



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE MATEMÁTICA-LICENCIATURA

SEMAR BRUNO GALINDO PEREIRA

NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: sequência didática envolvendo conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu

CARUARU

2023

SEMAR BRUNO GALINDO PEREIRA

NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: sequência didática envolvendo conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de matemática - licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em matemática.

Área de concentração: Ensino
(Matemática)

Orientador(a): José Ivanildo Felisberto de Carvalho

CARUARU

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Pereira, Semar Bruno Galindo.

Neurociência aplicada à educação matemática: sequência didática envolvendo conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu / Semar Bruno Galindo Pereira. - Caruaru, 2023.

70 : il.

Orientador(a): José Ivanildo Felisberto de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Matemática - Licenciatura, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Cognição. 2. Emoção. 3. Psicologia da educação. 4. Formação de conceitos. 5. Espiral da aprendizagem. I. Carvalho, José Ivanildo Felisberto de. (Orientação).

II. Título.

510 CDD (22.ed.)

SEMAR BRUNO GALINDO PEREIRA

NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: sequência didática envolvendo conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de matemática - licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em matemática.

Aprovada em: 04/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Ivanildo Felisberto de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Jaqueline Aparecida Foratto Lixandrão Santos (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Doutorando Alexander Cavalcanti Valença (Examinador Externo)
Universidade de São Paulo

Dedico este trabalho a minha mãe, Maria José.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu agradeço ao Universo por estar onde estou e por ter conseguido chegar até aqui.

Agradeço a minha mãe, Maria José, por ter sempre lutado tanto por nós e por sempre me incentivar a estudar e a ler desde criança e por sempre estar ao meu lado. Ao meu irmão, Miguel Emanuel, que mesmo criança me ensina de modos verbais e não verbais. Ao meu padrasto, Walter Emanuel, que mesmo analfabeto, sempre me ensinou habilidades que não estão em nenhum currículo. Amo vocês!

Agradeço a minha noiva, Letícia Santana, por também sempre estar ao meu lado, por crescer comigo, por me ensinar assuntos que poderia não ter contato, por me auxiliar a ser uma pessoa melhor. E por sempre lutarmos em busca da transformação da sociedade para que todos possam ter condições dignas. Te amo!

Agradeço aos meus amigos que conheci na UFPE/CAA, que iniciaram o curso comigo e que espero sempre estar ao lado deles: Gabriel Lima, Douglas Sena, Jorge Silva e Letícia Santana (você novamente).

Agradeço ao meu orientador, Ivanildo Carvalho, por sempre me fazer um educador melhor e por trazer discussões muito importantes no grupo Aya Sankofa e no projeto de extensão sobre teatro de mamulengos, MatemÁfrica, por compartilhar alguns momentos não acadêmicos que também são importantes para a vida. Evoé!

Aproveito para agradecer aos participantes do grupo Aya Sankofa e do MatemÁfrica.

Agradeço aos participantes da pesquisa que aceitaram fazer parte dessa vivência e das reflexões.

Agradeço ao meu amigo, Augusto Vinícius, por me fazer refletir, por me ensinar a ser um pedagogo e por sua amizade. Aos meus colegas, amigos, primos e tias que me ajudaram de forma que nem imaginam, como com internet, partes de computador, descontração e festividades.

Agradeço a banca, Alexander Valença e Jaqueline Lixandrão, por ter aceitado fazer parte desse processo e por todas contribuições acadêmicas e sociais que fazem.

Agradeço a existência do auxílio estudantil, sem isso, eu poderia nem ter prosseguido no curso. Também, as bolsas acadêmicas e ao Restaurante Universitário. Lutamos pela melhoria, mas podemos agradecer o que já conquistamos,

Agradeço a todos os professores que tive na educação básica e superior. Em especial a minha professora do ensino médio, Manuela Lima, por ser uma professora de matemática muito afetuosa e amorosa, por demonstrar isso para todos que a cerca. Você é uma referência na minha vida e profissão! Também ao professor, Ivânio Mello, que despertou em mim a vontade de ler livros com discussões e com atividades diferentes que me dão ideias para construir as minhas aulas. Aos porteiros, cozinheiros, professores, gestores, coordenadores, secretários e outros educadores.

Agradeço aos ancestrais, ao movimento negro e a todos que lutaram para que eu pudesse estar aqui.

A academia não é o paraíso. Mas o aprendizado é um lugar onde o paraíso pode ser criado. A sala de aula, com todas as suas limitações, continua sendo um ambiente de possibilidades. Nesse campo de possibilidades temos a oportunidade de trabalhar pela liberdade, de exigir de nós e dos nossos camaradas uma abertura da mente e do coração que nos permita encarar a realidade ao mesmo tempo em que, coletivamente, imaginamos esquemas para cruzar fronteiras, para transgredir. Isso é a educação como prática da liberdade. (hooks, 2013, p. 273).

RESUMO

A neurociência aplicada à educação é uma área que explica alguns processos de aprendizagem que ocorrem no cérebro e também os aspectos emocionais e afetivos. Por meio do seu estudo, podemos perceber possibilidades de práticas com múltiplas representações de conceitos e sequências didáticas, com a utilização de outros termos. Além disso, com essas múltiplas representações é possível incorporar, nas aulas de matemática, africanidades e jogos matemáticos africanos como também uma forma de implementar a Lei n. 10.639/03. Desse modo, temos como problema de pesquisa: quais são as considerações de um grupo de licenciandos em matemática a partir de uma vivência em uma sequência didática com afetividade e múltiplas representações sobre alguns conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu? E como objetivo investigar com um grupo de licenciandos em matemática a realização da sequência didática com afetividade e múltiplas representações sobre conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu.. Para chegar nesse objetivo, traçamos o caminho metodológico e classificamos nossa pesquisa em básica, qualitativa, descritiva. Assim, utilizamos como procedimento técnico e instrumentos para construção de dados, um levantamento feito por meio de seis questões reflexivas aplicadas antes e durante a vivência de três etapas de uma sequência didática envolvendo os conceitos de altura de um triângulo, ponto médio, interseção e triângulo isósceles. A pesquisa foi realizada com 11 estudantes de uma turma do curso de matemática-licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico do Agreste (UFPE – CAA). Temos como principais referenciais teóricos: Amaral e Guerra (2022) e Cosenza e Guerra (2011) que escrevem sobre neurociência e educação; Zabala (2014) e Oliveira (2013) que discutem sequência didática e outros assuntos educacionais; Duval (2012), Prain e Waldrip (2006) e Tytler, Prain e Peterson (2007) que escrevem sobre múltiplas representações; Zaslavsky (2000) e Attie (2022) para a discussão sobre o jogos africanos, especificamente o Tsoro Yematatu; Freire (1996) que escreve sobre a pedagogia, cognição e afetividade e outros autores. Por fim, nas considerações finais, destacamos que os estudantes compreenderam que a sequência apresentada favorece o desenvolvimento de conceitos, como interseção geométrica, a construção do conhecimento e construção dos significados desses conceitos matemáticos.

Palavras-chave: cognição; emoção; psicologia da educação; formação de conceitos; espiral da aprendizagem.

ABSTRACT

Neuroscience applied to education is an area that explains some learning processes that occur in the brain, as well as emotional and affective aspects. Through its study, we can perceive possibilities for practices with multiple representations of concepts and didactic sequences, using different terms. Furthermore, with these multiple representations, it is possible to incorporate african perspectives and african mathematical games in mathematics classes as a way to implement Law No. 10.639/03. Therefore, our research problem is: What are the considerations of a group of mathematics education students based on their experience with a didactic sequence involving affectivity and multiple representations regarding some concepts of the african game Tsoro Yematatu? And our objective is to investigate the implementation of a didactic sequence involving affectivity and multiple representations regarding the concepts of triangles in the african game Tsoro Yematatu with a group of mathematics education students. To achieve this objective, we have outlined the methodological path and classified our research as basic, qualitative, and descriptive. Thus, we used as a technical procedure and instruments for data construction, a survey made through six reflective questions applied before and during the experience of three stages of a didactic sequence involving the concepts of height of a triangle, midpoint, intersection and triangle isosceles. The research was conducted with 11 students from a mathematics education class at the Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico do Agreste (UFPE – CAA). Our main theoretical references are Amaral and Guerra (2022) and Cosenza and Guerra (2011), who write about neuroscience and education; Zabala (2014) and Oliveira (2013), who discuss didactic sequences and other educational subjects; Duval (2012), Prain and Waldrup (2006), and Tytler, Prain, and Peterson (2007), who write about multiple representations; Zaslavsky (2000) and Attie (2022) for the discussion of african games, specifically Tsoro Yematatu; and Freire (1996), who writes about pedagogy, cognition, affectivity, and other authors. Finally, in the concluding remarks, we highlight that the students understood that the presented sequence favors the development of concepts such as geometric intersection, the construction of knowledge, and the construction of the meanings of these mathematical concepts.

