLOOM, 1984), que se baseou nas teses de doutorado de Anania (1982) e Burke (1984), que, por sua vez, averiguaram que o desempenho de estudantes que passaram por tutoria personalizadas ficou dois desvios-padrão acima do desempenho dos alunos do grupo de controle, têm-se estudado meios de oportunizar aos alunos maneiras de maximizar seu potencial. Sendo assim, pode-se inferir que o fracasso no processo de aprendizagem deve ser visto mais como falta de oportunidade do que uma condição determinada pela falta de recursos cognitivos dos estudantes.

Dessa maneira, neste trabalho partimos do pressuposto de que os estudantes são capazes de modificar plasticamente sua estrutura cognitiva e construir seu conhecimento, no que se refere aos aspectos epistêmicos e psicológicos. Assim, buscamos com esse artigo apresentar uma proposta de pesquisa assumindo o uso da IA na ação mediada pelo professor, subsidiada pela Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural de Reuven Feuerstein e seus colaboradores, durante o processo de aprendizagem do estudante na disciplina de Matemática.

Para tanto, utilizar-nos-emos de um estudo empírico a ser desenvolvido com estudantes da Educação Básica considerados de alta vulnerabilidade social, habitantes de um município satélite da cidade de São de Paulo. Como premissa inicial assumimos como *design* da pesquisa a coleta de informação por meio de gravações, entrevistas e anotações do pesquisador em campo, bem como atividades avaliativas, as quais serão construídas a partir da Teoria Cognitiva Comportamental. Buscamos com esta pesquisa contribuir com a Educação Matemática por meio do uso da IA.

## 1 Aspectos teóricos

Com os avanços dos algoritmos de IA, os quais são capazes de detectar padrões de comportamento em bilhões de informações processadas, vislumbra-se a possibilidade de se criar caminhos alternativos que possam ser aplicados no campo educacional. Nesse sentido, propomos inicialmente um *Modelo de Aprendizagem Supervisionada na Educação*, o qual chamaremos nesta pesquisa de MASE.

Assumimos como hipótese neste trabalho que esse modelo será capaz de fornecer aos professores informações a respeito do processo de aprendizagem de seus estudantes a fim de que a efetiva mediação seja planejada. Neste ponto, diferenciamos o objetivo deste estudo daquele que pressupõe a simples utilização de um algoritmo como fator desencadeador de modificabilidade cognitiva, pois é a união do humano com a tecnologia que pode impulsionar a aprendizagem, como discutiremos mais adiante. Assumimos a aceção de *modificabilidade cognitiva* de Feuerstein, Feuerstein e Falik (2014, p. 34), para os quais este termo diz respeito à capacidade de “uma pessoa adquirir por si mesma não apenas quantidades de conhecimentos ou habilidades, mas também novas estruturas cognitivas, pelas quais novas áreas previamente não incluídas no conjunto de conhecimentos e habilidades são abertas”. Para os mencionados autores, é necessário assumir a premissa de que “o aluno é um ser modificável que é capaz de mudar de acordo com sua vontade e decisões” (p. 33). Os autores afirmam que:

esta habilidade única de um aluno ou adulto se modificar existe como opção. Enfatizamos a palavra opção porque nos lembra de que nem todos realizam esta habilidade. Existe como possibilidade; para realizar isto, um investimento de esforço e recursos é requerido. Mas a opção existe para todos os indivíduos, quem quer que sejam, mesmo quando barreiras ou obstáculos estão no caminho de sua implantação

Entendemos que o MASE pode trazer ao docente recursos relevantes para sua mediação em sala de aula. Isto é, ao tratar as informações e gerar conhecimento útil ao professor, o MASE o possibilita para o exercício do papel de mediador, cuidando para que cada aluno receba tarefas e desafios de acordo com o diagnóstico feito tanto pelo Modelo, quanto por conhecimentos gerados pela mediação do professor e inseridos no sistema. Outro ponto importante do MASE e que aqui cabe destaque diz respeito à identificação de conhecimentos prévios fundamentais ainda não devidamente consolidados e, a partir de então, a sugestão de trilhas de aprendizagem personalizadas para os estudantes ou para pequenos grupos de estudantes que tenham o mesmo perfil identificado.

