

Pressupostos epistemológicos para aprender matemática: uma análise entre Paulo Freire e a neurociência cognitiva

Epistemological assumptions for learning mathematics: an analysis between Paulo Freire and cognitive neuroscience

Presupuestos epistemológicos para el aprendizaje de las matemáticas: un análisis entre Paulo Freire y la neurociencia cognitiva

Hypothèses épistémologiques pour l'apprentissage des mathématiques : une analyse entre Paulo Freire et les neurosciences cognitive

Daniela Jéssica Veroneze¹

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Frederico Westphalen

Doutora em Educação

<https://orcid.org/0000-0002-5500-4733>

Arnaldo Nogaro²

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim
Doutor em Educação

<https://orcid.org/0000-0003-0517-0511>

Resumo

O artigo tem como objetivo evidenciar os pressupostos basilares para aprender matemática em qualquer nível, analisando os pressupostos epistemológicos de Freire e da neurociência cognitiva. Sua metodologia é qualitativa e bibliográfica, usando como principais autores Paulo Freire (1996, 2022, 2020, 2005, 2001, 1967, 2024a, 2024b), Dehaene (2016, 2022) e Cosenza e Guerra (2011). Interpreta-se que os principais pressupostos epistemológicos são: pensar-pensamento, conhecimento, linguagem-comunicação, emoções-sentimentos, funções executivas, motivação e práxis e consciência. Depreende-se a partir das convergências que a educação matemática é uma área complexa, encontrando tensão entre o conhecimento inato, o aprendido, o técnico e o político.

Palavras-chave: Pressupostos epistemológicos, Neurociência cognitiva.

¹ E-mail: danielajessicav@gmail.com

² E-mail: narnaldo@uricer.edu.br

Abstract

The article aims to highlight the basic assumptions for learning mathematics at any level, analyzing the epistemological assumptions of Freire and cognitive neuroscience. Its methodology is qualitative and bibliographic, using as main authors Paulo Freire (1996, 2022, 2020, 2005, 2001, 1967, 2024a, 2024b), Dehaene (2016, 2022) and Cosenza and Guerra (2011). It is interpreted that the main epistemological assumptions are: thinking-thought, knowledge, language-communication, emotions-feelings, executive functions, motivation and praxis and consciousness. It can be inferred from the convergences that mathematics education is a complex area, finding tension between innate, learned, technical and political knowledge.

Keywords: Epistemological assumptions, Cognitive neuroscience.

Resumen

El artículo pretende destacar los supuestos básicos para el aprendizaje de las matemáticas en cualquier nivel, analizando los presupuestos epistemológicos de Freire y la neurociencia cognitiva. Su metodología es cualitativa y bibliográfica, utilizando como autores principales a Paulo Freire (1996, 2022, 2020, 2005, 2001, 1967, 2024a, 2024b), Dehaene (2016, 2022) y Cosenza y Guerra (2011). Se interpreta que los principales supuestos epistemológicos son: pensamiento-pensamiento, conocimiento, lenguaje-comunicación, emociones-sentimientos, funciones ejecutivas, motivación y praxis, y conciencia. Se puede inferir de las convergencias que la educación matemática es un área compleja, que encuentra tensión entre el conocimiento innato, aprendido, técnico y político.

Palabras clave: Supuestos epistemológicos, Neurociencia cognitiva.

Résumé

Cet article vise à mettre en évidence les hypothèses fondamentales de l'apprentissage des mathématiques à tous les niveaux, en analysant les postulats épistémologiques de Freire et des neurosciences cognitives. Sa méthodologie est qualitative et bibliographique, avec comme auteurs principaux Paulo Freire (1996, 2022, 2020, 2005, 2001, 1967, 2024a, 2024b), Dehaene (2016, 2022) et Cosenza et Guerra (2011). Les principaux postulats épistémologiques sont : la pensée, la connaissance, le langage et la communication, les émotions et les sentiments, les fonctions exécutives, la motivation, la praxis et la conscience. Ces convergences permettent de déduire que

l'enseignement des mathématiques est un domaine complexe, en tension entre les savoirs innés, acquis, techniques et politiques.

Mots-clés : Hypothèses épistémologiques, Neurosciences cognitives.

Pressupostos epistemológicos para aprender matemática: uma análise entre Paulo Freire e a neurociência cognitiva

Introdução

Questões culturais estruturam-se, em meio às questões biológicas/fisiológicas, para predispor diferenças entre humanos e animais, que, mesmo possuindo semelhanças encefálicas, tornam-se desiguais especialmente quando trata-se de aprendizagem. Para Nicolelis (2020), ocorre que os seres humanos, diferente dos animais, por aprenderem por imitação, em um primeiro momento, em que o processo de imitar não se vincula apenas ao resultado final, mas à atenção que se dá ao desenvolvimento e ao desdobramento da imitação; enquanto para os animais aprender se faz por intermédio da emulação em que os atos finais de recompensa são devotados. Nesse sentido, o ser humano não é apenas o receptor das ideias e dos conteúdos de outros, como um acomodado e dócil às situações, em que é ensinado para repetir exatamente seu educador; ele é, portanto, um ser que, em sua análise, precisa abrir-se ao processo crítico e aos fins pelos quais imita, tendo em vista a compreensão, a criação, a transformação e a curiosidade que o envolve (Freire, 2020, 2022). Isso ocorre, de acordo com Dehaene (2022), porque o ser humano, com sua historicidade, se torna um ser cultural e social para o qual aprender se faz de dois modos distintos, mas não dicotômicos, a saber: pela curiosidade e descoberta, dada de maneira ativa testando suas hipóteses (1); ou pela influência de outros seres humanos, de maneira mais receptiva, diante da confiança do saber dele e de suas experiências de vida, influenciadas por questões sociais (2).

Os processos de evolução do corpo, do encéfalo e da cultura, proporcionaram diferenças de ordem celular nas regiões do cérebro que, mutuamente, mudaram a forma de agir e construir o mundo. Considera-se que as aprendizagens são os resultados das mudanças ocorridas no processo de aprender, em que aprender é a mudança em si, implicando em um referencial comparativo entre os tempos de ocorrência (Andrade; Silva, 2005). Entende-se que é por meio dessa busca, diante de uma miríade de possíveis ajustes do modelo interior, que se projeta em correspondência ao estado do mundo exterior, fazendo-se pela seleção de modelos simples, que os dados são combinados para serem conservados (Dehaene, 2022). Se o que foi aprendido foi conservado pelo organismo, mecanismos recursivos entram em cena e podem referenciar a conduta aprendida a ser conservada pela memória (Andrade; Silva, 2005). Cabe, portanto, para além das consolidações neurofisiológicas,

entender que aprender é a mudança estrutural biologicamente feita entre o conhecer e o recordar, que permite ser expressa por resultados comportamentais como decorrentes dessa mudança. Mudanças estas que estabelecem a transformação daquilo que foi apreendido em reinvenção e aplicação a situações existenciais concretas, oriundas de contradições próprias do seu mundo, para não apenas adaptar-se à realidade, mas também para intervir nela (Freire, 2022, 1996). Traduz-se em diferentes formas de ler e reler o mundo, na possibilidade de transformá-lo (Freire, 2001).

Salienta-se, com base nas leituras sobre neurociência cognitiva e de Freire, que as aprendizagens se dão por diferentes vias sensoriais e se estabelecem conforme configurações preliminares em condutas recursivas. As humanas, em especial, denotam a necessidade da atenção, da memória, da consciência, da percepção, da linguagem, das motivações e curiosidades, e são influenciadas por emoções e sentimentos, podendo ser evocadas e consolidadas em comportamentos inteligentes e conscientes.

Maturana e Varela (2001) designam que as aprendizagens podem ser inatas e/ou aprendidas. De acordo com os autores, os fenômenos comportamentais são relacionais diante daquilo que se percebe entre organismo e meio. Desse modo, certas estruturas não dependem das particularidades históricas de interação, as quais são consideradas como geneticamente determinadas, sendo que os comportamentos são instintivos, como o caso da sucção de bebês logo após o nascimento. Do contrário, como salientam Maturana e Varela (2001), outras estruturas mais complexas precisam ser aprendidas para permitirem que certas condutas se desenvolvam, necessitando da interação como forma de condutas ontogenéticas, como o caso de correr, falar... Ambos os tipos são considerados como qualidades comportamentais e são indistinguíveis, no que se refere ao sistema nervoso, em sua natureza e realização, podendo-se somente classificá-las enquanto acesso à história estrutural.

Desenvolvem-se por meio da recalibragem, que funciona como tentativa e erro, comparando aquilo que se objetivou com aquilo que se inferiu, decompondo o problema da aprendizagem em um modelo hierárquico de níveis, vendo regularidades em escalas cada vez mais amplas; isto é, na avaliação dos resultados (Dehaene, 2022). Para tanto, precisa-se buscar fazer comparações, duvidar, ter incertezas, aceitar e entender os erros, a contradição, dando sentido à situação problematizada, para abrir caminho à compreensão do objeto/situação e de sua análise (Freire, 1996, 2022). Processa-se em diferentes regiões cerebrais em que formulações de hipóteses são feitas e mandadas a

outras regiões, desencadeando uma troca de mensagens que as veicula para entender o mundo exterior (Dehaene, 2022). Além disso, elas entram em contato com mensagens de baixo para cima, que se apresentam do mundo exterior para o confronto com o modelo da realidade, calculando erros possíveis entre o que se intuiu e o que foi observado (Dehaene, 2022). Na ausência de erro, entende-se que aquele modelo estava correto; enquanto na sua presença ele sobe para a corrente mental e ajusta os parâmetros ao longo de seu processamento, convergindo a um modelo que se concilia com o mundo exterior (Dehaene, 2022).

Dehaene (2022) e Cosenza e Guerra (2011) exemplificam que para aprender são necessários alguns pressupostos. Dentre eles, é preciso especialmente atenção compartilhada, envolvimento, curiosidade e motivação, compreensão de erros e ações a serem tomadas diante do aprendizado e consolidação com base na memória de longo prazo. Obviamente envolvem-se outros pressupostos, como a ideia de consciência e racionalidade, os estímulos necessários e as sensações, sentimentos e emoções congruentes. Para Dehaene (2022), são esses pressupostos, ocorrendo da mesma forma no cérebro, que permitem concluir: aprender acontece em todos os humanos, variando em bases de conhecimentos prévios, curiosidades e motivações distintas entre os sujeitos. Quer dizer, o que se modifica para efetivar a aprendizagem são as preferências e as significações dos sujeitos.

Aprender é um autocriticar-se em sentido avaliativo, buscando lógicas e hipóteses que conflituam com a realidade, em uma constante capacidade de prever as recompensas ou as punições (Dehaene, 2022). Quando se trata de educação e de aprendizagem que não estão em vias de conhecimento experiencial próximo, como o caso de algumas ciências e de abstrações mais rigorosas, entram em cena os espaços formais de aprendizagem, que não exime os menos formais – caso das famílias e sociedade como um todo – de se comprometerem com a educação mais crítica. Nelas, como aponta Freire (2022, 2020, 1996), o encontro e a interação entre os sujeitos dá a significação para o ser e o viver diante das relações estabelecidas entre sujeito-objeto, visado pelo conhecimento expressado pela linguagem e intervenção no mundo, em que se precisa indagar, problematizar e dialogar com o que se pretende ser aprendido. Tal significação reverbera fazendo ecos nas tempestades eletromagnéticas neurais que foram percorridas por outros cérebros que se constituíram antes e se fizeram históricos, demonstrando-se em expressões elaboradas de abstrações mentais que também foram, de algum modo, as subjetividades (Nicolelis, 2020).

Para Dehaene (2022) é por meio da educação formal que plasticidade e reciclagem neural se tornam prontamente desenvolvidas. Plasticidade é a capacidade de fazer e desfazer as ligações entre os neurônios como resultado de interações constantes com os ambientes externo e interno do corpo (Cosenza; Guerra, 2011). Reciclagem neural é o processo de reutilização de circuitos cerebrais para reaplicá-los a novas funções, permitindo que detalhes daquilo que é inato sejam aprimorados e abertos ao mundo exterior (Dehaene, 2022, 2016). Provocam mudanças de atitude, de criação, de ação e de ingerência dentro dos parâmetros de transição, desenvolvendo experiências de fazeres, de criticidade e de consciência (Freire, 1967).