Keywords: cognition; emotion; educational psychology; concept formation; learning spiral.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, SEQUÊNCIA DIDÁTICA E FORMAÇÃO DE CONCEITOS	16
3.1	NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	16
3.2	FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS	29
3.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA E NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO	31
4	ALGUMAS ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM: PRÁTICA DE LEMBRAR, ANOTAR E MEMÓRIA DE AULA.....	35
5	JOGO AFRICANO TSORO YEMATATU.....	40
5.1	JOGOS, A CONSTRUÇÃO DE JOGOS MATEMÁTICOS E JOGOS AFRICANOS	40
5.2	O JOGO AFRICANO TSORO YEMATATU E CONCEITOS ENVOLVENDO TRIÂNGULOS	41
6	METODOLOGIA	45
6.1	DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	47
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	53
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

As discussões acerca do ensino, atualmente, se sobressaem às discussões sobre o processo de aprendizagem. Sendo o conceito de aprendizagem mais difícil de ser explicado e entendido. A aprendizagem está ligada aos processos cognitivos e ao mesmo tempo comportamentais que um indivíduo modifica e agrega aos seus conhecimentos e próprio universo. Pela ligação que a aprendizagem tem com o cérebro, áreas que se interessam pelo funcionamento do mesmo, como a neurociência e a psicologia, estudam e analisam como funcionam, à nível cerebral, os processos quando um indivíduo está “aprendendo”. Mas, como aprender não é apenas visualizar uma vez algo e conseguir guardar aquela informação por muitos anos, deve-se atentar em como esta informação foi apresentada, entendida e consolidada para e no indivíduo.

Hoje em dia, vários cursos de graduações, pós-graduações, cursos livres e vídeos de plataformas digitais abordam o tema de Neurociência aplicada à educação. Como a Neurociência e a psicologia cognitiva lidam com o processo da cognição, de como o conhecimento é construído, entendido e permanecido, neste trabalho, trazemos autores que discutem o tema, sendo estes de várias áreas. Reconhecemos a necessidade de se apropriar de estudos mais especializados sobre a área da neurociência em relação aos processos de ensino-aprendizagem. O que nos move é a curiosidade para estudar um dos órgãos mais complexos e para tentar encontrar relações e possíveis práticas pedagógicas que podem ser incorporadas ao ensino-aprendizagem.

Dessa forma, esse trabalho surgiu da inquietação de entender como aprender a aprender e a possibilidade de utilizar estudos relacionados a temática na prática pedagógica e de forma mais generalizada, que estes conhecimentos possam ser utilizados na maioria dessas práticas pedagógicas futuras.

Temos como temática a neurociência aplicada à educação matemática e ela surge depois dos vários contatos em formações complementares, como cursos, vídeos e textos, que tive ao decorrer da minha vida acadêmica¹, também pelas discussões e ações que tive no grupo Aya Sankofa de estudos decoloniais e

¹ Em alguns momentos será utilizada a primeira pessoa do singular, por se tratar de considerações específicas do autor deste trabalho.

afrocentrados, onde foi instigado o contato com as africanidades relacionadas principalmente com a educação e pela falta de aplicabilidade da Lei n. 10.639/03 que explicaremos mais à frente.

A escolha do foco da pesquisa se deu ao conhecer pela primeira vez a sequência didática no grupo Aya Sankofa; ao ter ideias de fazer construções de materiais na plataforma GeoGebra envolvendo triângulos; ao apresentar trabalhos com a temática de triângulos e GeoGebra; ao participar de um curso de extensão que envolvia triângulos e sequência didática; por estar sempre estudando sobre neurociência. Assim, a questão surge também do contato com a temática e com a necessidade de ouvir e compreender considerações de licenciandos acerca de estudos teóricos que realizamos.

Nosso principal embasamento se dá por: Amaral e Guerra (2022) e Cosenza e Guerra (2011) que escrevem sobre neurociência e educação, por eles envolverem grande quantidade dos termos da cognição; Zabala (2014) e Oliveira (2013) que discutem sequência didática e outros assuntos educacionais; Duval (2012), Prain e Waldrip (2006) e Tytler, Prain e Peterson (2007) que escrevem sobre múltiplas representações; Zaslavsky (2000) e Attie (2022) para a discussão sobre o jogos africanos, especificamente o Tsoro Yematatu; Freire (1996) que escreve sobre a pedagogia, cognição e afetividade e outros autores.

Para o trabalho em questão, teremos o seguinte problema: quais são as considerações de um grupo de licenciandos em matemática a partir de uma vivência em uma sequência didática com afetividade e múltiplas representações sobre conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu? Diante disso, nossos objetivos serão apresentados no próximo tópico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar com um grupo de licenciandos em matemática a realização da sequência didática com afetividade e múltiplas representações sobre conceitos de triângulo do jogo africano Tsoro Yematatu.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar e discutir questões reflexivas e uma sequência didática envolvendo a afetividade e as múltiplas representações de conceitos do triângulo por meio do jogo africano Tsoro Yematatu;
- Analisar as considerações de um grupo de licenciandos em matemática na realização da sequência didática por meio de questões reflexivas.

3 NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, SEQUÊNCIA DIDÁTICA E FORMAÇÃO DE CONCEITOS

3.1 NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A neurociência é uma área científica e interdisciplinar que estuda o sistema nervoso, do sistema central ao periférico, ou seja, estuda a comunicação entre o encéfalo e as outras partes do corpo. Sendo essa área interdisciplinar, na educação, “[...] [as neurociências] não propõem uma nova pedagogia nem prometem soluções definitivas para as dificuldades da aprendizagem” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 142-143), elas podem dar uma nova forma de enxergar, validar e fundamentar algumas práticas pedagógicas, pois “estratégias pedagógicas que respeitam a forma como o cérebro funciona, tendem a ser mais eficientes” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 4).

Conhecer a organização e as funções do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos da linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas contribui para o cotidiano do educador na escola, junto ao aprendiz e à sua família. (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 143).

Existem algumas teorias da aprendizagem que se relacionam com a cognição. Também, a aprendizagem pode ser cognitiva, afetiva e psicomotora, cada uma com foco maior em uma área, mas sempre se relacionando uma com a outra (MOREIRA, 1999). Além disso, de forma mais implícita, alguns valores, visões de mundo, ou preferencialmente filosofias, dão base para as teorias da aprendizagem. Elas são divididas em comportamentalista (behaviorismo), humanista e cognitivista. Em nosso trabalho focaremos nas filosofias humanista e mais ainda, na cognitivista.

Na filosofia humanista, porque segundo Moreira (1999) há uma importância integral no estudante, seus sentimentos, pensamentos e ações. Entendemos que a afetividade é um aspecto bastante importante no processo de ensino-aprendizagem, ela influencia na (des)motivação que o estudante tem sobre a escola e a aprendizagem, sobre o professor e a disciplina, principalmente na disciplina de matemática e que “a afetividade não se acha excluída da cognoscibilidade” (FREIRE, 1996, p. 72).

Os estudos sobre neurociência geralmente se relacionam com as emoções, sentimentos e de forma mais abrangente, mas não utilizando esse termo, afetividade. Amaral e Guerra (2022, p. 69), por exemplo, dizem que atribuímos “um valor afetivo aos estímulos recebidos”. Sobre afeto, Falcão (1986, p. 115, grifo do autor) afirma que “se você não consegue fazer um distanciamento em relação a algo, é porque este algo o *afetou*, despertou em você algum estado *afetivo*, que varia entre os pólos de prazer e desprazer”. Essa afetividade relacionada a matemática, pode estar associada aos polos que os estudantes têm entre prazer e desprazer sobre a própria disciplina, o professor e a escola de modo geral.

A pesquisa realizada por Hoyles (s.d. apud LINS, 2004, p. 93) aponta que “na grande maioria dos casos [os] alunos se colocavam em ‘gostar do professor e gostar da matéria’ ou em ‘não gostar do professor e não gostar da matéria’”. Assim, observamos a grande influência do professor em relação ao afeto que os estudantes têm por eles e pela matemática.