O primeiro ponto a ser abordado na utilização da IA em sala de aula deve responder às seguintes questões: o algoritmo será modelado segundo qual abordagem pedagógica? Será utilizada uma existente ou deverá ser criada uma abordagem, levando-se em conta fundamentos específicos que podem contribuir para otimizar o processo?

Alguns modelos já foram criados fazendo uso da zona de desenvolvimento proximal, intercalação de conteúdos, prática distribuída, teoria da carga cognitiva, dentre outros. A escolha de uma teoria para dar forma ao modelo influencia diretamente as intervenções do algoritmo durante o processo de aprendizagem dos estudantes. É importante salientar que a relação entre o modelo e a teoria pode levar à explicação dos fenômenos ligados à aprendizagem.

Desta forma, um modelo eficiente baseado no uso da IA deve compreender dois aspectos iniciais, a saber: (i) preditivo - prever os possíveis obstáculos futuros de aprendizagem dos estudantes e (ii) adaptativo - recomendar trilhas de aprendizagem personalizadas capazes de minimizar obstáculos diagnosticados.

As duas funções do modelo - preditiva e adaptativa - são continuamente retroalimentadas com informações coletadas pela utilização do sistema feita pelo estudante e por dados inseridos pelo professor, provenientes de sua mediação. A cada resposta dada, o sistema ajusta as tarefas e desafios oferecidos aos alunos, de acordo com os objetivos pré-estabelecidos, alimenta seu sistema de diagnóstico e ajusta a trilha de aprendizagem dos estudantes.

Pode-se inferir que, no âmbito da dinâmica acima citada, o MASE funcionará como um programa contínuo de avaliação formativa, subsidiando o professor com novos

conhecimentos a respeito dos estudantes, e objetivando incrementar seu trabalho pedagógico.

Um dos grandes benefícios do MASE será o de identificar conhecimentos prévios que apresentam defasagem nos estudantes. Na realidade brasileira, na qual apenas 6% dos estudantes terminam o Ensino Médio com aprendizagem adequada em Matemática<sup>3</sup>, identificar conhecimentos prévios mal construídos e ter ferramentas de intervenção individual para minimizá-los é essencial para evitar que o desconhecimento de conceitos fundamentais se acumule ao longo da jornada de aprendizagem, levando ao sentimento de inaptidão dos alunos e criando barreiras emocionais impeditivas do sucesso do estudante.

Assim, é possível vislumbrar que a utilização do MASE respeita, inicialmente, o estágio de desenvolvimento cognitivo de cada aluno, colhendo dados, ajustando trilhas e oferecendo sugestões ao professor a fim de criar oportunidades de sucesso para que os estudantes desenvolvam sentimento de competência, essencial para o despertar da motivação para aprender.

O papel do conhecimento prévio no processo de construção de novos conhecimentos, os quais podem ser científicos, e sobre as continuidades e rupturas na construção do conhecimento, é citado tanto na Teoria dos Campos Conceituais de (VERGNAUD, 1996, apud MOREIRA, 2002) quanto na Teoria da Aprendizagem Significativa, Moreira (2002). Nesse sentido, segundo Moreira (2002), é preciso identificar sobre quais conhecimentos prévios o aluno pode se apoiar para novas aprendizagens.

Nesse sentido, o MASE pressupõe que cada aluno fará uso individual de um dispositivo no qual os objetos de aprendizagem estejam à sua disposição, selecionados e adaptados às suas necessidades. Assim, o desenvolvimento cognitivo é um processo dinâmico, pois há interação constante entre novos e velhos significados, e ordenado, visto que proporciona uma estrutura cognitiva cada vez mais organizada hierarquicamente. (MOREIRA, 2002).