Analogamente, exige mudança metodológica em que os ambientes educativos buscam maneiras de formar, que não se remetem somente ao treinamento do desempenho e da destreza, voltando-se para criar, recriar e construir a história, tornando-se efetiva, alegre e com capacidades científicas a serviço da mudança ou de sua lamentável permanência, as quais diversificam as experiências de aprendizagem (Freire, 1996, Dehaene, 2022).

O conceito de aprendizagem apresenta, tanto em Freire quanto na educação matemática e na neurociência cognitiva, semelhanças de sentidos. Analisa-se que nesses três campos aprender é gerar mudança de estados, seja interno ou externo, dado a partir da atenção e da interação com as informações que chegam, ajustando-se, associando-se e reformulando-se conforme as necessidades do conhecimento. Isto é, tem a ver com criação ou recriação perante o ato de conhecer e compreender a realidade que se fixa sobre as bases neurais. Aprender é, por isso, construção, interação, investigação, (re)descoberta, pensamento reflexivo, dedução, intuição, ação, comparação, abstração, concretude, linguagem, comunicação e diálogo.

Como o encéfalo/cérebro se projeta, evolutivamente, para aquilo que garante maior sobrevivência, autoaperfeiçoando-se e adaptando-se às distintas realidades e na utilidade da matemática para explicar o mundo, processou-a como fundamental a ponto de constituir redes neurais especializadas para ela, conforme destacado por Dehaene (2022, 2016), Cosenza e Guerra (2011) e Nicolelis (2020). Por isso, a capacidade de contagem está presente desde muito cedo em algumas espécies de animais, como os primatas. Essa capacidade, para o autor, especificamente nos animais e em bebês humanos muito pequenos, representa-se de duas formas: primeiro pelas suas capacidades de contar internamente sempre que algo externo instigar; e, segundo, porque essa forma de contagem é diferente da que se aperfeiçoa com a escolarização,

caracterizando-se como forma simplificada e sem signos para representar as coisas (Dehaene, 2016).

No cérebro, a matemática se projeta entre a articulação dos neurônios que se processam para elaborar abstrações, resultados de combinações entre o requintado acabamento cerebral e milhões de anos de seleções de ferramentas matemáticas (Dehaene, 2022). Projeta-se na presença humana em interação com o mundo, o que implica em criá-lo, transitando do suporte para o mundo e do mundo para a história (Freire, 1997). Esse aperfeiçoamento processou-se pelo enorme fluxo de informações sensoriais recebidas, desenvolvendo reações no organismo humano frente a um ambiente que se hostiliza e/ou se torna competitivo (Dehaene, 2016).

No entanto, é preciso compreender que a matemática se desenvolve na representação pré-existente das quantidades, refinando suas incorporações ou não na dependência da maturação dos cérebros, das culturas e das formas de educação proporcionadas (Dehaene, 2016; Nicolelis, 2020), intuindo uma forma matemática de estar no mundo (Freire, 1997). Ressalta-se que ela não se expressa somente por contagens e cálculos, estendendo-se às contribuições de sentidos de espacialidade e de representações do mundo que acabam por direcionar a humanidade a distintos caminhos.

É estabelecida em diferentes áreas cerebrais desde a infância, sendo independente das experiências sensoriais (Dehaene, 2020). Como resultado de diferentes experimentos, Dehaene (2022, 2016) indica que o processamento numérico está localizado, especificamente, na parte de trás do cérebro, bilateralmente, no lobo parietal, especificamente na parte horizontal do sulco intraparietal. Conforme o autor, o cérebro caracteriza a matemática como um conhecimento específico, que requer aparato neurológico próprio, interagindo com outras áreas do córtex para dar conta dos *inputs* informacionais.

Assim, aprender matemática poderia ser considerado como a construção e a reconstrução de circuitos mentais (abstratos) que, por meio da interação com e no mundo (concreto), permitem interpretá-lo e transformá-lo (concreto-abstrato). É também construir um campo do conhecimento, mutável pelas formas de interagir no/com o mundo, fazendo-se importante para a sobrevivência e para a transcendência, cuja expressão é dada por uma linguagem própria, construída quase que de maneira universal. É, como argumenta Freire (1997), uma forma e condição de estar sendo no e com o mundo.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo de metodologia qualitativa e bibliográfica é evidenciar os pressupostos basilares para aprender matemática em qualquer nível, analisando os pressupostos epistemológicos de Freire e da neurociência, encontrando suas congruências especializadas. Para tanto, o artigo está dividido em outras duas partes além desta introdução, a saber: pressupostos basilares para aprender matemática e considerações finais.

Pressupostos basilares para aprender matemática

Aprender matemática requer pressupostos basilares que se encontram intrinsecamente nos sujeitos ou de maneira exteriorizada. Analisando os pressupostos freirianos, da educação matemática e os da neurociência cognitiva, pode-se considerar convergências de relações basilares importantes para aprender e ensinar matemática, tendo como finalidade uma educação que seja problematizadora e libertadora, uma vez que, como aponta Dehaene (2022), aprender é, de maneira geral, a capacidade de representar o mundo em suas múltiplas vertentes. Nesse sentido, encontram-se convergências que interagem entre as práxis resultando em um ideal comum de correlacionamento, as quais partem dos quadros-resumo para colocarem-se em relação. Portanto, aprender matemática tem em suas bases os seguintes pressupostos: pensar-pensamento-reflexão-criticidade; conhecimento-memória-atenção-curiosidade-criação; linguagem-comunicação; emoções-sentimentos; e funções executivas-motivação-planejamento-decisão-práxis, que levam à tomada de consciência e à saída do suporte.

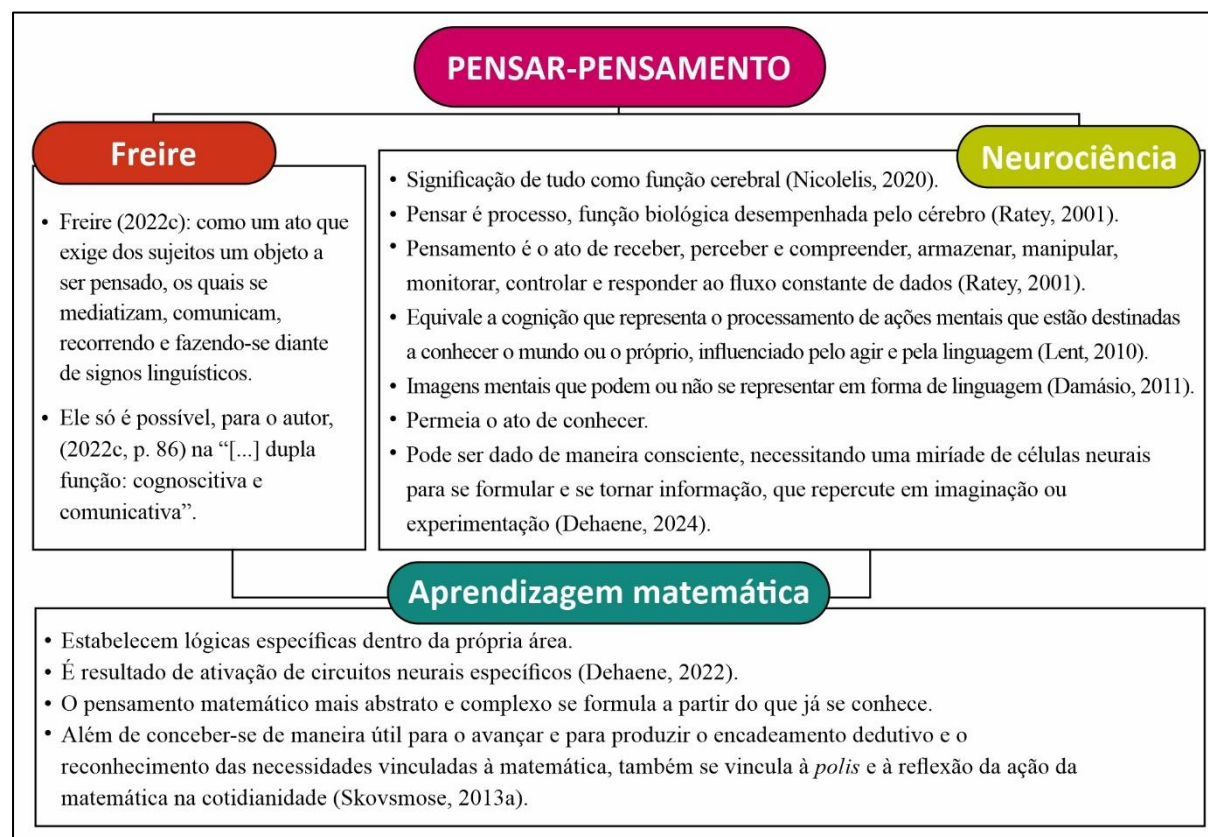
De maneira concreta, pensar é a ativação de circuitos neurais diante de informações. Quando se observa do ponto de vista mais aprofundado, pode-se estabelecer tipos de pensamento que, sistemicamente, podem ser apenas resultados das experiências (pouco conscientes) ou reflexões mais profundas sobre algo (relação lógica e abstrata dos motivos, aspirações, imaginação e criação). Influi sobre esses tipos de pensamento a atenção dada à informação interna, externa e concreta, a criação de padrões de pensamentos ou a sua transformação. Também é possível observar que o pensamento influi em comportamentos e na linguagem, desta forma como na criticidade que se coloca enquanto do pensar e do pensar certo (verificação interna de erro, veracidade e profundidade das interpretações, colocadas como fatores de comparação entre o que se sabe e o que se aprende para associar e reformular padrões) diante da experiência ou do conhecimento refletido. Com isso, o pensar e o pensamento encontram luz junto à prática e à comunicação que, quanto mais se atenta, reflete e

focaliza-se em seus motivos, circunstâncias e proposições, mais se aproxima da matemática crítica.

Para compreender o pensamento matemático avalizado pelo trabalho de Freire, da neurociência cognitiva e da aprendizagem matemática, elaborou-se a Figura 1 com representações de convergência.

Figura 1

Pensar-pensamento (Autores, 2025).



O pensamento voltado para a aprendizagem matemática se dá diante de uma lógica e de raciocínio específico que compelem em imagens e em linguagem adequada, encontrando suporte nos conhecimentos prévios e nos aprendizados que se modificam. Requer reflexão e criticidade para seu aprofundamento, reconhecendo não só a técnica, mas também a política e a ética que os influenciam. Na educação, o pensamento precisa se tornar cada vez mais metódico à medida que se parte dos conceitos de senso comum, das experiências dos educandos e de suas curiosidades (Freire, 2001), o que permite gerar/gestar atenção ao processo de aprendizagem e motivação, bem como para reciclar os circuitos existentes para aprender com maior profundidade, já que parte de seu conhecimento é inato e outros aprendidos para representar o mundo (Dehaene, 2016). É entender que o pensamento matemático tende a ser formal, útil, dedutivo (Skovsmose, 2013a) e abstrato, tornando-se produto bem-sucedido dos cérebros humanos para descrever cientificamente o universo de que se tem notícia

(Nicolelis, 2020). Por isso, conforme a idade e a educação se desenvolvem, tendem a se tornar complexos, requerendo não só memorização e automatização, mas também a ação que envolve suas formulações (Dehaene, 2016).

Desse modo, é possível ordenar as imagens mentais (Damásio, 1996) para explicar/refletir de modo especificamente matemático o concreto/físico, que se abstrai/virtualiza. É a capacidade matemática distinguível da de outros animais, junto à criação de símbolos, que permite aos cérebros humanos operarem com destrezas abstratas no mundo real (Dehaene, 2022).

Na educação importa essa capacidade, tendo em vista que, de acordo com Dehaene (2022), ela é a chave para aprender, em que se selecionam os parâmetros informacionais, criando a capacidade de generalizar o que foi aprendido para outros contextos. Dessa forma, é preciso investigar o modo de pensar dos sujeitos que estão em processo educativo, especialmente no que diz respeito à educação formal, para que a educação de fato aconteça de maneira coletiva, na interação entre os sujeitos, o conhecimento e o mundo (Freire, 2005).

Entretanto, como o pensamento pode resultar em ações e comportamentos, a matemática também precisa ser pensada de maneira crítica, uma vez que ela não é neutra e imutável (Freire, 1997; D'Ambrósio, 2014; Skovsmose, 2013a). Por isso, para aprender matemática precisam estar presentes no pensamento e, por consequência, na ação comportamental que, segundo D'Ambrósio (2014), é um elo entre a realidade que informa e a ação que modifica a realidade, dando-se em vias de pressupostos da reflexão e da criticidade.