[...] os fatores afetivos são fundamentais: a disponibilidade mostrada ao aluno, o respeito e o afeto a ele transmitidos, a capacidade de mostrar-se acolhedor e positivo constituem os eixos em torno dos quais os alunos formam uma representação dos seus professores. (SOLÉ, 2009, p. 42)

Percebemos ao longo de nosso devir docente, em nosso processo de nos construirmos como professor, que alguns professores não se dispõem aos estudantes. Sabemos que na sala de aula temos muitos alunos e que fica difícil ter disponibilidade para todos de forma individual, mas podemos ter disponibilidade com aqueles que observamos que necessita mais. Essa afetividade também pode ser entendida como o nível de proximidade e a atenção que o professor dá aos estudantes.

Figura 1 – Rastreamento ocular de estudante em uma aula



Fonte: Brockington et al. (2018).

Pode-se observar na Figura 1 e no estudo de Brockington et al. (2018), que o contato visual tem um papel importante na interação professor-aluno. No estudo em questão, foi feito um vídeo do rastreamento ocular de um estudante e percebe-se que ele intercala entre olhar para o quadro e olhar nos olhos da professora. Assim, não podemos deixar de ter esse contato com os nossos alunos.

Chacón (2002) discute sobre a inter-relação entre cognição e emoção e que seja considerado os dois aspectos, o que o aluno pensa e sente, inclusive na matemática. A matemática geralmente é tratada como uma disciplina mais rígida, mas também podemos enxergar a parte mais afetiva dos estudantes. Amaral e Guerra (2022, p. 123) destacam que:

As emoções, entendidas também como um “filtro afetivo” das experiências vividas, são geradas pela atividade conjunta de redes neurais “emocionais” e “cognitivas”. Essa atividade cerebral permite ao indivíduo avaliar a relevância e constituir sentido sobre uma experiência vivenciada, por exemplo, sobre uma aula de Matemática. Para fazer essa avaliação, o cérebro do estudante considera as representações mentais já armazenadas, relacionadas a suas necessidades, desejos, metas, valores, bem-estar, relações sociais, percepção de si mesmo e da sua capacidade de lidar com a experiência.

Desse modo, o estudante tem uma representação mental de tudo aquilo que viveu com a disciplina de matemática e isso, pode influenciar como ele se sente diante da disciplina e dos seus professores.

Sobre emoção, Amaral e Guerra (2022, p. 123) ainda destacam que, “o resultado dessa avaliação [a relevância e o sentido sobre a experiência vivida] é o “sentimento” do estudante em relação à aula de Matemática, que pode levá-lo a sentir-se interessado, entediado, animado, ansioso, orgulhoso, envergonhado, capaz ou despreparado, por exemplo”.

Amaral e Guerra (2022) indicam quatro ações feitas pelo professor para envolver as emoções na aprendizagem, são elas: cuide do vínculo com os estudantes; desenvolva habilidades socioemocionais; crie um clima emocional positivo na sala de aula; e fique atento às emoções negativas.

É importante que o professor tenha como prática pedagógica o diálogo, esse diálogo precisa envolver a escuta atenta, uma abertura para curiosidade e para indagações (FREIRE, 1996). No diálogo entre professor e estudante, não é apenas o professor que deve falar, ele também precisa deixar que o estudante tenha voz, que diga o que sente, o que gosta, o que gostaria que o professor soubesse, suas dúvidas, e outros assuntos. Para hooks² (2013, p. 60), “o aspecto empolgante de criar na sala de aula uma comunidade onde haja respeito pelas vozes individuais é que o retorno é bem maior, pois os alunos se sentem, de fato, livres para falar - e responder”. Com essa liberdade, o estudante pode se sentir mais pertencente da escola e enxergá-la como um local acolhedor.

Sobre emoção e educação, Freire (1996, p. 24) afirma que,

Nenhuma formação docente verdadeira pode fazer-se alheada, de um lado, do exercício da criticidade que implica a promoção da curiosidade ingênua à curiosidade epistemológica, e do outro, sem o reconhecimento do valor das emoções, da sensibilidade, da afetividade, da intuição ou adivinhação.

Além de se preocupar com a afetividade, é importante que o professor tenha e promova a curiosidade epistemológica, que consiste em buscar entender a origem do conhecimento, para que os estudantes possam construir o conhecimento e os conceitos.

Quando ele [o professor] ouve atentamente e demonstra interesse pelas perguntas dos estudantes, ele passa duas mensagens importantes. Por um lado, ele reafirma que as perguntas são bem-

² bell hooks utiliza seu nome em minúsculo como um pseudônimo com intuito de seu texto ser mais importante do que a mesma. Ela é uma grande escritora que transgride com seu próprio nome e nos causa reflexão e indignação com algo tão simples.

vindas na sala de aula e, por outro, ele valoriza o estudante curioso. (AMARAL; GUERRA, 2022).

Ao analisar estudos de épocas diferentes, observa-se que falam praticamente da mesma coisa, nos mostram que nenhum conhecimento é superior e único, mesmo que um discuta a pedagogia e o outro neurociência e educação.

Algo também importante no processo de ensino-aprendizagem é o que ocorre internamente com o estudante, os problemas, dificuldades, as emoções e sentimentos negativos e positivos que o estudante sente em relações aos familiares, às amigas, à escola e até, em relação à disciplina.

A matemática geralmente é enxergada de forma negativa, desestimulante e causadora de medo. Quando se tem medo de algo é normal tentar fugir disso. Segundo Goldberg (2006 apud FERRAZ, 2014, p. 47), “[...] para evitar traumas [...] é necessário conhecer a individualidade de cada aluno, e reconhecer como o passado do indivíduo interfere no seu aprendizado”. Então, o professor precisa saber a relação que o estudante tem com a matemática, podendo ser por meio de observações, análise do que falam e de perguntas sobre a matemática. Tentar entender o medo dos estudantes, o que mais detestam e o porquê disso, pode transformar a forma do professor explorar e mostrar a matemática para eles.

A professora Schwartz (2016) desenvolveu uma atividade bastante simples com os seus estudantes, mas que cria um vínculo afetivo profundo. A atividade consiste em fazer a seguinte pergunta para os estudantes: o que eu gostaria que meu professor soubesse? Com as respostas a essa pergunta é possível construir estratégias e materiais para a sala de aula, como também é possível tornar o local mais prazeroso (TOLENTINO, 2018). Na construção dos materiais, os professores podem colocar referências que sabem que alguns estudantes conhecem e gostam, como também, saber um pouco do que vivenciam fora da escola. De acordo com hooks (2013, p. 25), é preciso “ensinar de um jeito que respeite e proteja as almas de nossos alunos é essencial para criar as condições necessárias para que o aprendizado possa começar do modo mais profundo e mais íntimo”.

A emoção, principalmente positiva, é um fator importante para a consolidação dos conhecimentos. Assim, a escola tem que ser um ambiente acolhedor, se preocupar com as emoções e os sentimentos dos estudantes, além de estimulá-los positivamente. Cosenza e Guerra, (2011, p. 80), nesse sentido, dizem que:

[...] é importante que o ambiente escolar seja planejado de forma a mobilizar as emoções positivas (entusiasmo, curiosidade, envolvimento, desafio), enquanto as negativas (ansiedade, apatia, medo, frustração) devem ser evitadas para que não perturbem a aprendizagem.

E continuam:

[...] o ambiente escolar deve ser estimulante, de forma que as pessoas se sintam reconhecidas, ao mesmo tempo em que as ameaças precisam ser identificadas e reduzidas ao mínimo, [...] seja [...] estimulante e alegre, mas que permita o relaxamento e minimize a ansiedade. (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 84).

Para isso, Cosenza e Guerra (2011, p. 84) dizem que “na sala de aula, são importantes os momentos de descontração, e para isso pode-se fazer uso do humor, das artes e da música nos momentos adequados.” Portanto, o professor pode propiciar momentos de desinibição, independente da disciplina que venha a lecionar para manter uma relação positiva entre estudante e todo o meio educacional. É possível ser por meio da meditação, pedindo para eles fecharem os olhos, relaxarem por alguns minutos e sentirem o ambiente, ou simplesmente, ficarem em silêncio sem fazer nada, isso pode servir como descontração.

A filosofia cognitivista também tem como foco tratar de processos mentais, como “[...] atribuições de significados, da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição” (MOREIRA, 1999, p. 15) e como os estudantes adquirem, constroem, e formam conceitos (D’AMORE, 2007; MIZUKAMI, 1986; PAIS, 2016; ZABALA, 2014).