Em linhas gerais, a função principal do MASE é aproximar-se do que pode se considerar um tutor individual para os alunos, com objetivos definidos, dentre os quais podemos citar: (i) ajustar as trilhas de aprendizagem de acordo com os diagnósticos realizados, (ii) prever possíveis dificuldades futuras e minimizar as falhas de conhecimentos prévios mal

---

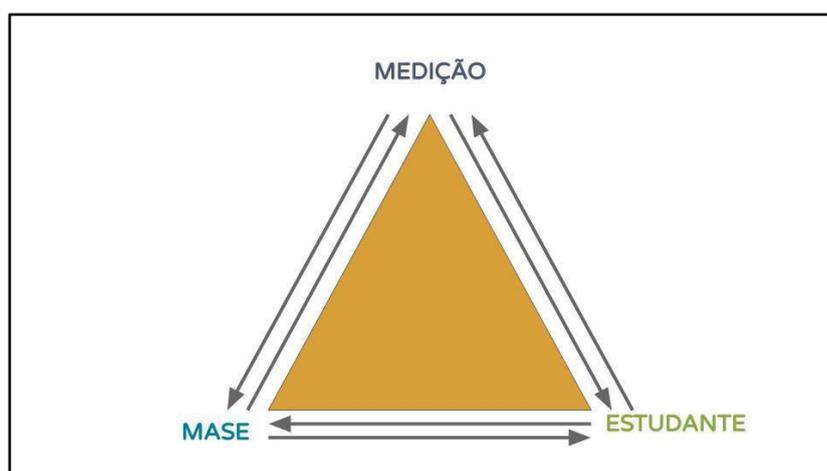
<sup>3</sup> Conferir no site <https://www.qedu.org.br/brasil/aprendizado>.

construídos, (iii) oferecer informações diversas ao professor e (iv) consolidar dados coletados em relatórios. Além disso, necessita de dois tipos de informação: a) muitos dados para aumentar sua acurácia; b) objetivos pré-definidos por um ser humano.

Diante disso, pode-se inferir que, quanto maior for a utilização por parte dos estudantes e professores, mais assertivo o MASE se tornará, num ciclo de ajustes e melhoria, que podem se tornar contínuas, a depender da qualidade dos objetos de aprendizagem disponibilizados. Então, o modelo MASE buscará, em seu sentido mais amplo, identificar uma função que permita que seu modelo estatístico possa ser generalizado ao se deparar com dados similares. A busca por padrões entre milhões de dados coletados é a grande vantagem de utilização do MASE, muitas vezes impraticável para o professor e suas muitas dezenas de alunos.

O refinamento do algoritmo pode permitir não somente dar suportes assertivos aos objetivos de aprendizagem dos estudantes, mas também desenvolver um modelo que seja capaz de compreender como a aprendizagem ocorre, otimizando o desenvolvimento de materiais didáticos, tanto físicos quanto digitais. Quando o MASE passa a fazer parte da rotina de aprendizagem dos estudantes, o professor fica liberto para exercer o papel de mediador, agora de posse de um conhecimento enriquecido pela interação Aluno-MASE, como discutiremos a seguir.

**Figura 1** – Fluxo dinâmico na mediação via MASE.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A mediação, analisada sob a ótica de Feuerstein, Feuerstein e Falik (2014) é um momento de interação entre *mediador* e *mediado*, no qual as estruturas cognitivas do segundo são modificadas. Os autores afirmam que a habilidade do cognitivo de um aluno se modificar

é uma opção, pois exige dele investimento de esforço e recursos, pois mudar envolve riscos, o medo de dar errado. O pressuposto básico para uma mediação eficiente é a *crença* que o mediador deve ter na modificabilidade do mediado. Conforme pontuam Feuerstein, Feuerstein e Falik (2014), embora o termo *crença* possa parecer estranho em um contexto científico, assume-se de fato, nas palavras do autor, uma '*expressão de fé*'.

Deve haver uma necessidade, uma necessidade que gerará a crença na modificabilidade humana. Preciso ter a necessidade para que meus alunos e aqueles com os quais estou engajado alcancem potenciais mais altos de funcionamento. Esta necessidade me energiza para agir e motiva minha fé (crença) de que existem alternativas positivas, eficientes e significativas a serem encontradas, pelas quais lutar para que esta fé venha a ser realidade (FEUERSTEIN; FEUERSTEIN; FALIK, 2014, p. 33).