Por reflexão e criticidade estabelece-se que, na educação, elas se dão por meio da captação dos dados objetivos, analisando-os e prendendo-os uns aos outros para reformulá-los mais profundamente (Freire, 1967), ocorrendo na forma ética e metódica para conhecer o objeto/situação a ser criticado, superando a mera exposição aos fatos (Freire, 2001, 2005) para formular a mudança de pensamento e de atitude. É colocar à prova o que se captou com aquilo que já se sabe – mesmo que isso se formule de maneira inconsciente (Dehaene, 2022). Com vistas nisso, Nicolelis (2020) esclarece que, sendo uma eficiente ferramenta intelectual da humanidade, a matemática coloca-se em vias de contraposição de conquistas, podendo se tornar uma arma fatal, capaz de desencadear tragédias. Por isso, na educação matemática, uma condição de discussão e de diálogo entre o conhecimento e o que se faz com ele, visando a comparar, analisar e refletir, com base não só nos circuitos internos já estabelecidos e

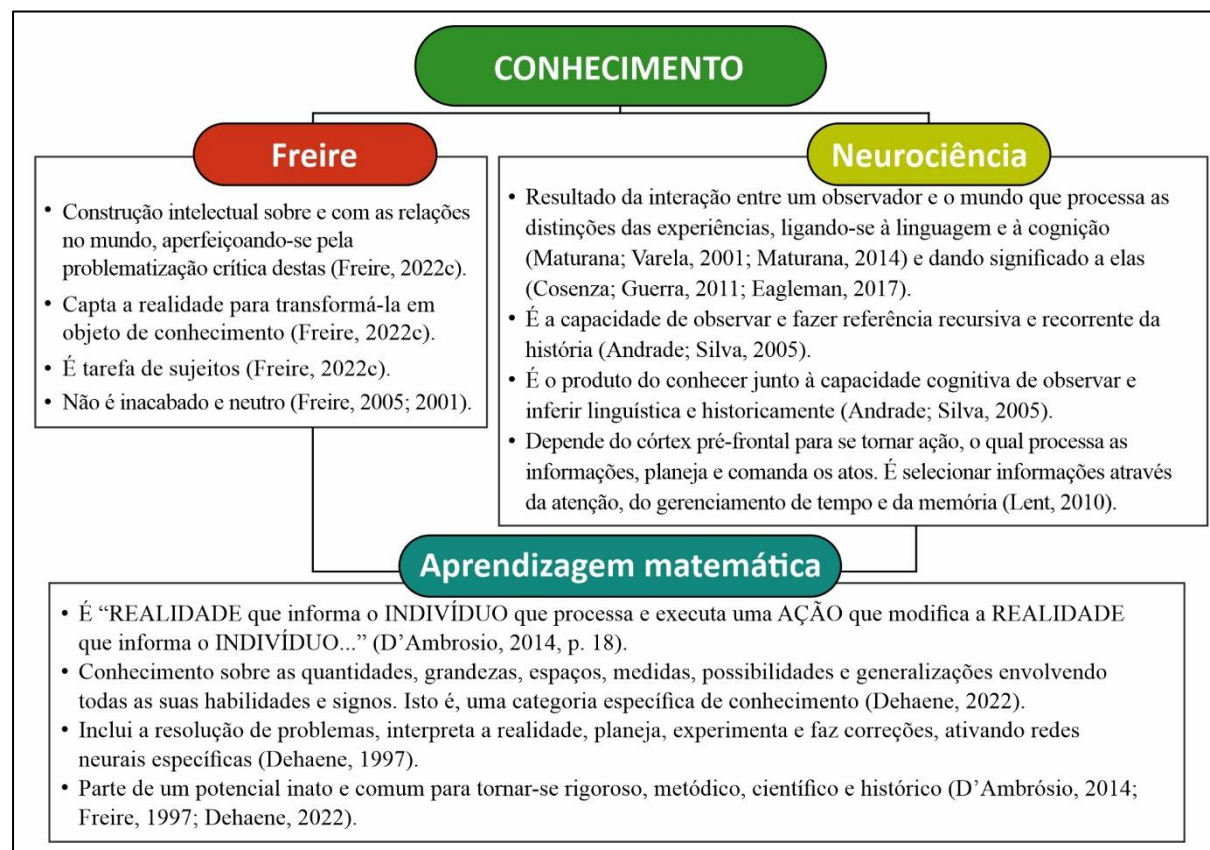
inconscientes [neurociência], mas também nas ações (sociais, culturais, individuais) que se comprometem a partir de seu uso, se faz necessário, uma vez que as relações de sobrevivência e de poder estão em constante comprometimento (Skovsmose, 2013a, 2013b; D’Ambrósio, 2014).

Portanto, importa para a educação matemática o desenvolvimento do pensar certo, crítico e reflexivo, que reconhece as incertezas, que é metódico na interpretação dos fatos e que se propõe a revisão, mudança e apreciação (Freire, 1996). Ela precisa construir modelos mentais que possibilitem o desenvolvimento de habilidades, de predições e análises de erros e quaisquer que sejam as iniciativas que permitam o enriquecer do pensamento (Dehaene, 2022), para que a aprendizagem matemática e sua generalização construam dialeticamente a ação e a reflexão, dando sentido à práxis para buscar a mudança e a superação (D’Ambrósio, 1986; Freire, 1996, 2005).

Desse modo, o conhecimento apresenta fundamentação para a aprendizagem, sendo resultado do ato de conhecer e de pensar sobre ele. Compele, com isso, a atenção dada a um fato/objeto, a curiosidade que exerce, seu pensamento metódico, a memória e o produto resultante (concreto ou abstrato, consciente ou não) (Figura 2).

Figura 2

Conhecimento (Autores, 2025).



Outorga-se sobre o ato de conhecer o conhecimento, isto é, a forma como se analisa aquilo que se observa/informa/experiencia, processando-se em ações de reflexão, recursividade, comparação, verificação de situacionalidade e de relação histórica em que as vivências tidas para sobreviver se dão no sentido de transcender o suporte. A matemática relaciona-se a um campo específico que, pela linguagem dedutiva e própria, pretende esclarecer, propor e generalizar o que se focaliza, tornando-se, com a interação e com a relação com os outros e no e com o mundo, uma área específica das ciências. Portanto, envolve conceitos e procedimentos próprios, dando-se em meio a atitudes e comportamentos distintos e contextuais. Pode ser tanto conhecimento gerado pelo mundo físico concreto e imediato quanto uma criação – como entendido por Skovsmose (2013b) enquanto potencial da *materacia* – e proposição de realidades, diluindo-se nas formas de ser ou, como exemplifica Freire (1997), de conceber-se como corpos matematizados.

Por só existir mundo e realidade pela criação humana (Freire, 2022; Nicoletis, 2020), a matemática encontra seu escopo no desenvolvimento cultural que a aprofunda e a institui de outras maneiras/linguagens para relacionar e entender o mundo. Por ser parte do processo de criação tem a ver com o pensamento autêntico, que se compromete com a transformação própria e das realidades, exigindo curiosidade que move e que coloca os sujeitos diante do mundo (Freire, 2005, 1996), atingindo seu potencial de conhecedor cíclico de informação da realidade (D'Ambrosio, 2014). Esse conhecimento, considerado poderoso por Skovsmose (2013a, 2013b) é possível pela ativação de redes neurais próprias que incluem a resolução de problemas, a interpretação das ações, o planejamento, a experimentação e a correção (Dehaene, 1997).

No processo educativo, a interação e a descoberta do outro e do mundo permitem criar semânticas para descrever, inventar algoritmos e reconhecer padrões tornando possível o conviver (D'Ambrosio, 2014; Skovsmose, 2013b). Nessa busca, desvelam-se as possibilidades de ser mais, de superar determinadas realidades e de transformá-las (Freire, 1996), levando, junto à matemática, a aprendizagem de domínios de hierarquias com regras implícitas e inferências próprias que se fazem desde muito cedo, servindo para resumir uma série de observações (conhecimentos) (Dehaene, 2022).

Nesse sentido, compete à curiosidade que, reconhecida como propulsora da humanidade e utilizada com maestria nas escolas (Freire, 1996), pode estar presente desde muito cedo na vida sendo um dos ingredientes-chave para a aprendizagem,

permitindo levar a atenção ao conhecimento que, consistindo em voltar às causas não distinguidas dos fenômenos, pretende deduzir o seu modelo, expondo as observações às incertezas e às probabilidades (Dehaene, 2022). Ocorre que, na realidade de múltiplas subjetividades e interferentes (Skovsmose, 2013a), torna o conhecimento processualmente desenvolvido e sempre em transformação conforme delineiam-se as motivações humanas.

Faz sentido investir na inquietação, na pergunta incessante para gerar atenção e alerta pretendendo aperfeiçoar os métodos e se aproximar dos objetos com maior exatidão – partir da curiosidade ingênua/espontânea para a epistemológica que é criticizada – para tornar-se produção do conhecimento (Freire, 2001, 1996). É, com isso, papel do professor estimular a curiosidade entendendo o contexto que trabalha de maneira geral, adequando suas ferramentas e desafiando os estudantes (Dehaene, 2022). Nesse ciclo entre curiosidade e conhecimento, um leva à alteração do outro, visto que a curiosidade já é conhecimento (Freire, 1996, 2001).

A ação que gera o conhecimento e dá sentido ao conhecimento matemático, quando se processa a informação (*input*) como resultado (*output*) das estratégias empregadas, produz a inteligência para sobreviver e transcender (D'Ambrosio, 2014). Portanto, o conhecimento precisa ser reflexivo, tecnológico e pragmático, ampliando os horizontes de aplicação e de responsabilização, analisando e predizendo suas produções, interpretando, entendendo e concebendo sua ação (Skovsmose, 2013b). Ou seja, delineia-se pela práxis – seja ela individual ou pela prática docente – em que agir, refletir, criar e recriar o mundo, a linguagem, o pensamento e o conhecimento tornam os sujeitos conscientemente críticos de sua realidade (Freire, 2005) para um saber e um fazer (D'Ambrosio, 2014) em um processo de inacabamento (Freire, 2005).

Cabe à educação matemática investigar os contextos, as curiosidades, os conhecimentos prévios e de senso comum dos alunos. Partir daquilo que já se sabe, encontrar parâmetros para seu aprofundamento com estratégias específicas e procurar transpô-las, como fatores que se encontram correlacionados entre a teoria freiriana e a neurociência cognitiva. Ademais, é igualmente importante para as áreas dar suporte para que o educando compreenda aquilo que sabe e aquilo que não sabe, bem como encontre equilíbrio para aprender descobrindo e com a mediação dos outros, dando significado aos conhecimentos que não são mera memorização ou automatização.

Trata-se de explorar as possibilidades e aleatoriedades que, quando pensadas para fins de aprendizagem, permitem construir ideias e formar sujeitos (Dehaene,

2022). Isso não quer dizer que toda a educação matemática seja sem objetivos previamente estabelecidos, com descobertas constantes sobre elementos já pautados e utilizados cientificamente ou um malabarismo de inúmeros conteúdos que se desenvolvem ao mesmo tempo porque as curiosidades se diferenciam. Ao contrário, como descrevem Skovsmose (2013b) e Freire (1996, 2005), torna-se necessário considerar as habilidades configuradas para a educação formal, incluindo as que tratam de reproduções e que se empregam por meio de um ensino tradicional de exposição, estabelecendo, no entanto, a não passividade dos sujeitos às aprendizagens e o pensamento crítico sobre suas relações, pensando-a enquanto tecnológica e social. À vista disso, é impreterível estabelecer objetos e objetivos de conhecimentos a serem ensinado e aprendidos de curto e longo prazo propondo-os, não por meio de doações ou imposições, mas em uma síntese organizada, sistematizada e devolvida aos sujeitos, com elementos de sua realidade identificados (Freire, 2001, 2005).

Por essa razão, pensar a educação dentro da investigação temática, das palavras e dos temas geradores amplia-se na relação das construções sistemáticas dos objetos educativos formais, favorecendo a curiosidade, compondo e decompondo os contextos educativos para, como expressa Freire (2005), transpor os limites e a visão de mundo enquanto resultado de conhecimentos críticos, históricos e científicos. Quanto mais se investiga o modo de pensar dos sujeitos, mais se educa coletivamente (Freire, 2005), proporcionando o reconhecimento das intencionalidades e das interações.