Nosso cérebro é composto por bilhões de neurônios que são células nervosas que tem como principal função receber e enviar informações através de impulsos elétricos. Também, “existem diferentes circuitos neurais – conjuntos de neurônios, conectados entre si por meio de estruturas denominadas sinapses” (AMARAL; GUERRA, 2022, p. 26). A sinapse é o espaço entre um neurônio e outro e, onde ocorre a comunicação entre eles (COSENZA; GUERRA, 2011). Esses neurônios surgem ao longo de nossas vidas e também podem desaparecer. Eles são compostos por dendritos, que se assemelham a tentáculos, prolongamentos, que servem para fazer sinapses com outros neurônios. A essa mudança que ocorre com os nossos neurônios é denominada de neuroplasticidade (COSENZA; GUERRA, 2011). Amaral e Guerra (2022, p. 36) afirmam que:

Aprendizagem ocorre a partir da reorganização de sinapses, de circuitos e de redes de neurônios, interconectados e distribuídos por todo o cérebro, o que envolve e também promove o desenvolvimento de funções mentais, tais como atenção, emoção, motivação, memória, linguagem e raciocínio lógico-matemático.

Ou seja, como falamos em neuroplasticidade, ao longo do tempo vamos fazendo e desfazendo conexões entre neurônios e essa reorganização também é a aprendizagem à nível cerebral.

Há alguns processos que Cosenza e Guerra (2011) consideram bastante importantes: a repetição, a elaboração e a consolidação. Posteriormente, Amaral e Guerra (2022) acrescentam o processo da recordação. Estes processos pode ser associado a sequência didática, pois “a repetição corresponde ao uso repetido da informação, e a elaboração diz respeito à associação da informação com registros já existentes no cérebro” (AMARAL; GUERRA, 2022, p. 79). Em suma, repetir e elaborar o conteúdo novamente é uma forma de aprendizagem significativa., pois,

[...] quantas vezes mais se repetir essa atividade, o quanto mais ligações ou “ganchos” forem estabelecidos com informações disponíveis no cérebro, melhor será, pois o registro vai se fixar de forma mais permanente. (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 62).

A consolidação ocorre principalmente durante o sono. Ao dormir podemos chegar ao sono profundo e nosso cérebro continua ativo e é feito o trabalho de manter ou desfazer conexões, como também é feita a limpeza de algumas toxinas. Além disso, “é preciso ter em mente que a aprendizagem definitiva só se fará com a formação e estabilização de novas conexões sinápticas, o que requer tempo e esforço pessoal” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 58).

Alguns professores apresentam o conteúdo uma, ou poucas vezes e afirmam que os estudantes já aprenderam aquilo, ou que já aprenderam isso em anos anteriores. Esquecem de avaliar se os estudantes de fato entenderam os conceitos antes de partir para diversas atividades. De acordo com a neurociência, poderia haver um maior tempo e contato dos estudantes com o conteúdo, os conceitos, para que eles fossem melhor aprendido.

O processo de aprendizagem está fortemente ligado com a memória. Elas passam pelo processo de registro, entendimento e armazenamento. Para potencializar aprendizagem é necessário que se utilize os sentidos do corpo humano, quanto mais sentidos forem utilizados, mais fácil pode ser essa construção e a lembrança do que foi vivido.

[...] é importante e útil aproveitar, sempre que possível, mais de um canal sensorial de acesso ao cérebro. Além do processamento verbal, usar os processamentos auditivo, tátil, visual ou mesmo o olfato e a gustação. Além do texto, é bom fazer uso de figuras, imagens de vídeo, música, práticas que envolvam o corpo, etc. (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 63).

O professor pode utilizar de recursos que potencializem os sentidos para construir as aulas de matemática. Pensando na matemática, em específico, isso pode estar associado aos estudos sobre múltiplas representações. Para Duval (2012) as várias representações da matemática servem para dar acesso aos objetos matemáticos, como para os comunicar. O autor ainda acrescenta que “as diversas representações semióticas de um objeto matemático são absolutamente necessárias” (DUVAL, 2012, p. 268).

As múltiplas representações estão associadas a representar um mesmo conceito de várias formas, como verbal, gráfica e numérica, e de forma repetida (PRAIN; WALDRIP, 2006; TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007). E tem como “[...] objetivo [...] o estudante apropriar-se do significado de um conceito [...]” (BONI; LABURÚ, 2017, p. 388). Duval (2012, p. 270) também se aproxima das múltiplas representações ao dizer que “é essencial, na atividade matemática, poder mobilizar muitos registros de representação semiótica (figuras, gráficos, escrituras simbólicas, língua natural, etc...) no decorrer de um mesmo passo, poder escolher um registro no lugar de outro”. Então, temos variados estudos que indicam a utilização das múltiplas representações de conceitos e que eles sejam repetidos e que se priorize o que eles significam. Como prezamos pelo significado dos conceitos matemáticos e pelas múltiplas representações, podemos utilizar os dicionários para ser uma dessas representações.

O professor pode apresentar as várias representações que um único objeto matemático pode ter, como também utilizar de materiais manipulativos que utilizem

do tato, material digital, como vídeo e GIFs³, que utilizem da visão e/ou audição para entender o que está acontecendo na animação. É importante que também estimule o estudante “passear” nas representações dos objetos matemáticos. A plataforma GeoGebra pode ser um bom aliado, pois tem muitas janelas para visualizações, como 2D, 3D, de álgebra, de cálculo simbólico, a planilha e etc. Por meio dessa plataforma é possível fazer muitas construções e mostrar as várias representações de um objeto matemático, como também mostrar a animação e a movimentação do objeto. De acordo com Zabala (2014, p. 236), “[...] [As] imagens ou ilustrações [...] [ajudam] na elaboração e na construção de conceitos [...] facilitam o diálogo em classe e ajudam a centrar a atenção [...]”. Além disso, é possível utilizar as ferramentas do GeoGebra para dar significado aos conceitos e termos que eles representam. Os GIFs podem ser feitos no próprio GeoGebra para dar uma maior dinamicidade e sentido aos estudantes. Também, é possível pelo GeoGebra construir atividades contendo: textos, links, vídeos, janelas do GeoGebra, pdfs e etc.

Cosenza e Guerra (2011) explicam que o registro da nossa memória é fragmentário, ou seja, nosso cérebro guarda as informações sensoriais e verbais em várias partes dele, como um som, uma cor, um nome, uma sensação e são feitos vários circuitos dessas informações. Assim dizendo, há um circuito para os sons de determinada informação, há um circuito para as sensações táteis sentidas com determinado objeto. Esses circuitos podem se conectar entre si e pode chegar ao ponto dessas informações acessarem o circuito maior, a essência, o conceito.

Amaral e Guerra (2022) chamam esse registro complexo e único em cada ser, de representação mental. É como se uma coisa levasse a outra; como escutar um miado ou ler a palavra miado e já vir à mente várias lembranças e representações pessoais que você experienciou com o conceito de gato. Como afirmam Cosenza e Guerra (2011, p. 67) “a ativação de um dos circuitos produz a ativação simultânea dos demais, resultando no acesso do registro integral do conceito”.

As informações na memória explícita [memória consciente] são organizadas sob a forma de redes. Um determinado estímulo ou pista trará à consciência os registros de que necessitamos, além de ter o potencial de se espalhar, trazendo a um nível de ativação mais alto outros registros em redes relacionadas. É por isso que quando imaginamos ou lembramos de algo, nosso pensamento pode “voar”

³ Geralmente, GIFs são imagens com animações curtas e com repetição.

por outras ideias que, de certa forma, se relacionam à nossa ideia inicial (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 68)

Isso acontece porque ativamos alguns dos vários circuitos de neurônios que temos e há alguma relação entre as informações, ou podemos ter criado a partir de alguma pista ou estímulo essa relação.

O processo de aprendizagem também está fortemente ligado com a atenção que damos no momento da codificação, entrada do registro inicial da informação da aprendizagem em questão. Segundo Cosenza e Guerra (2011, p. 41), “através do fenômeno da atenção somos capazes de focalizar em cada momento determinados aspectos do ambiente, deixando de lado o que for dispensável”. Os adultos conseguem fazer isso de forma mais habitual porque já reuniram muitas vivências e tiveram mais desenvolvimento e maturidade, mas quando se trata de crianças e adolescentes, precisamos entender que eles estão em processo de construção e não vão sempre lidar da forma que gostaríamos. A atenção é como ligar uma lanterna para uma janela onde estão os nossos sentidos: tato, paladar, visão, olfato e audição; onde focamos em alguns destes e ao mesmo tempo, acendemos a lanterna para o nosso interior para o que sentimos (COSENZA; GUERRA, 2011). Ainda sobre a atenção, os referidos autores indicam que ela é seletiva e que é difícil mantê-la dividida entre canais sensoriais diferentes, ao fazer isso podemos perder informações.