Segundo os mesmos autores, a expectativa de uma mudança positiva e o desejo do mediador de impulsionar a mudança são os fatores que mantêm um engajamento positivo e otimista e estimulam a mudança, mesmo quando regressões ou falta de mudança tenham sido experimentadas. O mediador deve ter a necessidade de que seus alunos e demais pessoas com quem interage atinjam seu potencial mais alto de funcionamento.

Porquanto discutido, fica-nos evidente que alcançar os níveis mais altos da capacidade cognitiva dos estudantes vai além do que os algoritmos podem fazer sozinhos. É preciso considerar que o ser humano é, em sua essência, um ser vivo emotivo e que a influência dos sentimentos sobre o funcionamento cerebral é imensa, conforme o proposto por Damásio (2004), já que sua manifestação no cérebro constitui o marco de referência, no qual se elabora o pensamento. Podemos acrescentar, com Damásio, que os sentimentos têm a última palavra no que se refere à maneira como o cérebro se ocupa de suas tarefas, em especial a cognição. Dehaene (2020) reforça o poder da emoção na aprendizagem ao afirmar que as emoções negativas esmagam o potencial de aprendizagem do nosso cérebro, enquanto um ambiente livre do medo de errar é capaz de reabrir os portões da plasticidade neuronal.

Assim sendo, o papel do professor mediador na construção de uma relação rica do ponto de vista afetivo é de vital importância para que os objetivos de uma educação integral sejam atingidos. O que propomos é que esta mediação humanizada por parte do professor seja subsidiada e enriquecida com o conhecimento gerado pelo MASE.

As tendências existentes na área da Educação propagam a ideia de que as habilidades são inatas e não modificáveis. São objetos herdados já com uma quantidade certa e pré-definida. Sob esta ótica, seres humanos não podem ser modificados, a não ser numa medida periférica. A forma como o indivíduo funciona e toma decisões estaria ligada à sua herança genética e pouco pode ser feito para mudar este fato.

No entanto, contrapontos a esta concepção têm ganhado força à medida em que os estudos da Neurociência aplicada à Educação avançaram nos últimos trinta anos. Sabe-se hoje que a plasticidade neuronal permite que o cérebro seja remodelado e regenerado ao longo da vida.

Assim, segundo Feuerstein et al (2014), a capacidade e a disposição em aprender Matemática (ou qualquer outro conhecimento) estão diretamente ligadas às oportunidades que o estudante recebe para remodelar suas estruturas neuronais e não têm em sua herança genética um marcador determinístico de provável sucesso escolar.

Portanto, a inteligência não pode ser apresentada como um fator estático que permanecerá inalterado, independente dos estímulos que o estudante venha a receber. Esta visão estática implicaria que crianças com dificuldades de aprendizagem deveriam ser aceitas como são, sem oportunidade de tentar superar suas limitações. Ora, a validação desta afirmação anularia a razão da existência de qualquer mediação ou planejamento pedagógico (KANIEL; FEUERSTEIN, 1989). E, como já ressaltado, para a mediação funcionar é preciso que o professor-mediador acredite na modificabilidade de seus alunos.

As teses de doutorado de Anania (1982) e Burke (1984) citadas por Bloom (1984) trazem comparações entre o desempenho de alunos sob diversas condições de instrução, e os resultados repetidamente apontaram que alunos sob regime de tutoria individual superaram o desempenho do grupo de controle em dois desvios-padrão.

Tal fato evidencia-nos que a grande maioria dos estudantes tem potencial de atingir um nível superior de aprendizagem, faltando-lhes oportunidades adequadas. Passadas quase três décadas desde que este estudo foi publicado, proponho refletirmos se o uso da tecnologia - mais especificamente da IA, aliado a uma mediação humanizada, pode criar as condições necessárias para que cada estudante alcance seu potencial máximo.

## 2 Aspectos procedimentais

A contribuição mais evidente do MASE para o professor mediador são as informações que podem ser gerados a partir da transformação dos dados coletados em conhecimento que tenha valor para o planejamento da mediação. O MASE deve municiar o professor mediador com relatórios, recomendações e sugestões, com a finalidade de criar oportunidades de sucesso para os estudantes, assim como desafiá-los a elevar seu nível cognitivo.