Aprofundar os conhecimentos que são sempre parte de um conjunto de hipóteses *a priori* e projetados sobre dados recebidos e conduzidos pelos sistemas que selecionam a mais adequada às circunstâncias (Dehaene, 2022) colabora para a democratização do conhecimento matemático que não pode ser elitista, neutro ou puramente tecnológico/técnico (Freire, 1997). Permite o desenvolvimento da cidadania que se reforça nos direitos, deveres e responsabilidades, resultando em formas únicas de estar no mundo (Freire, 1997). Quer dizer, quando se intenciona algo cuja importância encontra relação desde a infância (Dehaene, 2022).

Essa intencionalidade pode ser tanto no sentido micro quanto no macro. Micro quando a atenção encontra a ação para aprender e para fazer. Macro na pretensão de relacionar os temas, os conteúdos e os currículos às curiosidades dos educandos para garantir a aprendizagem formal da matemática. No primeiro sentido, quando se presta atenção a uma nova informação, desenham-se novas estratégias ou toma-se enquanto consciência de sua conexão, sendo aqueles que já estão planejados em rotinas e

hábitos, são configurados como automáticos, em que a ativação do córtex pré-frontal desaparece (Dehaene, 2016). Em síntese: ocorre com as aprendizagens matemáticas quando encontram a atenção dos alunos que, à medida que os significados e as conexões se tornam mais sólidos, vão se automatizando e requerendo menos consciência de aplicação procedimental. É o caso dos cálculos, como, por exemplo, as somas e as multiplicações que, por vezes, encontram a memória antes do desenvolvimento de sua resolução (Dehaene, 2016). Contudo, essa decifração do mundo, que em certos casos cabe aos educadores, precisa estar acompanhada da significação e da descoberta de matematizar o que se vivencia (Freire, 1997). É saber por que faz e fazer porque se sabe (Freire, 1996).

Além do fato da atenção ser gerada com a curiosidade/motivação, ela é também construto de execução por permitir concentrar e autocontrolar, levando à seleção automática de estratégias adequadas e à inibição das inadequadas para evitar as distrações (Dehaene, 2022; Cosenza; Guerra, 2011). Interferem nesse processo as emoções, mostrando que as de maioria negativa podem ser envolvidas de fatores sérios do processo cognitivo. Ademais, salienta-se que não se pode focar do mesmo modo a duas informações que viajam pelo mesmo canal sensorial, sendo mais efetivo resolvê-las uma por vez (Cosenza; Guerra, 2011; Dehaene, 2022). São resultados dos mecanismos que se desenvolvem durante os primeiros 20 anos de vida e se deterioram com a idade avançada, mas que podem ser treinados com a devida educação, possibilitados pela plasticidade cerebral e permitindo o desenvolvimento de tarefas que, na sua diversidade intencionada, melhoraram o controle executivo, evitando cometer erros e desvinculando-se de fatores de dispersão (ambientais ou não) (Dehaene, 2022; Cosenza; Guerra, 2011).

Quanto à atenção resultante para a preparação matemática em nível mais macro, entende-se que as reflexões feitas nos campos dos currículos escolares e de seus objetivos podem contribuir para o desenvolvimento da educação democrática e problematizadora. Facilitado pela libertação e não pela produção e utilização de recursos imediatos da realidade somente para adaptá-la e não para transformá-la, como ocorre na educação bancária proposta por Freire (2005), cabe cautela quanto às informações oriundas do meio neurocientífico. Isso porque, como essa área se encontra focada em compreender o que leva e como ocorrem as aprendizagens pelos variados métodos de ensino, vê-se que ela pode se adaptar ao conhecimento em aparatos automatizadores sem que se permita, antes mesmo, sua ampla reflexão sobre o que

entendem e desvelam os condicionantes e as ideologias, haja vista que repetir informações para automatizar é uma das formas de aprender, que permite reduzir as capacidades de consciência sobre o assunto e não questionar aprendizagens feitas. Questiona-se, portanto, o que querem supor os índices de qualidade da educação brasileira? Quais resultados se espera quando se interpretam as provas externas em larga escala? Para quais atitudes e comportamentos convergem e transformam? Sobrecarregar o ensino em prol de índices que tendem a ser quantificáveis e desenvolvidos sob a premissa de habilidades procedimentais de saber ou não pode não ser um dos principais meios de qualidade da educação, já que acabam por não incorporar recursos críticos, sua interdisciplinaridade e se colocar em paradigmas de certeza, de verdadeiro ou falso, de certo ou errado. Ter clareza dos objetivos e intenções dos conhecimentos matemáticos se coloca crucial à prática educativa, a qual buscará estratégias específicas para atingi-los e analisá-los.

Destaca-se, com isso, que práticas educativas que causam tédio, seja por falta de estímulos, significação ou por estarem desvinculadas do nível de conhecimento dos alunos, não apresentando fatores que motivem e que envolvem os estudantes, tornam-se mais fáceis de perder a atenção e de não gerarem memórias a longo prazo. Nessa perspectiva, tanto os autores da área da educação quanto da neurociência citados apresentam comum acordo sobre a necessidade de adequar e de adaptar diferentes metodologias que comprometam o estudante a aprender, mostrando a importância de estarem ativos no processo.

Desse modo, a prática escolar que se torna ideal, como argumenta Dehaene (2022), é aquela que se faz quando se diminui a mecanicidade de lições estereotipadas, que não se adequam ao conhecimento prévio dos alunos e suas expectativas de modo unidirecional e insensato (vindas só da perspectiva docente). Para Freire (1996), torná-la ideal é possível quando passa pela curiosidade que se transforma em curiosidade epistemológica, pela criticidade e pela construção do conhecimento enquanto capacidade humana, social e histórica, na aventura criadora e rica, que influi o desenvolvimento, a constatação, a reconstrução e a mudança dos estados, assumindo riscos e responsabilizando-se sobre a liberdade desvelada. Isso posto, a educação matemática não pode ser entrega pura do professor para o aluno, mas a problematização e o diálogo que o conteúdo mediatiza, reconstruindo permanentemente o conhecimento (Freire, 2022).

A educação matemática que adota problemas com base apenas nas certezas de uma única solução, com exercícios descritivos com todos os elementos para sua busca, que reforça a ideia da não influência humana, projetando realidades focais e dando pouca margem para generalização em outros contextos (Skovsmose, 2013a), mata a curiosidade por levar, de acordo com Skovsmose (2013b), a assimilar os problemas encontrados fora dos ambientes educativos como prontos e sem a necessidade de busca, obstruindo a transposição, defendendo que os conhecimentos tecnológicos sempre apresentarão soluções ótimas aos problemas vividos, sem análise crítica de evolução.

Chamado por Skovsmose (2008) como paradigma do exercício, esse tipo de atividade valoriza a explicação do professor e a resolução dos alunos, tornando o erro uma punição (ponto de chegada) e não um caminho para a aprendizagem como forma de ajuste, associação e reformulação. É preciso reconhecer que ninguém aprende sem errar e que a identificação do erro e de como corrigi-lo possibilita a construção de um catálogo interno deste (Dehaene, 2022), que resulta em aprendizagens – quando refletidas – e reconexões. Por vezes, o segundo erro cometido na resolução de um mesmo problema não é igual ao primeiro, pois pode revelar o levantamento de outras hipóteses e percurso cognitivo que difere do primeiro. Contudo, todo esse processo precisa ser afetivo para recuperar a autoconfiança (Freire, 2024a), enriquecendo as informações, produzindo ações de meta-análise para aceitá-los e retificá-los (Dehaene, 2022), assim como proporcionando uma argumentação adequada para satisfazer as habilidades matemáticas e as situações experienciadas, deixando a autodesvalia, como destaca Freire (2024b), pela coragem de saber e ir além enquanto capacidade humana.

De igual maneira, o excesso de exercício, em formato de ordens, que por vezes não parecem ter relação com o raciocínio e com o pensamento reflexivo, expressando-se somente pelo conceitual-procedimental que se perdem em atos de fala sem diálogo, promovem absolutismos não só de conhecimento, como também de comportamentos resignados e extravasados para fora da sala de aula (Skovsmose, 2008; Arlø; Skovsmose, 2006) por pura acomodação. Impossibilitam, contudo, as generalizações e fecham-se em funções focalistas do conhecimento, dificultando a percepção e a mudança de cenários (Freire, 2005).

Por conseguinte, mesmo tendo uma parte do conhecimento consolidado previamente no cérebro dos humanos, a matemática é, como argumenta Dehaene (2016), uma escada em que se sobe de nível pelo progresso conceitual, dependendo

do domínio das invenções matemáticas, em que muitas ferramentas culturais ampliam seu repertório de estratégia cognitiva, permitindo resolver problemas concretos. Idade e educação, contudo, não são precisões intrínsecas do sistema dos números, mas aparatos para usá-los de maneira eficiente (Dehaene, 2022).

Aprofundada pela educação e pela cultura, a educação matemática envolve causalidade bidirecional em que, quanto mais precocemente se impulsiona a compreensão, mais se coloca sua aprendizagem em ascensão (Dehaene, 2022). Por isso, ambientes enriquecidos e estimulantes utilizando-se de diferentes métodos, metodologias e materiais (jogos e outras atividades que promovam as interações), sendo intervenções que aumentam as capacidades matemáticas e suas utilizações em outros contextos (Cosenza; Guerra, 2011; Lent, 2019). Ainda, importa passar do meio concreto – como, por exemplo, quando uma criança conta nos dedos – para o abstrato/mental – fazendo o mesmo cálculo “de cabeça” (Cosenza; Guerra, 2011). Isto é, codificando e decodificando o conhecimento (Freire, 2022).

Dehaene (2022, p. 181) salienta que “[...] em matemática, as experiências sensoriais não contam muito; são as ideias e os conceitos que fazem o trabalho pesado”. Em outras palavras, significa que o manuseio de materiais, a visualização, a escuta da narração não podem se constituir como únicos elementos de aprendizagem sem que se dê o devido aprofundamento, necessitando levar o estudante a fazer inferências sobre o que capta por esses canais, conceituando e manipulando estrategicamente seus fazeres. Sendo assim, garantindo a aprendizagem, garante-se também a memória, já que a primeira se encontra em dependência da segunda e vice-versa. A memória guarda e pode evocar os conceitos e procedimentos aprendidos. Na matemática, dependendo da situação, é preciso que se pense especificamente sobre o problema/cálculo ou apenas que sejam lembrados, espontaneamente, seus dados, como ocorre quando se entende os aspectos da multiplicação e se cria mentalmente uma tabela com seus resultados (famosa tabuada) (Dehaene, 2022). Quando automatizados, suas funções entram para a memória de longa duração e são evocados quando necessário sem a necessidade de refletir amplamente sobre, como no caso da relação entre conceito e símbolo numérico, que em algum momento foram modulados e que ainda podem ser motivos de curiosidade, de criticidade e de mudanças.

Entretanto, faz-se importante para a aprendizagem matemática a memória de trabalho, cuja transitoriedade permite guardar objetos em pensamento por um determinado período, o qual é feito por meio da ativação de registros armazenados no

cérebro, tornando-os acessíveis ao uso em uma ocasião para serem manipuladas na consciência quando necessárias, durando horas ou dias (Cosenza; Guerra, 2011). Cálculos simples, como somar ou subtrair números com dois dígitos, envolvem subprocessos de recuperações de regras e fatos investidos na memória de longo prazo, cálculo e armazenamento de resultados intermediários e a realização de operações de “transporte/empréstimo” de unidades para dezenas (vice-versa no caso da subtração), coordenados e executados pela memória de trabalho (Corso; Dorneles, 2012). Identifica-se nela componente da memória sensorial³, com duração de alguns segundos e que corresponde à ativação dos sistemas sensoriais ligados, que só serão mantidas se forem relevantes, bem como do sistema de repetição e de um mecanismo de ativação dos registros armazenados de forma mais permanente no cérebro (Cosenza; Guerra, 2011).