Atentar-se ao tempo da solicitação da atenção é importante, pois é difícil a manter por uma longa duração, uma vez que ela tende a diminuir com o tempo. Um relaxamento, um intervalo para descanso podem auxiliar nisto.

[...] exposições muito extensas dificilmente serão capazes de manter por todo o tempo o foco atencional, sendo importante dividi-las em intervalos menores. Isso pode ser feito por meio de pausas para descanso, por intermédio do humor, de modo a provocar relaxamento, ou pela divisão do tempo disponível em diferentes estratégias pedagógicas, ou módulos, em que o foco atencional possa ser dirigido para os aspectos específicos do conteúdo apresentado. (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 48/49).

O conceito de aprendizagem é polissêmico e explicado de várias formas e por vários autores. Segundo Cosenza e Guerra (2011, p. 61), a aprendizagem “[...] diz respeito ao processo de aquisição da informação, enquanto [a memória] se refere à

persistência dessa aprendizagem de uma forma que pode ser evidenciada posteriormente”.

Já para Zabala (2014, p. 84):

A aprendizagem é uma construção pessoal que cada menino e cada menina realizam graças à ajuda que recebem de outras pessoas. Esta construção, através da qual podem atribuir significado a um determinado objeto de ensino, implica a contribuição por parte da pessoa que aprende, de seu interesse e disponibilidade, de seus conhecimentos prévios e de sua experiência.

A aprendizagem descrita por Zabala (2014) é associada ao construtivismo e mostra a importância do estudante no processo de ensino-aprendizagem e que depende dele a construção da sua aprendizagem. Tanto o professor, quanto o estudante, atribuem significado ao objeto de ensino, cada um na sua forma subjetiva, mas cabe ao professor detalhar o que significa de fato o objeto que o estudante está estudando, que cada parte do objeto precisa ser entendido para que o todo também seja. Como o estudante atribui significado ao objeto de ensino, se não houver entendimento do mesmo? É difícil pensar em se ter aprendizagem e sem torná-la significativa. Para que a aprendizagem venha a ser significativa “é necessário que [...] possam atualizar seus esquemas de conhecimento, compará-los com o que é novo, identificar semelhanças e diferenças e integrá-las em seus esquemas, comprovar que o resultado tem certa coerência etc” (ZABALA, 2014, p. 37). É necessário ainda que se estabeleça relações entre os conhecimentos, como colocar dois objetos lado a lado, tendo o primeiro objeto já conhecido, o segundo um novo objeto, e fazer uma comparação entre os dois. Como abordamos anteriormente, o processo de elaboração assemelha-se ao da aprendizagem significativa.

A aprendizagem, geralmente, acontece de modo individual, uma vez que o estudante tem que verificar se o conteúdo faz sentido para ele. O papel do professor é de mediador, de fazer o conteúdo ter sentido, de promover meios para a aproximação entre o estudante e o objeto de ensino, de propiciar a construção do conhecimento pelo estudante.

Para Zabala (2014, p. 165) “[...] a aprendizagem, por mais que se apóie num processo interpessoal e compartilhado, é sempre, em última instância, uma apropriação pessoal, uma questão individual”. Isso porque a representação pessoal é

própria de cada indivíduo e mesmo que auxiliemos no processo, ainda depende do estudante.

Assim, o estudante precisa compreender o que sabe ou não sobre algum conteúdo.

[...]Só na medida em que os meninos e meninas sejam capazes de se dar conta dos próprios erros e de buscar os recursos necessários para superá-los, poderemos falar de aprender a aprender, o que quer dizer que para aprender a aprender eles também devem aprender a se dar conta do que sabem e do que não sabem e a saber o que podem fazer quando encontram um obstáculo. Será necessário ensinar-lhes que, quando aprendem, devem levar em conta o conteúdo de aprendizagem, assim como a maneira de se organizar e atuar para aprender. (ZABALA, 2014, p. 133-134)

Tudo isto se relaciona bem com a autorregulação, que “[...] pressupõe uma conduta consciente, autorreflexiva e proativa do indivíduo” (ZIMMERMAN, 2013 apud GANDA; BORUCHOVITCH, 2018, p. 72). Além disso, a autorregulação envolve as dimensões: cognitiva/metacognitiva, a motivacional, a emocional/afetiva e a social (GANDA; BORUCHOVITCH, 2018). Neste contexto, o estudante precisa gerenciar alguns processos mentais, pensar sobre o próprio pensamento, encontrar e entender o que o motiva a estudar, compreender algumas relações internas que tem consigo, com os outros e com as disciplinas.

A aprendizagem conceitual não é nada fácil, visto que um conceito representa muitas outras coisas e muitas outras se relacionam e o formam e sabemos que a “[...] nossa estrutura cognitiva está configurada por uma rede de esquemas de conhecimento” (ZABALA, 2014, p. 48). Muitas vezes, o professor acaba por não construir os conceitos de aprendizagem de forma elaborada, recorrendo diretamente para a prática de exercícios e utilização de cálculos sem que aquilo tenha um sentido pleno para os estudantes. Por outro lado, alguns estudantes confundem o que de fato é aprender e apenas fazem cópias do que é dito pelo livro ou o que foi dito pelo professor, sem de fato entender e dar sentido para aquilo. Segundo Lima (2019, p. 2), “dominam a teoria, o algoritmo, mas não lhes atribuem sentido. Verifica-se esta situação, por exemplo, quando o aluno define o conceito de tangente, repetindo o que está nos livros, porém ele não consegue entender, identificar a sua presença e nem a usar adequadamente”.

Não é necessário que os estudantes digam exatamente o que está em um texto, precisam compreender o texto, darem um sentido pessoal e sejam capazes de

entender e explicar o que foi lido. Quanto a isso, Mauri (2009, p. 99) explica que, “Trata-se de fazer com que os alunos consigam explicar e formular as ideias pessoais em termos de fácil compreensão para eles mesmos” E Freire (1996, p. 61), que “[...]se torne[m] capaz[es] de inteligir e comunicar o inteligido” . Ou seja, que consigam entender e comunicar o que compreendeu para que os outros também façam o mesmo, ou validem o que foi dito.

No processo de ensino-aprendizagem o estudante, em algum momento, pode vir a errar, mas o erro deve ser encarado de modo positivo, como forma de estimular os estudantes a refletirem o porquê do erro e o motivo de não saberem de algo. É importante que o professor sempre esteja promovendo a autonomia do estudante para minimizem suas dificuldades e saiba comunicá-las.

Para Libâneo (2004, p. 2) “[...] a didática está fortemente ligada a questões que envolvem o desenvolvimento de funções cognitivas, visando a aprendizagem autônoma” e para Freire (1996, p. 64), devemos ajudar o estudante “[...] a reconhecer-se como arquiteto de sua própria prática cognoscitiva”.

Além do exposto, o ser humano é dotado de várias memórias, não existindo somente um tipo.

'Memória' significa aquisição, formação, conservação e evocação de informações. A aquisição é também chamada de aprendizado ou aprendizagem: só se “grava” aquilo que foi *aprendido*. A evocação é também chamada de recordação, lembrança, recuperação. Só *lembramos* aquilo que gravamos, aquilo que foi aprendido. (IZQUIERDO, 2014, p. 13, grifo do autor).

Existem a memória de curta e longa duração, que são memórias classificadas pelo tempo que permanece, como também a memória explícita e implícita, respectivamente, lembrar conscientemente de algo e a manifestação de algo sem a devida intenção de lembrar disso. Há também a memória de trabalho e a memória sensorial (COSENZA; GUERRA, 2011). As duas já carregam em seus nomes o seu significado, a memória de trabalho é a que pega algo de algum dos tipos de memória e traz para a consciência e a outra, muito rápida, leva o tempo de os sentidos processarem a informação. A memória explícita ainda se divide em semântica e episódica, onde a primeira especifica o que é algo e a segunda, onde aquela informação foi mencionada. Também, existe a memória prospectiva, que está

relacionada ao lembrar de lembrar, relacionando-se geralmente ao futuro, o momento ou horário que se pretende fazer algo.