Assim, faz-se necessário que o professor mediador reconheça que os processos de aprendizagem dos alunos podem se encontrar em estágios de maturidade diferentes, conforme vimos notando há algumas décadas nas discussões em Educação Matemática.

O novo conhecimento precisa se ancorar num conhecimento já existente, mas se o MASE identifica que este conhecimento necessário à ancoragem ainda é incompleto e insuficiente, irá ajustar a trilha de aprendizagem do estudante para minimizar esta lacuna. Neste ponto, compete ao professor acompanhar o desenrolar das atividades recomendadas pelo MASE, assim como desenvolver oportunidades didáticas, na esfera da mediação, que deem conta de resolver os problemas apontados.

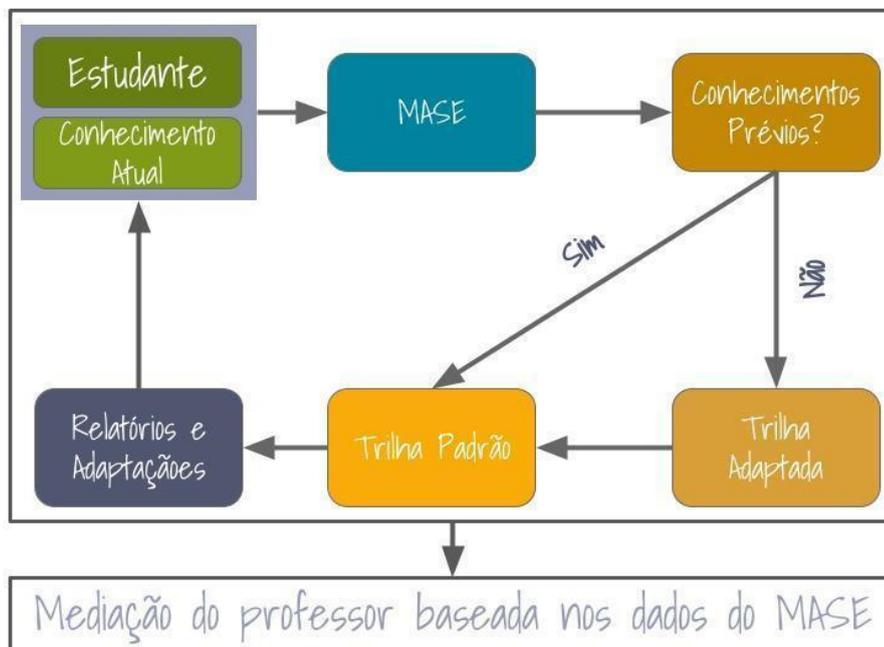
Um dos papéis essenciais do MASE é realizar avaliações formativas contínuas com o objetivo de diagnosticar o estágio de aprendizagem dos estudantes e recomendar adaptações para que os objetivos pré-definidos sejam atingidos.

O MASE, assim como o professor mediador, tratará os erros dos estudantes como fonte de informação valiosa, e não como pontos de pressão inibidores da interação. Tomemos o exemplo de um problema simples apresentado aos estudantes do quinto ano:  $2 \times 3 + 4 = ?$  As alternativas elaboradas pelo professor mediador e apresentadas pelo MASE eram as seguintes: a) 10 b) 14 c) 9 d) 24. Percebe-se que, neste caso em particular, elas foram elaboradas baseadas em alguns possíveis obstáculos de aprendizagem já pré-definidos. Vejamos: se o estudante marcar a alternativa *b*, o algoritmo infere que ele não reconhece a regra da ordem das operações, pois somou antes de multiplicar. As alternativas *c* e *d* informam ao sistema que o estudante não reconhece corretamente os sinais das operações matemáticas em questão.

Baseado nos dados coletados, o MASE pode encontrar os possíveis pontos de dificuldades dos alunos e relacioná-los com conhecimentos prévios necessários ainda mal construídos, sugerindo perguntas semelhantes com o objetivo de certificar-se de que

aquele conhecimento realmente está mal construído, para então promover sugestões e recomendações que alterem a trilha de aprendizagem do respectivo estudante, conforme o esquema abaixo.