Esse sistema de memória codifica implicitamente o número em determinado momento (Dehaene, 2022), contribuindo para a velocidade de processamento e de recuperação fluente dos fatos da memória de longo prazo (Corso; Dorneles, 2012). Quando o sujeito se torna proficiente em matemática – momento em que atinge o automatismo – libera espaço na memória de trabalho. Contudo, quando apresenta dificuldade de recuperação de fatos, o que está relacionado ao enfraquecimento das informações, junto à velocidade lenta de sua execução e com alta frequência de erros, existe maior probabilidade de esquecimentos da informação da memória de trabalho e a não representação na memória de longo prazo (Corso; Dorneles, 2012). Nesse sentido, é importante exercer controle sobre a quantidade e a qualidade das informações na memória de trabalho, visando ao seu processamento adequado (Cosenza; Guerra, 2011).

Torna-se determinante atentar para os métodos e metodologias utilizados quando se pretende desenvolver aprendizagens matemáticas, pois permitem decodificar as experiências e levar a inferências abstratas. Para isso, o tempo de decodificação do problema e sua execução, como apontam Corso e Dorneles (2012), não pode exceder o espaço da memória de trabalho, na qual a velocidade de processamento e sua recuperação estão interligados, importando para o desenvolvimento e consolidação da inteligência. Com isso, pode-se analisar que ela influencia na compreensão da matemática por promover o suporte cognitivo

³ Retenção de informações que chegam a partir dos sentidos.

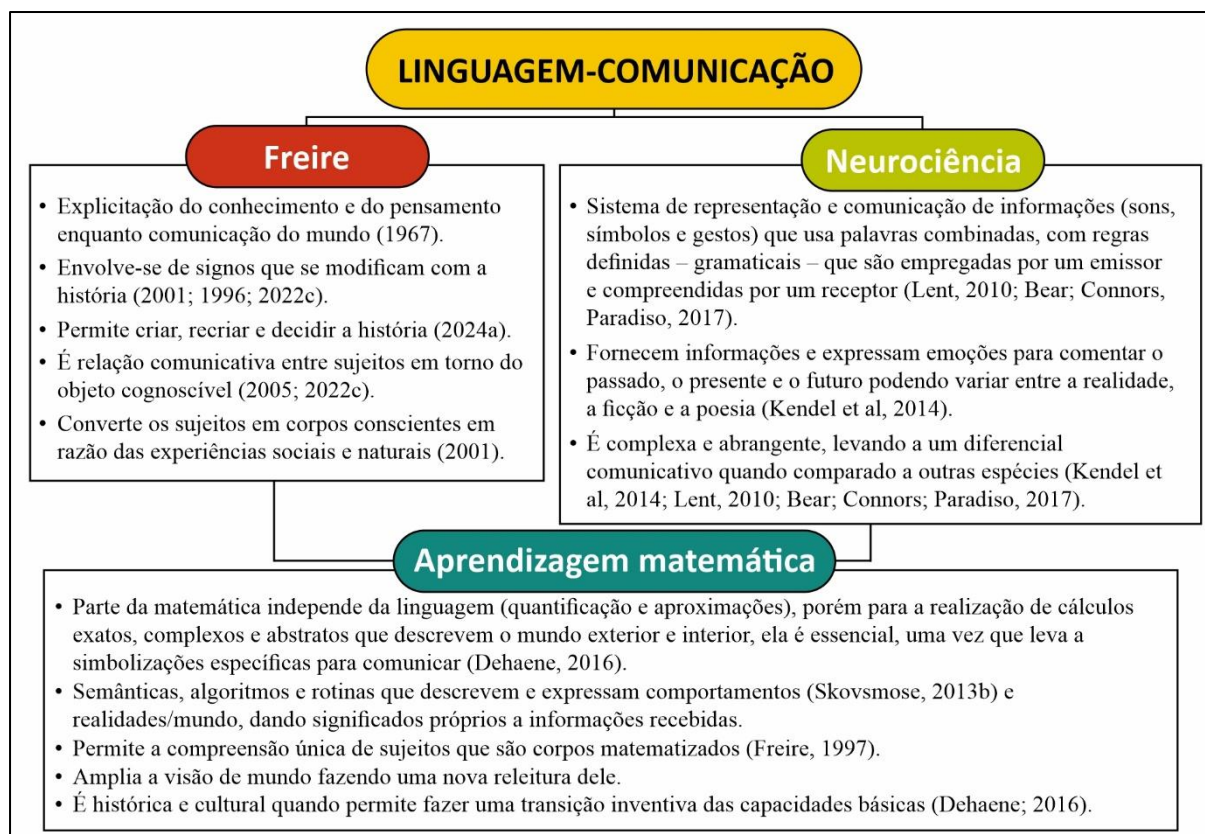
fundamental na realização de atividades, coordenando e relacionando outros processos de memória que impactam nas aprendizagens.

Dá-se, com isso, significado àquilo que o cérebro está disposto a processar, atentando para o que for mais significativo e gratificante (Cosenza; Guerra, 2011). Estar e ser no e com o mundo é parte do fazer cultural, da linguagem e do pensamento que está para além do objeto a ser pensado, enriquecendo-se de possibilidades ao comunicar e comunicar-se enquanto uma forma matemática de ser e estar no mundo (Freire, 1997). É a naturalidade dos atos matemáticos que leva o ser humano, desde o seu despertar, a ações matemáticas básicas como mover-se no espaço, olhar as horas, planejar o tempo etc., demonstrando sua relação intrínseca ao fazer-se humano (Freire, 1997) que se coloca como inato e universal.

Como o desenvolvimento da matemática se dá pelas relações da realidade em construção e em processo lento de investigação de milhares de anos, em que muitos cérebros colaboraram e colaboram para transformar-se em uma linguagem, que atualmente, na maior parte das culturas, possui universalidade (Dehaene, 2022), denota-se que sua construção se faz perante signos linguísticos próprios que respondem, até o momento, de forma significativa para abarcar as curiosidades e a realidade que se projeta. Coloca-se em todos os países do mundo igual simbologia, tendo intensa relação para com a sobrevivência da espécie (D'Ambrosio, 1993) e estruturando-se, parte dela, de forma transgeracional nos cérebros, *a priori* da educação formal, para entender o mundo exterior (Dehaene, 2016). Portanto, a linguagem matemática (Figura 3) amplia a linguagem de cada cultura a fim de generalizar e possibilitar o conhecimento mais profundo sobre os aspectos do mundo.

Figura 3

Linguagem (Autores, 2025).



Desde o nascimento, o ser humano possui qualidades organizativas e informações que levam à predição para certos entendimentos, percebendo desde muito cedo os movimentos, falas... encontrando condicionamentos inatos nas aprendizagens de parâmetros específicos e imprevisíveis (rostos, cores, tons, preferências...) que variam conforme os contextos (Dehaene, 2022). Freire (1996) enfatiza que o ser humano nasce condicionado e não determinado. Logo, quando desfavorecida de contextos que permitem ver desde cedo essa relação, a educação formalizada, no uso de sua forma de comunicar que dialoga, deve apresentar os condicionantes que não determinam, propondo cenários de transformação e crescimento pessoal e social (Freire, 2005, 2024a).

Portanto, não existe aprendizagem pura. Toda sua expressão é dada em torno de condicionamentos que podem ser da própria essência, como do meio, presumindo que, de um modo ou de outro, apresentem pressupostos sobre determinado domínio a ser aprendido (Dehaene, 2022). Nessa perspectiva, ela passa a explicitar o conhecimento e o pensamento [no caso o matemático] para comunicar em torno do objeto/fato cognoscível (Freire, 1967), selecionando, a partir de um amplo conjunto de expressões, a que melhor combina com os dados, para propor teorias em que os cérebros estão aptos a gerar fórmulas abstratas de combinação entre linguagem do pensamento e escolher com sabedoria estas fórmulas para confrontar os dados

plausíveis (Dehaene, 2022). Logo, nessa não determinação (Freire, 1996), permite o ser humano a modificar, o que se constitui no devir que se faz histórico e social.

Enquanto condicionado à própria existência e àquilo que a espécie traz em sentido evolutivo, o conhecimento matemático torna-se construto de facilidades científicas, tendo em vista sua parte inata e universal, não rejeitada por nenhum cérebro (Dehaene, 2016). Diante do exposto, seus rótulos linguísticos, em um primeiro momento, não são importantes para dominar certos conceitos matemáticos: quantidade, relações de maior ou menor, alguns aspectos de adição e de subtração nas concepções de aproximação, independentemente de ser ou não alfabetizado captando a realidade e demonstrando que não existe ignorância e inteligência absoluta (Dehaene, 2016; Freire, 1967). Contudo, quando se pretende simbolizar enquanto sistema e superar as aproximações para cálculos mais exatos, a linguagem é imperiosa e imprescindível (Dehaene, 2016). Ela abriga signos e significados que se modificam historicamente, por exigirem interpretação, observação, leitura, escuta e escrita (Freire, 2001, 1996, 2022) para comunicar o mundo, o que, conforme Dehaene (2016), amplia o repertório das estratégias cognitivas disponíveis, permitindo resolver problemas concretos gerais. Deixa de ser puramente relação com sistema vivo que habita, para tornar-se existência. Como afirma Freire (1967), libertada do suporte, organizada socialmente e passível de mudança.

Por isso, a humanidade desenvolveu, pela transição cultural inventiva perante as capacidades básicas naturais/biológicas, um sistema de contagem utilizando palavras que se referem a números, representados por símbolos distintos, para demonstrar, comparar e generalizar (Dehaene, 2016). Converte o ser humano em um corpo consciente (aqui em um corpo conscientemente matematizado) dando-se em razão das experiências sociais e naturais, aprimorando e aprofundando, junto com a curiosidade, a experiência da espécie (Freire, 2001, 1997). A matemacia/materacia/letramento matemático, encontra na inconclusão da vida e do próprio conhecimento o desenvolvimento para a permanente busca esperançosa (Freire, 1997) em que se criam semânticas, algoritmos e rotinas que descrevem e expressam comportamentos, os quais dizem respeito à linguagem formal (Skovsmose, 2013b) e sobre as realidades/mundo, para significar as informações recebidas. Interage no agir perante as estruturas e diante das organizações contextuais, permitindo argumentar e relacionar as ações de poder/dominação, enquanto forma de fazer ciência (Skovsmose, 2013a, 2013b; Borba; Skovsmose, 2013).

Reitera-se que a constituição e os conhecimentos matemáticos não são neutros, relacionando-se, quando de sua profundidade, a ideais subjetivos, podendo sua linguagem ser convertida para empoderar e permitir ou não a autonomia. Dessa forma, colocando-se a educação matemática dentro dos dois planos fundamentais propostos por Freire (2022), operados entre o nível emocional e o nível de admiração e que oferecem, enquanto fatos cognoscíveis, as expressões linguísticas, tem-se – analisando-se Dehaene (2016) – uma matemática que refere-se a mudanças em torno das capacidades básicas, dando-se em forma de domínios complexos e abstratos e indo além, como propõem D'Ambrosio (2014) e Skovsmose (2013a, 2013b), das capacidades técnicas da ciência, para entendê-la em suas relações mais condicionantes e críticas.

Como consequência, desenvolver novas habilidades e competências da própria ciência matemática junto de suas interpretações e de ações em situações políticas e sociais que, por meio de seus símbolos e códigos são estabelecidos, permite a construção da matemática como criação humana, contribuindo para democracia e cidadania frente a proposições construtivistas, socioculturais e sociopolíticas de seus usos (D'Ambrosio, 2004; Skovsmose, 2008; 2013b). Isto é, contribui para a alfabetização reflexiva e crítica da matemática, em que a prática pedagógica transpõe os determinantes curriculares, buscando seus porquês, para quê, para quem e contra quem ensinar (Skovsmose, 2013b; Freire, 2005).

Ampliando a visão de mundo e fazendo uma releitura dele, a linguagem matemática na educação formal requer, como argumenta Dehaene (2022), atenção compartilhada entre os processos de interação linguísticos como princípio fundamental. Permite dizer o mundo (Freire, 2001) em que o conhecimento matemático influencia e é influenciado pelo desenvolvimento da linguagem corrente (Dehaene, 2016; 2022). Influenciado porque, com o desenvolvimento dela, desde pequeno, as capacidades de aprender palavras refinam o senso numérico que utiliza uma lente com focos mais precisos, aperfeiçoando a acuidade numérica (Dehaene, 2016). Ao mesmo tempo que aprender as palavras que se referem aos números impacta o senso numérico, como, de forma ainda não descoberta pelas crianças e desenvolvida pela educação formal com o passar dos anos, ao reconhecimento das possibilidades em que os parâmetros que se ajustam a cada língua nativa estabelecem, em combinação entre fonemas/grafemas, uma explosão combinatória abrindo espaços de representações mentais (Dehaene, 2016, 2022).