3.2 FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS

Como estamos abordando a aprendizagem, não podemos deixar de mencionar os conceitos e sua formação. Esse é um assunto bastante complexo e extenso que pretendemos apresentar ao leitor apenas algumas considerações. Além disso, sabe-se que “[...] o desenvolvimento dos conceitos e a aprendizagem se encontram extremamente interligados” (D’AMORE, 2007, p. 202).

Conceito é algo muito amplo e que tem estudos nas mais diversas áreas como filosofia, educação e outras áreas. Significa concepção e pode ser uma tentativa de se chegar a uma significação universal de determinado objeto (D’AMORE, 2007). Não é tão fácil essa formação, pois “formar um conceito é processo que não depende de simples memorização” (FALCÃO, 1986, p. 111).

[...] o conceito é algo em permanente processo de devir, estamos sempre nos aproximando de sua objetividade, generalidade e universalidade, sem considera-lo uma entidade acabada, tal como concebido por uma visão platônica. O estado de devir explica a formação de conceitos a partir de intenção de compreender o fenômeno da aprendizagem. (PAIS, 2016, p. 55)

Esse devir caminha da representação pessoal que se tem do conceito para uma tentativa de aproximar-se do culturalmente estabelecido (COLL et al., 2009). A representação pessoal relaciona-se com o construtivismo e como o indivíduo faz a construção pessoal do conceito de forma subjetiva e tenta aproximar-se do culturalmente estabelecido, mas que ao mesmo tempo envolve as suas experiências que auxiliam na compreensão do conceito. Dessa forma, “[...] implica uma compreensão que vai muito além da reprodução de enunciados mais ou menos literais” (ZABALA, 2014, p. 56, grifo do autor).

Então, o ensino-aprendizagem não se trata apenas de transmitir informações a outra pessoa. Da mesma forma, Freire (1996, p. 13, grifo do autor) afirma que “[...] ensinar não é *transferir conhecimento*, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Devemos pensar que o professor, ou qualquer outra pessoa que ensina, teve a sua construção pessoal de determinado conceito, utiliza de

alguma metodologia para ensinar esses mesmos conceitos e que o ser que aprende também faz a sua própria construção pessoal de acordo com sua experiência e com a sua bagagem.

Mesmo quando parece estarmos transmitindo com sucesso informações dizendo-as, se pudéssemos ver os processos cerebrais em funcionamento, observaríamos que nosso interlocutor está 'reconstruindo' uma versão pessoal das informações que pensamos estar 'transferindo'. (PAPERT, 1994, p. 137).

Pais (2016, p. 63) afirma que “a concepção de que o saber pode ser transmitido de uma pessoa para outra desvirtua a dimensão contida na elaboração conceitual.” Ou seja, há elaboração conceitual e ela também é pessoal, “trata-se de atividades complexas que provocam um verdadeiro processo de *elaboração e construção pessoal do conceito*” (ZABALA, 2014, p. 57, grifo do autor).

A matemática é bastante abstrata. Não estamos querendo dizer que não podemos vê-la ao nosso redor, mas para trabalharmos alguns conceitos e lidarmos com alguns objetos matemáticos, faremos isso de forma não tão concreta. Além disso, “[...] a formação de conceitos é tanto mais difícil quanto mais abstractos eles forem” (BORGER; SEABORNE, 1974, p. 200). Acreditamos que é o caso da matemática.

Ao envolver conceitos, estamos em busca de entender o que ele significa, qual é a sua parte mais importante. “Quando formamos o **conceito** de uma coisa, temos idéia de suas qualidades essenciais” (DERVILLE, 1969, p. 83, grifo do autor), “[ele] é o *signo* do objeto e, portanto, se encontra com ele numa relação de significação” (D'AMORE, 2007, p. 194), “[...] [requer] uma *compreensão do significado* e, portanto, um *processo de elaboração pessoal*” (ZABALA, 2014, p. 106, grifo do autor). Por fim, “não podemos dizer que se aprendeu um conceito ou princípio se não se entendeu o significado” (ZABALA, 2014, p. 56).

Mesmo que se tenha que utilizar e apresentar ao estudante a linguagem formal matemática, antes disso é importante que ele entenda os significados dos conceitos e saiba falar sobre eles. Como Carrasco (2003) afirma:

[...] Até que o aluno se torne capaz de utilizar esta linguagem formalizada, ele precisa compreender o significado (a essência) do conceito ou da teoria que está sendo estudada e que se mostra, geralmente, na própria linguagem matemática. E precisa saber falar e escrever sobre este conceito, na sua linguagem usual, para só depois, fazê-lo na linguagem simbólica. (CARRASCO, 2003, p. 204).

Em meio ao exposto, alguns autores parecem tendenciar para a sequência didática e para as múltiplas representações que acreditamos ser uma parte importante da neurociência aplicada à educação. Para formar um conceito é necessário apresentá-lo de diversas formas e em diversos locais e posições para que seja separada a sua característica essencial (FALCÃO, 1986), “[...] devemos dar exemplos práticos que ilustrem o **conceito**” (DERVILLE, 1969, p. 88, grifo do autor). Imagens estáticas, imagens em movimentos e o suporte da informática são úteis para os estudantes, pois auxiliam na elaboração e na construção de conceitos (ZABALA, 2014). Também, “[...] é apropriado planejar situações que favoreçam a expansão do significado do conceito para o aluno” (PAIS, 2016, p. 58). É um devir que caminha ao encontro, ao significado mais objetivo do conceito.

Alguns professores, como já mencionado nos capítulos anteriores, não têm muito foco no significado e compreensão do conceito, apenas atividades práticas. Os livros didáticos também não fogem muito disso. “O livro didático já não pode conter uma simples exposição de fatos, mas, dado que inclui conceitos, também tem que oferecer meios que contribuam para a compreensão.” (ZABALA, 2014, p. 233).

Outra representação que pode auxiliar para a construção do conceito é a utilização do desenho geométrico, pois “[...] às vezes o desenho fornece, em dois traços, a expressão de uma ideia ou de um conceito, como nenhuma outra disciplina consegue fazê-lo” (JANCÁRIO, 2000, p. 11).

3.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA E NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Guerra faz uma relação entre a espiral da aprendizagem e a neurociência ao dizer que:

A formação de sinapses demanda reações químicas, produção de proteínas e tempo. Por isso, a aprendizagem requer re-exposição aos conteúdos e diferentes experiências e complexidade crescente. Assim, compreendemos a importância da espiral da aprendizagem. (GUERRA, 2011, p. 6).

Também podemos ver algo semelhante na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), porém geralmente ela está relacionada a retomada de conteúdos no avanço dos níveis educacionais. Nela, encontramos partes onde indica

retomar e ampliar os conteúdos a cada ano. Mas, nos propomos aqui uma retomada na mesma série e tendo como referência a neurociência.

Sobre o currículo em espiral, para Bruner (MOREIRA, 1999, p. 82) “[...]significa que o aprendiz deve ter oportunidade de ver o mesmo tópico mais de uma vez, em diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação”. Concordamos, em parte com ele, mas também entendemos que uma sequência didática tendo como referência a neurociência pode se manter em mesmos níveis de profundidade. Não é necessário aumentar o nível de profundidade, acrescentamos a possibilidade de ficar no mesmo nível de profundidade e apenas modificar os modos de representação. Mas, isso não exclui a possibilidade do aumento do nível de profundidade.

As sequências didáticas “[...]são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais [...]” (ZABALA, 2014, p. 24) e “é formada por um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática” (PAIS, 2016, p. 102). Não há dúvidas que os dois autores enxergam a sequência didática como um conjunto de aulas organizadas e que o segundo autor a percebe mais direcionada com a pesquisa didática.

Para Mascarin (2017 apud LIMA, 2019), há motivação na construção de sequências didáticas onde o conceito é construído com vários recursos e as tarefas são práticas e envolvem os conceitos. Segundo Oliveira (2013, p. 39), a sequência didática “é um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem” e ainda continua afirmando que “esta nova proposta tem como procedimento metodológico, a construção e reconstrução de conceitos sobre diferentes temas dos componentes curriculares pertinentes da Educação Básica, Cursos de Licenciaturas e Pós-Graduação” (OLIVEIRA, 2013, p. 43).

Há algumas aproximações e divergências com o que defende Oliveira (2013) ao falar de sequência didática interativa, mas mesmo assim, acreditamos e pensamos

de forma semelhante a ela, porém não focamos em uma sequência pensada com grupos maiores e interações entre eles.