**Figura 2 – Sistema MASE em ação**



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

O papel do professor mediador é encontrar nos erros oportunidades para replanejar suas aulas a fim de modificar as estruturas cognitivas de seus estudantes. As avaliações realizadas no MASE, vistas pelo mediador como momentos de aprendizagem, tanto para si como para o estudante, tem o potencial de enriquecer substancialmente a jornada de aprendizagem, tirando a pressão sobre os alunos de que seus erros serão vistos como irrecuperáveis ou que são determinantes em sua capacidade de aprender.

Ao procurar adaptar os momentos de interação com os alunos às suas reais necessidades, o professor mediador passa a mensagem de que as respeita o empenho do estudante em superá-las e acredita em seu sucesso. Emoções influenciam negativamente o potencial de aprendizagem do nosso cérebro, enquanto prover um ambiente livre do medo de errar é capaz de reabrir os portões da plasticidade neuronal (DEHAENE, 2020).

A Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural de Feuerstein está ancorada na modificabilidade das estruturas cognitivas, como já citado. Estas modificações são resultado de um processo lento e árduo, que requerem múltiplas oportunidades e

representações para que deem origem a uma duradoura aprendizagem. Esse mecanismo é muito presente na aprendizagem matemática.

Por exemplo, segundo Moreira (2002), na aprendizagem da subtração, o indivíduo somente compreende o processo desta operação quando a relaciona com a estrutura cognitiva em que estão armazenados os conceitos da adição. O mesmo ocorre posteriormente com a multiplicação e com os demais conceitos matemáticos. Para que o indivíduo domine o conhecimento é necessário tempo, experiência, maturidade e muitas oportunidades de agir sobre o conhecimento.

### **Considerações finais**

A aprendizagem mediada proposta neste artigo passa pela intersecção do humano e da IA. Um sistema inteligente, capaz de coletar e tratar informações, transformando-as em informações para os professores, pode tornar a mediação mais eficiente e assertiva.

O uso da tecnologia em sala de aula tem se disseminado no Brasil e no mundo, mas o que precisa ser levado em consideração é que os estudantes necessitam da afetividade da mediação humana, feita num ambiente emocionalmente saudável, para construir seu sentimento de competência e a motivação para aprender. Estes são fatores eminentemente oriundos da interação humana, que nenhum algoritmo será capaz de substituir.

Cabe ao professor mediador explorar o que a inteligência artificial é capaz de fazer melhor do que qualquer ser humano: identificar padrões dentre milhões de dados coletados, aprender com os alunos e recomendar trilhas de aprendizagens individualizadas para todos seus alunos, dando-lhes a oportunidade de estudarem sob uma tutoria personalizada, tanto no meio digital, quanto na mediação proposta pelo professor.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro dado à pesquisa via projeto de mestrado, bem como à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

## Referências

- BALACHEFF, N.; KAPUT, J. Computer-based learning environment in mathematics. Alan Bishop. *International Handbook of Mathematics Education*, Kluwer Academic publisher, pp.469-501, 1997. fahal-01775249.
- BLOOM, B. The 2 sigma problem: the search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4-16. 1984.
- DAMÁSIO, A. **Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- DEHAENE, S. *How we learn*. United States: Viking, 2020.
- EMMANOUIL, S., & GEORGIOS, B. Mediated learning experience and its role in teaching fractions to pupils with learning difficulties. *International Journal of Learning and Teaching*, 10(2), 158–165. <https://doi.org/10.18844/ijlt.v10i2.3410>. 2018.
- FEUERSTEIN, R.; FEURSTEIN, R.S.; FALIK, L.H. **Além da Inteligência**. São Paulo: Editora Vozes, 2014.
- KANIEL, S.; FEUERSTEIN, R. Special Needs of Children with Learning Difficulties, *Oxford Review of Education*, 15:2, 165-179, 1989. DOI: [10.1080/0305498890150205](https://doi.org/10.1080/0305498890150205)
- MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*. V7(1), pp. 7-29, 2002.