Vê-se com isso a necessidade de uma educação de qualidade, porque, como mostram diferentes estudos desenvolvidos pela neurociência em diferentes áreas, a existência de períodos sensíveis às aprendizagens influencia seus processos, haja vista o desenvolvimento anatômico do cérebro em que reorganizações consideráveis são expressas pela intensa plasticidade cerebral (Dehaene, 2022). Para a leitura e a escrita, de acordo com Dehaene (2022), este período sensível encontra-se em feliz acordo com a educação básica, tirando proveito especialmente do córtex visual que, nessa fase, é maleável. Quando não ocorre na idade compelida, torna-se mais complexa sua aprendizagem devido à ocupação de determinadas regiões a outras formas de reconhecimento, como o de faces e objetos (Dehaene, 2022).

Com a matemática isso também ocorre, tendo em vista que experimentos feitos com adultos de etnia amazônica, os Mundurucus, apontaram desempenho próximo de crianças em idade pré-escolar, refletindo sobre a acuidade proposta pela educação formal (Dehaene, 2022, 2016). Problemas de aspectos políticos educativos encontram-se mais uma vez na via de interferência aos aspectos de sobrevivência e de transcendência. Importa, com isso, a qualidade educativa nas camadas mais práticas e cotidianas da sala de aula, bem como das políticas e ideologias referentes a conhecer suas fontes, colocar-se crítica sobre elas e transcorrer com o ensino que se projeta para objetivos qualitativamente mais amplos do que apenas a expressão de índices. Portanto, a educação formal, seguindo os ideais freirianos, precisa conduzir, por meio da experimentação crítica, epistemológica, o ler e o escrever, a construir e a reconstruir-se enquanto sujeito que se envolve pela matemática, percebendo as tramas sociais da produção do conhecimento, da linguagem e da comunicação, em que se parte do simples para o complexo, do concreto para o abstrato, considerando os conhecimentos prévios e de senso comum (Freire, 1996; 2024a).

Estratégias como jogos, materiais manipulativos, tecnologias etc. combinadas com o diálogo, comunicação horizontal, respeitosa, considerando aquilo que já se sabe para aprimorar, permite mediar os conhecimentos, exigindo conteúdo, reciprocidade e inteligibilidade, os quais se darão por diferentes canais (Freire, 1967, 2022, 2005) para que, de forma integrada e aprimorada, dê-se significado à matemática mais acurada (Dehaene, 2016). Mais uma vez, a intencionalidade das práticas educativas de ensinar e de dialogar favorecem o desenvolver do conhecimento, criando-se cenários de investigação, responsabilidades sobre o que se sabe e o que se faz com aquele saber,

dentro da natureza mutável da realidade natural e histórica, rompendo a acomodação, levando à mudança nas formas de se expressar (Freire, 2024b; Skovsmose, 2008).

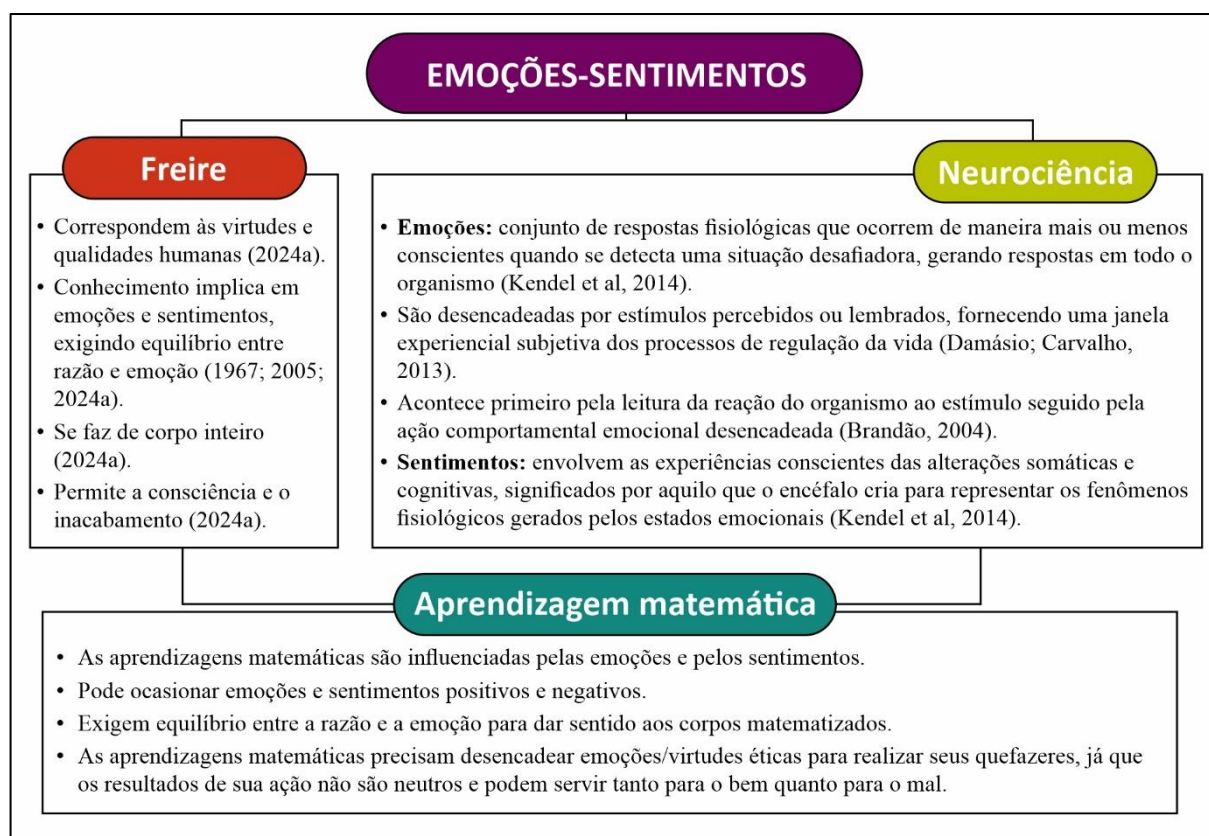
E é porque também se aprende com a mediação-interação com o professor que o diálogo se coloca importante. O diálogo encontra o outro, como propõe Freire (2022, 2005). Não como simples relação entre os sujeitos cognoscentes com objetos cognoscíveis, mas pela prática comunicativa que os sujeitos fazem sobre o ato a conhecer, firmando-se pela construtividade gnosiológica, lógica, histórica, que permite ler o mundo. Para tanto, o conhecimento profundo e pautado pela veracidade viabiliza-se em coparticipação com o ato de aprender, colocando em pauta (consciente ou não) a criticidade sobre o que está em campo comunicativo, carecendo de empenho para a transformação e de tempo de construção, percebendo a história relativa do conhecimento dialogado (Freire, 2022, 2005).

Nesta perspectiva, superar as barreiras de aprendizagem com os adequados métodos de ensino, em que as diferenças individuais residem nas motivações e velocidade que se aprende, permite ao professor determinar o nível de conhecimento dos alunos com as investigações necessárias, escolhendo os problemas mais relevantes para adquirir os fundamentos da linguagem, do letramento e da matemática que qualquer pessoa precisa (Dehaene, 2022). Por isso mesmo, quanto melhor a comunicação, de maneira geral, melhor será a qualidade das aprendizagens matemáticas, pondo as explorações e a criação de argumentação sobre os objetos/objetivos cognoscíveis, em que elementos de desenvolvimento da autonomia intelectual dos sujeitos se encontram envolvidos (Arlø; Skovsmose. 2006; Skovsmose, 2008). Desse modo, expande-se o conceito de sujeitos mediatizados pelo mundo, na perspectiva de pronunciá-lo, colaborar para seu desenvolvimento e de se responsabilizar por tal, na concepção histórica e social (Freire, 1996).

No processo como um todo transparecem os sentimentos resultantes das emoções (Figura 4), enquanto fatores que diferenciam os seres humanos entre si e entre as espécies. Levam à tomada de consciência da própria existência, delineando-se por meio deles, para perceber as faltas e os inacabamentos (Freire, 2024a).

Figura 4

Emoções e sentimentos (Autores, 2025).



Tanto as emoções quanto os sentimentos trazidos pelos alunos e professores de outros contextos, bem como os criados em sala de aula quando do desenvolvimento do conhecimento, afetam as estruturas das aprendizagens. Arlø e Skovsmose (2006) lembram que sentimentos positivos e negativos encontram espaços na sala de aula de matemática de maneira natural. Como demonstrado pela neurociência, afetam a memória, podendo gerar recompensas e gratificações ou mesmo transtornos e traumas que levam à evitação de contextos. Na ótica de Cosenza e Guerra (2011), são sinalizadores internos de importâncias que estão em decorrência e de sinalização intragrupal diante das comunicações e decisões dos sujeitos, dando-se em meio a manifestações físicas e fisiológicas, para mobilizar os recursos cognitivos correspondentes.

Seu reconhecimento e autoconhecimento emocional orientam os comportamentos, podendo ser mais ou menos assertivos e adequados à situação. Dessa forma, emoções e sentimentos distinguíveis na matemática encontram razões negativas, por vezes, pela falta de sentido dado ao conhecimento de caráter complexo, de aspirações imediatas e/ou pela didática empregada, resultando em dificuldades espiraladas – por entender que ela se desenvolve com maior acuidade em suporte a conhecimentos prévios. Com base nisso, Brousseau (1967 *apud* Pinto, 1998) remete a três obstáculos fundamentais enfrentados pela matemática: os de origem ontogênica, que se relacionam às limitações de capacidade cognitiva; os que se referem à didática,

decorrendo de escolhas de ensino para seu desenvolvimento; e de origem epistemológica, em que se encontram a resistência ao saber que se encontra mal adaptado às capacidades atuais.

Enquanto primeiro obstáculo, depreende-se que capacidades cognitivas limitadas podem ser dadas por diferentes problemas de saúde, incluindo malformações (microcefalia, síndromes, deficiências...), problemas relativos à personalidade e a emoções, como transtornos de ansiedade. Na matemática, a discalculia, uma deficiência neurológica que afeta o reconhecimento e o desenvolvimento da matemática de maneira mais completa, necessita de intervenções específicas e é um fator desafiador para a prática docente que precisa especializar-se para melhor atender e desenvolver as capacidades. No entanto, conforme retrata Dehaene (2022; 2016), alguns problemas de aprendizagem matemática, tratados como discalculia, na verdade referem-se a faltas de estímulos em idade sensível, ao não reconhecimento dos conhecimentos prévios e a intervenções mal elaboradas.

Sua diluição no processo de significação matemática leva à criação de subjetividades e pessoalidades perante experiências matemáticas, fornecendo estruturas que implicam em contextos presentes e futuros de formação (Skovsmose, 2018). Dessa forma, entende-se que parte das emoções e sentimentos podem ser controlados e parte não. Quanto ao emprego da didática na educação matemática, a neurociência é enfática ao ponderar o desenvolvimento de bons sentimentos e emoções na educação formal (Lent, 2010; Cosenza; Guerra, 2011, Dehaene, 2016, 2022). Para esse campo, é importante criar ambientes em que a afetividade e a segurança estejam unidas em prol da educação, evitando estressores que causam seu contrário, levando à aversão e perdas de aprendizagem (Lent, 2010; Cosenza; Guerra, 2011, Dehaene, 2016, 2022).

A valorização do conhecimento prévio e do conhecimento a ser desenvolvido, o encorajamento, a segurança, a tolerância, humildade, esperança, solidariedade, alegria, paciência impaciente, bem como a ética, permitem, de acordo com Freire (1967, 1996, 2005, 2024a, 2024b) criar um espaço e tempo que estimula as aprendizagens para que se tornem cada vez mais abertas e conscientes – saindo da pura memorização e técnica para encontrar os desvelamentos e motivos. Sem licenciosidades ou autoritarismos, criam-se comprometimentos e interações perante o fato/objeto cognoscível, estimulando as lutas e as transformações (Freire, 2005, 2024a).