De forma resumida e com algumas características externas, para Oliveira (2013) a sequência didática tem como primeiro passo a escolha de um tema, o planejamento e o estudo dos conceitos que fazem parte daquele tema e quais objetivos se pretende atingir. Também, tentar compreender o que os estudantes já sabem sobre determinados conceitos, o que vem à mente deles e quais são as possíveis definições para aquele conceito em específico. Além disso, é sugerido uma construção de textos como atividade para os estudantes, envolve a dialogicidade de Freire (1996) e também utiliza algumas teorias da aprendizagem e a didática da matemática para a construção de conceitos.

Diante do exposto, apresenta-se importância as múltiplas representações do conceito, porém sem esse termo,

[...] deverá trabalhar o conteúdo teórico por meio de uma exposição oral, apoiada em livros e textos. A fundamentação teórica também poderá ser apresentada com a exposição em *slides (Powerpoint)*, documentários, imagens, entre outros, sempre em constante diálogo com os participantes. (OLIVEIRA, 2013, p. 373).

Além dos autores apresentados, Attie (2022) detalha uma sequência didática específica para jogos matemáticos africanos. Ele sugere que uma sequência didática envolvendo jogos africanos deve ser ordenada com: 1) a origem, aspectos políticos e culturais do jogo; 2) a construção do jogo; 3) possibilitar os estudantes jogarem de forma livre o jogo e envolver (ou não) conteúdos matemáticos. O autor ainda sugere que o envolvimento com os conteúdos matemáticos pode estar em todas as etapas da sequência.

A partir da criação e aplicação de sequências didáticas, o professor pode construir o conceito, o objeto de ensino, partir de seus pedaços para chegar ao todo, como também repetir o estudo do conceito em dias diferentes, por exemplo, com várias representações e utilizando de vários sentidos do corpo humano. É possível utilizar vários recursos para construir a aprendizagem e espaçar o contato do estudante com estes objetos de ensino. “Para o professor, é importante criar oportunidades em que o mesmo assunto possa ser examinado mais de uma vez e em diferentes contextos, para que aqueles processos [repetição, elaboração(relacionar

conceitos) e consolidação] possam ocorrer” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 73). Amaral e Guerra (2022, p. 151) complementa que “a cada oportunidade de reexposição e de recordação da informação armazenada, ocorre uma nova elaboração, consolidando, ainda mais, essa informação na memória”.

Ao desenvolver aulas utilizando sequência didática é possível espaçar no tempo um conteúdo e representá-lo de várias formas e é ideal que esse espaçamento também se mantenha na prática de lembrar, que explicaremos no próximo capítulo, pois ter “o desafio de ter que lembrar o mesmo assunto em diversos momentos é o que promoverá uma memorização de longo prazo” (CARPENTER; AGARWAL, 2020, p. 5). Também é ideal permitir múltiplas situações e que sejam separadas no tempo (CARPENTER; AGARWAL, 2020), pois “[...] alunos que estão recebendo uma determinada informação pela primeira vez precisam revisitá-la, pensar mais sobre ela e processá-la várias vezes” (CARPENTER; AGARWAL, 2020, p. 8). A consolidação da memória depende de tempo, de repetição, de elaboração e também, do sono.

Para nós, sequência didática é a construção e execução de um conjunto de aulas e atividades, onde são construídos e formados alguns conceitos de forma processual e há articulações entre essas aulas e atividades. Além disso, ela preocupa-se em repetir o contato com alguns conceitos através de múltiplas representações e de aulas espaçadas ao longo de um certo tempo.

4 ALGUMAS ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM: PRÁTICA DE LEMBRAR, ANOTAR E MEMÓRIA DE AULA

Introduzimos esse capítulo com uma frase de Mauri (2009, p. 88) que traduz um pouco o que pensamos: “[...] é óbvia a importância de ensinar o aluno a aprender a aprender e ajudá-lo a compreender que, quando aprende, não necessita levar em conta apenas o conteúdo objeto de aprendizagem, mas também como se organiza e atua para aprender” Em meio a todos os estudos que já fizemos, percebemos essas estratégias como eficientes e elas são associadas em algum ponto. Ainda vale ressaltar que existem outras estratégias que podem ser compreendidas e estudadas para potencializar o processo de aprendizagem.

As estratégias de aprendizagem também podem ser entendidas como atividades. Aproveitamos para trazer Zabala (2014) que considera como atividades: o debate, a leitura, o tomar notas, o estudo, etc. Essas estratégias também podem ser solicitadas como tarefa de casa e de classe. A tarefa de casa são tarefas de aprendizagens fora do período escolar serve para a consolidação e não devem ser apenas exercícios (LIBÂNEO, 2006).

A sequência didática está mais relacionada à ação e mediação do professor para a sua construção e execução. A prática de lembrar, o anotar e a memória de aula são ações que precisam ser executadas pelo estudante e o que o professor pode fazer, é explicar a estratégia e fazê-las parte das suas atividades e da avaliação da aprendizagem.

Ekuni e Pompeia (2020, p. 2) dizem que “inúmeras evidências demonstram que a prática de lembrar (retrieval practice), ou seja, tentar lembrar informações às quais se foi previamente exposto, é uma estratégia de estudo que tem uma série de vantagens.” Silva (2018, p. 76) afirma que “a memória é melhor formada quando numa revisão de conteúdo o aluno se esforça para lembrar ao máximo os detalhes”. Diante disso, temos alguns estudos que mostram que a prática de lembrar é uma boa estratégia de aprendizagem e que ela é melhor aplicada quando o estudante se esforça sozinho para lembrar de algo. Ao falar de revisão, deveríamos ter uma prática de revisão, ou seja, prática de estudar e de lembrar do estudo, não apenas antes de uma prova, ou somente na sala de aula. Com a prática de lembrar, fortalecemos e diminuimos a chance de esquecer de uma informação, aumentamos a compreensão de algo e desenvolvemos a metacognição (AGARWAL et al, 2020).

O lembrar “[...] é uma reconstrução, e não uma reprodução” (CATANIA, 1999, p. 380), não é como uma cópia idêntica na qual lembramos de tudo, mas que retiramos ou acrescentamos partes que não haviam e que faziam parte da nossa subjetividade ou ainda, que encontramos alguma relação. Isso parece ter para nós bastante relação com o construtivismo, no qual a construção é pessoal, ou seja, partes são acrescentadas ou retiradas das informações de forma subjetiva pelo sujeito.

A evocação é mais difícil de ser feita do que o reconhecimento (FALCÃO, 1986), pois no reconhecimento temos pistas e ativamos determinadas redes que faz com que lembremos. Ao fazer a evocação sem pistas, estamos nos concentrando e nos forçando a lembrar e assim trazemos os registros do que foi experienciado. “Podemos nos recordar de algo na presença de uma pista ou sinal que deflagre aquela lembrança ou provoque a sua reconstrução, ou podemos reconhecer, utilizando nossos sentidos, uma sensação anteriormente vivida” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 72). Além disso, podemos lembrar de algo sem necessariamente ter uma pista ou sinal, pode também surgir do acaso e isso pode fazer com que recordemos do que vivemos.

Ao **recordar** os fatos, o aprendiz deve ser levado a exprimir-se em suas próprias palavras em vez de repetir as do mestre. Quando alguém exprime fatos em suas próprias palavras, tem de pensar a respeito do que diz ou escreve. Dê-se modo os fatos adquirem mais **sentido** para ele e causam mais forte impressão dentro dele. Quanto mais as crianças discutirem ou escreverem a respeito de fatos ou idéias que vão aprendendo, mais lembrarão esses fatos e idéias. (DERVILLE, 1969, p. 69, grifo do autor).

A avaliação é um processo que também pode ser pensado envolvendo essa recordação com ou sem pista, ou seja, questões de múltiplas escolhas ou abertas. Outra estratégia que o estudante pode implementar durante o seu processo de aprendizagem é o da anotação. Pois, “consultar anotações, pensar e repetir o que foi ouvido ou lido facilita muito a memorização de uma quantidade maior de material” (WOOD, 2003, p. 86).

A anotação pode ser usada para a codificação do assunto, como também para o armazenamento do assunto através da possibilidade de revisar as anotações (MIYATSU; NGUYEN ; MCDANIEL, 2018). Então, a anotação pode auxiliar tanto no primeiro momento que temos o contato com um assunto e ele é codificado e entendido, ou mesmo quando ele passa pelo processo de armazenamento, de

manter-se na memória de longo prazo. É interessante não somente anotar, mas também visitar e revisar essas anotações.