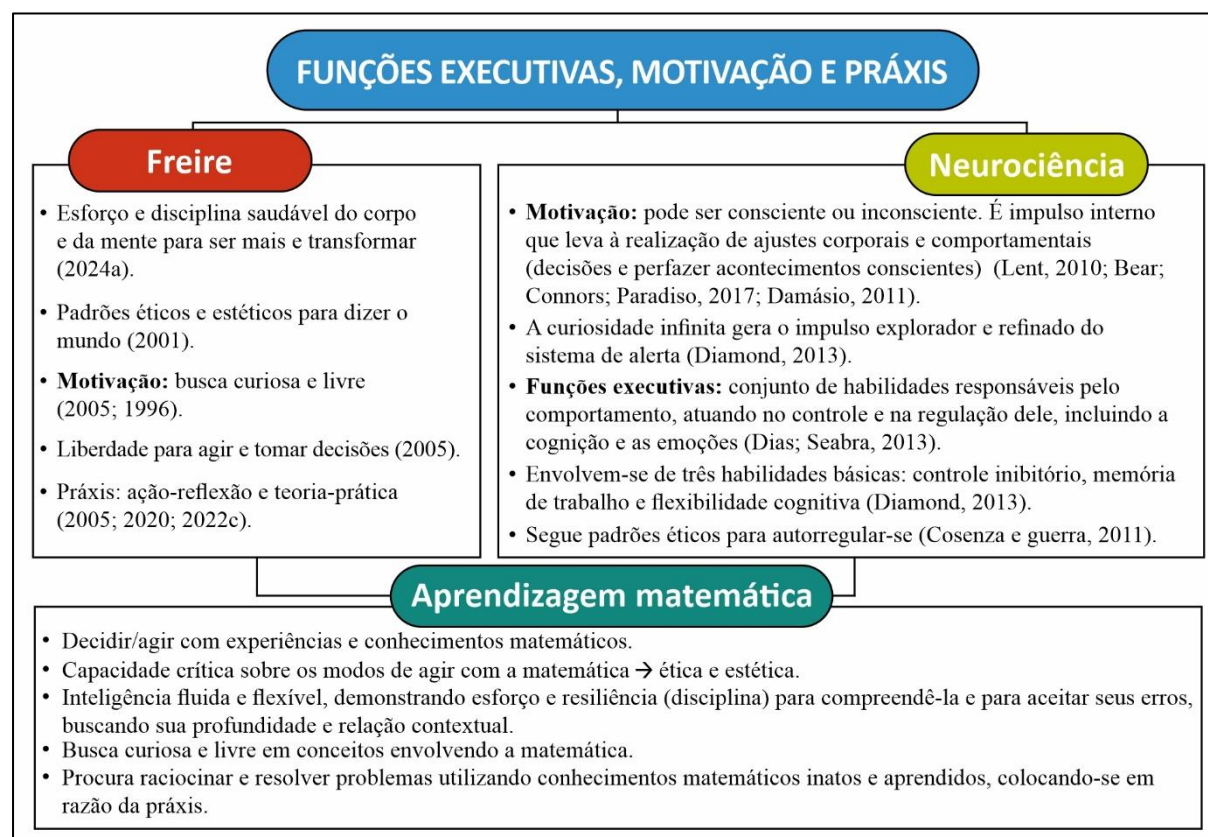
Diante do exposto, sentimentos e emoções, positivos ou negativos, não podem ser removidos da prática educativa, mas precisam ser compreendidos para que se propicie o desenvolvimento de ambientes que sejam seguros e respeitosos para experimentar incertezas (Arlø; Skovsmose, 2006). Quando o ambiente causa efeitos negativos, tende-se a alienar e a tornar ausente a criticidade, comprometendo as criações matemáticas, gerando dependências, evitações e aversões (D'Ambrosio, 1986; Freire, 2005). Tais contextos configuram ambientes cíclicos de sentimentos e emoções negativas em que o medo gera ansiedade que induz a erros, desistências e estagnação. Em completude, perdem-se capacidades que, como interpreta Freire (1997), deixam de emergir por não corresponder ao desenvolvimento adequado em idade escolar, não despertando mais abertamente e abstratamente, transformando-se em estigmas e mitos de que a matemática é para poucos. Desse modo, superar os obstáculos da matemática requer alternativas que reconheçam os sujeitos de forma integral e integrados no mundo, postulando-se sobre respeito, colaboração para compreender e enfrentar criticamente as situações de sua universalidade (D'Ambrosio, 2014). É invariavelmente a superação da pura relação de verdadeiro e falso, certo e errado e de punição ao erro, para compreendê-la de maneira mais ampla (Dehaene, 2016).

Desse modo, como os seres humanos são programados para aprender e são corpos matematizados que se movimentam e transformam a si e ao mundo, compelem-se em consciências que desejam, demonstram suas sensações, seus sonhos, querendo conhecer, ensinar e intervir (Freire, 1996). Estes se fazem na cidadania e na responsabilidade pelo conhecimento, decidindo e optando (Freire, 2005), valendo-se das emoções enquanto fator crucial para o conhecimento, já que por elas fazem suas buscas curiosas (Freire, 2024a) e agem em torno da mudança. Para tanto, a liberdade precisa ser um elemento fundamental para seu desenvolvimento, considerando os diferentes aspectos da vida, da criticidade, das possibilidades e motivações que afetam o transcorrer da humanidade. A curiosidade que implica o conhecimento só o torna possível quando ações, que são motivadas, entram em cena. Os impulsos motivadores que se referem ao emprego de esforço sobre os atos de conhecer e consequentemente de aprender e fazer história, provocam o planejamento, a tomada de decisão, controlando capacidades de inibir, por vezes, gratificações para encontrar algo mais profundo, produzindo flexibilidade cognitiva em vista dos estados de superação. Portanto, cabe, na educação matemática, transcorrer os aspectos flexíveis de teorizar

e praticar no percurso incessante de ir e vir dessa relação (Figura 5) – funções executivas, motivação e práxis.

Figura 5

Funções executivas, motivação e práxis (Autores, 2025).



De maneira não tão direta, mas possível de correlação, a práxis encontra nas funções executivas e na motivação coerência entre o fazer que sabe e saber que age. Localiza-se na tensão de estar sendo para além do que herda, como distingue Freire (2001), perante a finitude, os limites e as inconclusões, vê-se enquanto ser consciente um buscador natural. Nessa curiosidade, explora os conhecimentos matemáticos de quantidades e aproximações, aprofundando conceitos em vista de explicações sobre a realidade e de seu futuro. Por essa perspectiva, educar-se matematicamente exige mais do que capacidades técnicas e procedimentais (D'Ambrosio, 2014), mas também aquelas que estejam de acordo com a criticidade e que envolvem outras formas de busca, argumentações e tomadas de decisões (Skovsmose, 2013a), definindo padrões éticos e estéticos que se constroem pelo esforço de querer mudar e fazer melhor, intermediadas por práticas pedagógicas que tenham sentidos, que desafiem o conhecimento postulado e que exijam capacidades cognitivas complexas de autocontrole e de disciplina (Diamond, 2013).

Importa valorizar as funções executivas em matemática, as quais estão relacionadas às construções e inibições de sinapses, disciplina, esforço, flexibilidade,

autocontrole e memória de trabalho, guiando os planejamentos, as tomadas de decisões, as motivações e os fazeres para a tomada de consciência. Sendo isso possível, quando a educação permite liberdade e problematização, contribui para o fazer matemático que se critica pelas experiências e pelos conhecimentos que se abstraem, reconhecendo em Freire (2005, 2020, 2022) que toda ação/prática tem uma teoria que foi refletida e que precisa ainda ser feita quando volta do campo prático. Nesse sentido, Freire (1996, 2024a) ressalta sobre a compreensão por parte do professor em acompanhar os sentimentos, emoções, desejos, intuições, descobertas e inseguranças que presentificam-se na sala de aula, possibilitando decidir sobre o conhecimento, gerar autonomia, avaliação criteriosa, planejamento e o correr riscos por meio do conhecimento e das escolhas. No pensamento de Dehaene (2022), a falta de possibilidade em optar e ir além do estabelecido, gerando comportamentos de adequação, é um dos problemas em se ensinar somente com livros didáticos e exercícios prontos. Para o autor, a maior parte deles está organizada por capítulos e tópicos específicos – o que seria bom – e com perguntas que relacionam unicamente ao conteúdo apresentado – o que não seria tão bom assim, tendo em vista que se perde por não ser possível relacionar com outros conhecimentos e outras áreas. Acrescenta-se aqui que essa impossibilidade de relacionamento também gera a falta de associação decisiva para tomar decisões além das percepções aparentes e em contextos maiores, como relatado por Skovsmose (2008), quando trata do paradigma do exercício.

Dehaene (2022) destaca que a organização desta forma de educação – que Freire (2005) chama de educação bancária – ainda apresenta duas consequências negativas. Para ele, não se retomam as questões com regularidade ou as observam de maneira distante, o que causa emburrecimento, por não convocar os estudantes a selecionar os parâmetros de conhecimento e por inibir a busca por estratégias para resolver o problema. Isto é, devido à limitação de estímulos que estão prescritos em enunciados, influi na capacidade de agir sobre contextos mais abrangentes, que requerem outras vinculações de conhecimentos, de seleção e de tomada de decisões, tornando a educação uma prática de repetições com menos possibilidades de generalizações.

Esse tipo de metodologia pode ser importante quando se pretende, exclusivamente, desenvolver habilidades de proficiência que são limitadas a um tipo específico de avaliação do conhecimento. Dehaene (2022) discorre sobre esses casos quando estabelece que repetir de maneira espaçada tais conhecimentos, por um período que se queira lembrar, usando estratégias como autotestar-se com o auxílio

de exercício, garante a aprendizagem automatizada de determinados conhecimentos, que perdem conexões fortes se deixarem de ser repetidos.

Ademais, observando as provas Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), constata-se que a Finlândia, o país com maiores índices nessas provas em linguagem, matemática e ciências, vem decaindo em seus percentuais com o passar dos anos, mesmo ainda apresentando alto desempenho. Tanto para os especialistas locais quanto para o ministro da educação do país, que investigam as causas que levaram a essa queda de indicadores, as hipóteses são as mesmas: a flexibilização dos currículos que implementaram projetos interdisciplinares em vez de divisão tradicional que prioriza as técnicas específicas de cada disciplina; o aumento da digitalização escolar notando-a como distratora, causadora de ansiedade, alterações no sono e diminuição da capacidade de concentração; mudanças demográficas e econômicas colocando parte da população e de novos imigrantes em pressupostos de vulnerabilidade e desigualdade; aumento da burocracia docente; e crise orçamentária que reduz gastos com educação (Tenente, 2025). Portanto, para superar essa queda, o governo da Finlândia pretende proibir os celulares em sala de aula; aumentar a carga horária de linguagens e matemática sem abandonar a educação por projetos; contratar mais professores para a educação especial, garantindo a inclusão e apoio aos docentes titulares; aumento do número de profissionais de educação física para combater os efeitos do sedentarismo e o uso intenso de tecnologias digitais; expandir a coleta de dados sobre o ensino em cada escola; e estabelecer programas de apoio para estudantes com dificuldades, especialmente para os estrangeiros que não possuem domínio da língua corrente (Tenente, 2025).

Destaca-se que os diferentes quesitos que determinam a qualidade obtida em uma prova de proficiência que, mesmo presumindo-se de conhecimentos específicos de cada área, sem a devida possibilidade de expansão para campos reais que exigem mais de um tipo de conhecimento e de mais de uma área do saber, precisam ser observados. Quando se parte para uma educação mais complexa e abrangente, nota-se que certas avaliações de proficiências em uma determinada disciplina não são suficientes para expressar a qualidade e as situações vivenciadas, preocupando e requerendo interações e recursos diversos para solucioná-los. Mudar estratégias para aprender amplamente e para transformar situações deve vir acompanhado de mudanças na forma como se avalia e como se processam os resultados. Por isso, limitar as aprendizagens a focalizações de conteúdos que são cobrados quase que igualmente

em testes obstrui a capacidade criativa, a possibilidade de mudanças, a relação crítica, a ação, a reflexão e a busca do saber (Freire, 2020, 2022).

Interpreta-se que a educação matemática tem também objetivos de gerar capacidades flexíveis para buscar informações além daquilo que foi proposto, identificando relevâncias, organizando criticamente, avaliando, generalizando e incorporando novos conceitos (Cosenza; Guerra, 2011) a suas soluções. Reconhece-se, com isso, a importância da educação como prática libertadora que entende a necessidade de certos limites, mas que não a fecha em especificidades burocráticas de depósitos e devoluções, atribuindo valor à disciplina saudável do corpo e da mente para transformar e transpor, em que, sem ela, o trabalho intelectual não acontece (Freire, 2024a).

Enquanto impulso explorador da curiosidade infinita e de refinamento do sistema de alerta, em que ajustes corporais e comportamentais são pretendidos (Lent, 2010; Bear; Connors; Paradiso, 2017; Damásio, 2011; Diamond, 2013) para estabelecer cenários de disciplina do corpo e da mente, em que se postergam determinadas recompensas, regulando e atuando sobre si (cognitiva e emocionalmente) (Dias; Seabra, 2013) e perseguindo padrões éticos (Cosenza; Guerra, 2011), a educação matemática, junto com outros campos do saber, auxiliam bem mais do que o desenvolvimento de habilidades, promovendo também consciência sobre o mundo e suas formas de agir nele. Permitem, assim, a resolução de problemas complexos, perante a flexibilidade cognitiva desencadeada e o modular das práxis a serem exercidas no e com o mundo. Para tanto, na práxis exercida pelos sujeitos em que atua a linguagem, o pensamento, a análise sobre o seu trabalho, pode-se refletir sobre si e sobre sua atividade buscando a superação de limites, interagindo com os outros e com o mundo (Freire, 2022). Pela problematização da realidade e da prática docente, cujas condições concretas se conectam às intelectuais, conduzindo a práticas mais transformadoras e questionadoras, iluminadas por teorias que entram no diálogo e na dialeticidade dos quefazeres, possibilitam a criação e a recriação do mundo e de si próprio (Freire, 2005, 2022), flexibilizando a cognição por ampliar as barreiras dos conhecimentos e permitir-lhes sentidos conscientes.

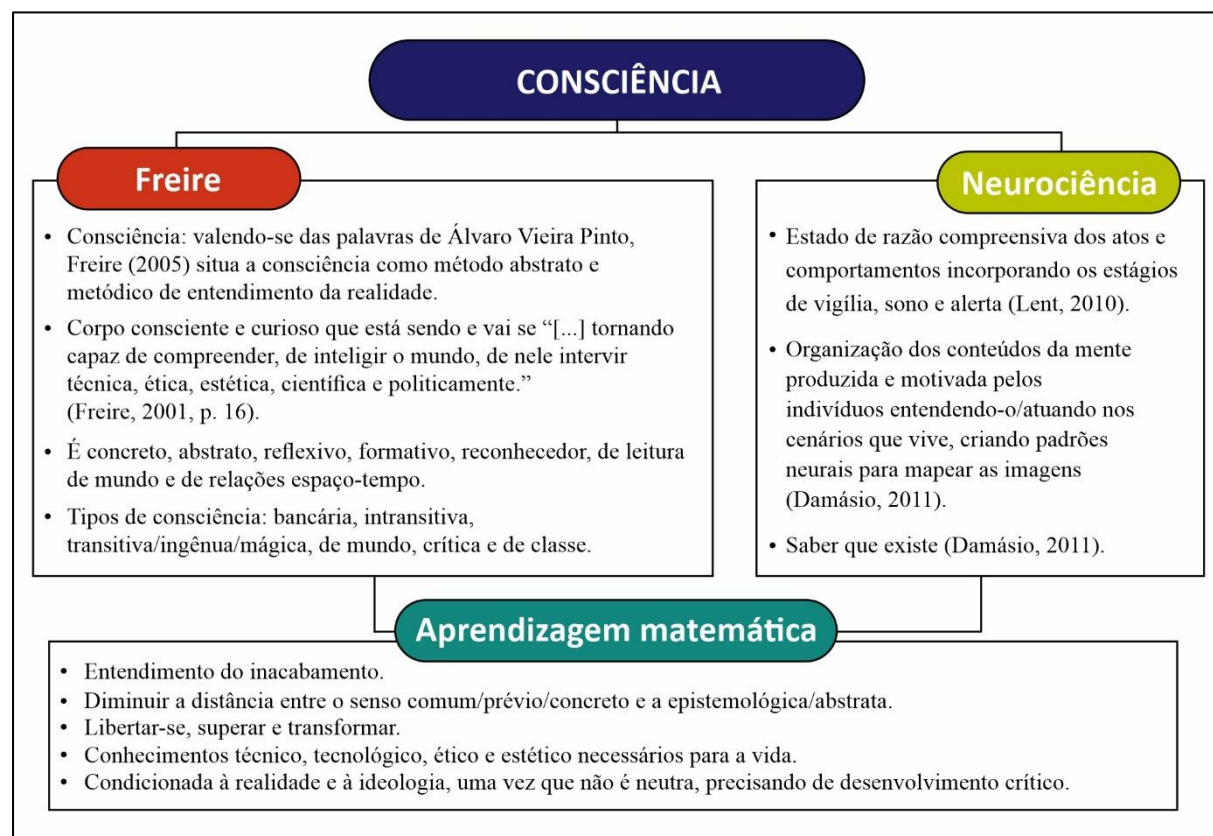
As práticas docentes de matemática precisam optar por questões relativas a essas tomadas de consciência mais amplas, haja vista que a falta de desenvolvimento relativo ao planejamento, à memória de trabalho, à ação-decisão, disciplina e flexibilidade, na educação básica formal, perde a oportunidade de amadurecimento do

córtex pré-frontal – córtex responsável por essas ações – contribuindo para o desenvolvimento de sujeitos desatentos, impulsivos, com dificuldades de planejamento, de concluir o que começaram e de se engajar em comportamentos complexos, interferindo na regulação emocional/sentimental como um todo (Dias; Seabra, 2013). Dessa forma, a prática educativa almejada precisa fornecer estrutura para um ensino e aprendizagem mais pautado em apresentar as descobertas e incentivar a criatividade que deixa o estudante livre para perceber que existe muito mais para descobrir (Dehaene, 2022).

Compete, interpretando os escritos de Freire, aprender para se libertar e libertar para aprender, sabendo que uma não chega sem a outra, por meio de problematizações e conhecimento crítico, reconhecendo falhas e erros para superá-los, em que são desveladas as camadas do conhecimento, entrelaçando-se a uma consciência crítica, conforme Figura 6.

Figura 6

Consciência (Autores, 2025).



A consciência que, do ponto de vista do conhecimento matemático, passa a diminuir gradualmente a ignorância, se faz diante das formulações de teorias sobre o mundo exterior, dadas pela observação e análise, inferindo, raciocinando por meio de probabilidades, retornando as observações até sua plausibilidade (Dehaene, 2022).

Com isso exige-se uma educação matemática reflexiva em que o envolvimento de seus

sujeitos (alunos, professores, funcionários, gestão, comunidade escolar) e na intencionalidade do conhecimento, enquanto comportamentos mentais e físicos, implica no construto da cidadania, em que o conhecimento se ajusta ao próprio processo de aprender (Skovsmose, 2008; D'Ambrosio, 2014; Freire, 2001). Aprender que, portanto, é transformação sobre o que se aprendeu em reinvenção e aplicação, constituindo-se como um desafio mental de ir além da pura adaptação, transcorrendo a intervenção e a recriação (Freire, 2022, 1996), seja ela da realidade ou do próprio conhecimento (Dehaene, 2022). É construir autonomias, processos de amadurecimento de si para vir a ser em contraste com um mundo em transformação (Freire, 1996). É, portanto, um estar atento e um fazer-se livre para atuar e vir a ser sujeito de si, para si e para o mundo.

Considerações finais

Para que as finalidades da educação matemática sejam atendidas faz-se necessário ir além da arquitetura da matemática. Demonstrar e formalizar seus conhecimentos; ser uma estratégia para atingir o seu próprio potencial e colaborar com o bem comum, representando a realidade de maneira parcial ou globalmente; ser parte do desenvolvimento tecnológico e decisório; raciocinar; construir situações hipotéticas; investigar para chegar ao nível abstrato; libertar; responsabilizar-se; complexificar o conhecimento; promover o pensamento; promover ideias; e contribuir para o planejamento e para o desenvolvimento da sociedade (Arlø; Skovsmose, 2006; D'Ambrosio, 1986, 2014; Skovsmose, 2013a). A análise e correlação dos escritos de Freire, da educação matemática e da neurociência cognitiva fazem emergir como proposição a urgente necessidade de criar cenários que levem os alunos a assumirem a condução e responsabilidade por suas aprendizagens; refletir sobre o conhecimento e suas aplicações; estar de acordo com os contextos dos educandos; permitir o desenvolvimento da equidade e da justiça social; propor metodologias de intervenção, descoberta intencionada, curiosidade e surpresa; buscar o esforço diante de um ambiente acolhedor, respeitoso, que valoriza o outro como um todo; gerar atenção compartilhada, dedicação, metacognição e práxis amplificadas.

Com vistas nisso, pode-se depreender que a educação matemática é complexa, assim como todas as outras áreas da educação, encontrando-se na tensão entre o conhecimento inato, aprendido, técnico e político. Portanto, ampliá-la com a educação básica é essencial, apostando no desenvolvimento da consciência crítica para

interpretar e transformar a realidade, em que a interação entre os sujeitos os exemplifica como seres biológicos, históricos e culturais.

Referências

- Alrø, H.; Skovsmose, O. (2006). *Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Andrade, L. A. B.; Silva, E. P. (2005). O conhecer e o conhecimento: comentários sobre o viver e o tempo. *Ciências & Cognição*, (4), 35-41. <http://www.cienciasecognicao.org/>.
- Bear, M. F.; Connors, B. W.; Paradiso, M. A. (2017). *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Corso, L. V.; Dorneles, B. V. (2012). Qual o papel que a memória de trabalho exerce na aprendizagem da matemática? *Bolema*, v. 26, n. 42b, abr. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2012000200011>.
- Cosenza, R; Guerra, L. (2011). *Neurociência e educação*. Artmed Editora.
- D'Ambrosio, U. (1986). *Da realidade à ação: reflexões sobre educação matemática e educação matemática*. 6. ed. São Paulo: Summus editora.
- D'Ambrosio, U. (2014). *Educação Matemática: da teoria à prática*. 23. ed. 2. reimp. Campinas, SP: Papirus.
- Damásio, A. (1996). *O Erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Dehaene, S. (2016). *El cerebro matemático: Cómo nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente*. 1. ed. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Dehaene, S. (2022). *É assim que aprendemos: por que o cérebro funciona melhor do que qualquer máquina (ainda...)*. São Paulo: Editora Contexto, 2022.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, (64), 135-168. <https://shre.ink/bHkV>.
- Dias, N. M.; Seabra, A. G. (2015). Funções executivas: desenvolvimento e intervenção. *Estudos Interdisciplinares em Psicologia*, (1) 80-95. <https://shre.ink/b2z4>
- Freire, P. (1967). *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra, Rio de Janeiro.
- Freire, P. (2001). *Política e educação: ensaios*. 5. ed. São Paulo: Cortez.
- Freire, P. (2005). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (2020). *Educação e mudança*. 41. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (2022). *Extensão ou comunicação?* 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (2024a). *Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (2024b). *Pedagogia da indignação*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

- Freire, P.; D'Ambrosio, U.; Mendonça, M. (1997). A Conversation with Paulo Freire. *For the Learning of Mathematics*, Canadá, v. 17, n. 3, p. 7-10, nov. 1997. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40248246>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios*. Rio de Janeiro: Atheneu.
- Maturana, H.; Varela, F. J. (2001). *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena.
- Nicolelis, M. (2020). *O verdadeiro criador de tudo: como o cérebro humano moldou o universo tal como o conhecemos*. São Paulo: Editora Crítica.
- Pinto, N. B. (1998). O erro como estratégia didática no ensino da matemática elementar. Tese (Doutorado em Didática) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. DOI:10.11606/T.48.1998.tde-12022015-151819.
- Skovsmose, O. (2008). *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas/SP: Papirus.
- Skovsmose, O. (2013a). *Educação Crítica: Incerteza, Matemática e Responsabilidade*. Ed. Cortez, São Paulo.
- Skovsmose, O. (2013a). *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. 6. ed. Campinas/SP: Papirus.
- Tenente, L. (2025). *Antes 'melhor do mundo', Finlândia vê desempenho dos alunos cair e tenta encontrar erro; modelo inspirou Brasil*. Jornal G1. <https://shre.ink/bHTb>.