Cândido (2011) argumenta sobre a possibilidade de retomar à anotação e ter acesso ao que foi pensado e vivido naquele momento. Que é possível a partir das anotações, fazer o resgate da memória. A palavra falada do professor, ou dos próprios estudantes, podem não ficar por muito tempo em nossa memória, visto que nossa memória é limitada a um certo número de informações e que temos muitas outras coisas que entramos em contato, então para que aquilo não seja perdido, o registro se faz necessário e importante. A leitura da anotação pode fazer com que tenhamos recordações dos nossos sentidos em um determinado momento, nossas emoções, nossa localização espacial em um determinado dia.

Muitos pensamentos e conversas podem ser perdidos se não forem registrados. Como Sedrês e Silveira (2012, p. 119) indicam, “necessita-se de um planejamento para a recuperação da memória, uma vez que muitos comentários orais podem ficar perdidos sem o registro em forma de texto”. A pessoa que anota pode fazer uma análise metacognitiva ao ler o que pensava no momento que escreveu. “O sujeito pode refletir e construir conhecimento explícito e a consciência metacognitiva, pela possibilidade de verificação do discurso escrito enquanto produto de pensamento, de objetivação da experiência pessoal” (OLIVEIRA, 1995, n.p. apud SEDRÊS; SILVEIRA, 2012, p. 119).

Deve-se salientar que se uma anotação for transcrita de forma literal e não for revisada, provavelmente, não irá beneficiar o aprendizado do estudante (MIYATSU; NGUYEN; MCDANIEL, 2018). É necessário que coloquemos um pouco da gente nas anotações, que faça algo além do que está escrito em algum lugar, para que não seja simplesmente um copiar e colar.

Outra estratégia de aprendizagem, ou tarefa, é a de criar memória de aula:

[...]diferentemente do que é comum em práticas escolares sobre esse gênero (mesmo com denominações diferentes), propõe-se a uma reflexão crítica sobre os modos de escrever, à procura de um processo de subjetivação, como uma experimentação de autoria. É um contraponto à tradição pedagógica que, quando propõe a redação escolar, dificulta que o estudante se assuma como locutor do seu texto. (SOUZA, 2016, p. 13).

Incentivar os estudantes a escreverem de forma livre, tira o peso que avaliações no geral têm, principalmente quando se pensa na avaliação em matemática. As memórias de aulas livre dão liberdade para subjetivação, para escrever para não ser avaliado e escrever para matemática. Com isso, “[...][o] sujeito que escreve dizendo sua voz” (SOUZA, 2016, p. 18), escreve o que ele lembra da aula e o que mais lhe chamou a atenção. De forma resumida, uma memória de aula de aula é escrever de forma livre o que se lembra da aula e essa forma de escrever pode ser muito criativa.

A variedade de pontos de vista torna possível verificar que a aula está cheia de acontecimentos variados, não há um acontecimento só. Para alguns, a memória é algo definido pelo conteúdo designado pelo professor, para outros, há acontecimentos diferentes, como as reações dos colegas, o que é feito no intervalo ou no momento de chegada dos alunos. (SOUZA, 2016, p. 18).

O estudante pode se atentar e escrever sobre aquilo que tem mais desejo e como os seres humanos são subjetivos, cada um terá seu modo de olhar e escrever sobre aula.

Agarwal et al (2020, p. 7) exemplifica sobre a prática de lembrar: “escreva tudo que lembra da aula passada”. A preparação de um texto escrito propicia a repetição e a ligação com o que o estudante já conhece (COSENZA; GUERRA, 2011). Os estudantes podem ser estimulados a sentir o ambiente escolar como um todo, prestando atenção em cada sentido seu e no que lhe chamar mais atenção durante a aula e depois escrever sobre aquilo.

É possível compartilhar as memórias de aula com toda a turma. É um momento bastante íntimo, onde cada um pode pensar bem e sentir-se encorajado por outros, como também conhecer o que outro está sentindo e passando enquanto está ali, ao seu lado. A apresentação, exposição para os outros nos obriga a uma elaboração profunda da informação (COSENZA; GUERRA, 2011). Mesmo numa sala com muitos estudantes, hooks (2013, p. 58) nos mostra que é possível utilizar diário,

Cada aluno das minhas turmas tem um diário. Muitas vezes, eles escrevem parágrafos durante a aula e os leem uns aos outros. Isso acontece pelo menos uma vez, qualquer que seja o tamanho da turma. E a maioria das minhas turmas não é pequena. Têm de trinta a sessenta alunos, e houve circunstâncias em que dei aula para mais de

cem. Ouvir um ao outro (o som de vozes diferentes), escutar um ao outro, é um exercício de reconhecimento. Também garante que nenhum aluno permaneça invisível na sala.

Essa forma de escrever sobre a aula é algo que os professores precisam conhecer e incorporar em suas aulas. Também, é preciso ter em mente que esse é um momento em que o estudante não seja obrigado a fazer isso e que ele não pense que esse tipo de atividade tem o objetivo de atribuir uma nota a ele. Muitos alunos sentem dificuldade de interagir, ou possuem alguma especificidade que influencia na sua interação com os outros, proporcionar momentos como esse pode beneficiar a sala de modo geral.

5 JOGO AFRICANO TSORO YEMATATU

5.1 JOGOS, A CONSTRUÇÃO DE JOGOS MATEMÁTICOS E JOGOS AFRICANOS

Os jogos são bastante comuns na infância de muitas crianças e também em alguns outros momentos da vida. Jogos também podem ser utilizados na aula de matemática, seja para compreender a matemática, para a construção dos mesmos ou para analisar e entender como podemos através da matemática analisar melhores jogadas. Segundo Grandó (2004, p. 30) “o jogo apresenta-se como um problema que “dispara” para a construção do conceito, de forma lúdica, dinâmica, desafiadora e mais motivante ao aluno”. Ainda segundo Grandó (2004), há algumas vantagens em utilizar jogos que podemos destacar: (re)significação de conceitos; introdução e desenvolvimentos de conceitos; significação para conceitos incompreensíveis; requer a participação ativa do aluno para construção do seu próprio conhecimento.

Para Fiorentini e Miorim (1990, p. 4),

O material ou o jogo pode ser fundamental para que isto ocorra [aprendizagem significativa]. Neste sentido, o material mais adequado, nem sempre, será o visualmente mais bonito e nem o já construído. Muitas vezes, durante a construção de um material o aluno tem a oportunidade de aprender matemática de forma mais efetiva.

Também, é possível aprender matemática na construção de materiais como jogos e cada estudante pode ter a oportunidade de construir seus próprios materiais. Essa construção própria ou em grupo pode contribuir para o desenvolvimento social, motor e outras áreas do estudante. O jogo também pode ser trabalhado de forma colaborativa. Amaral e Guerra (2022, p. 130) dizem que “o professor deve proporcionar momentos de trabalho colaborativo, no qual os estudantes compartilhem interações significativas, em um ambiente não competitivo.” Como muitos jogos são competitivos, é possível na construção dele e no entendimento do jogo, trabalhar de forma colaborativa. Ao construir algo em grupo, devemos saber comunicar nossas ideias, ser educado, saber solicitar e agrupar pessoas, materiais e ideias.

No Brasil, temos a Lei n. 10.639/03 do ano de 2003 (BRASIL, 2003) que indica a obrigatoriedade do ensino da história e da cultura africana e afro-brasileira em todas as disciplinas, mas especialmente em Arte, Literatura e História. Essa lei surge depois de muitas lutas, mas ainda não há uma implementação tão intensa, “podemos observar e lamentar como a aplicabilidade dessa norma depende mais de ações

individuais de professores do que de um engajamento efetivo do poder público.” (ATTIE, 2022, p. 23). Além do mais, a cultura do continente africano é muita ampla, já que esse continente contém várias etnias e línguas e precisamos estar em aprendizagem contínua para conhecer as especificidades desse continente. Devemos construir projetos que envolvam essa lei e também que possamos divulgar para os professores como implementá-la. Muitas escolas não fazem a implementação dessa lei e fingem que estão fazendo isso, ou simplesmente só a implementam no mês de novembro. Também, seria ideal o professor ter algum tempo livre e uma diminuição na sua carga horária de trabalho para poder participar de formações e eventos que discutam essa lei como também que o auxilie a se transformar em um professor melhor, já que também podemos nos construir nossa identidade a partir dos outros.

A implementação dessa lei e outras discussões sobre antirracismo e relações étnico-raciais faz com que caminhemos para uma sociedade melhor. “A adoção de práticas de ensino antirracistas é condição necessária para o estabelecimento de uma educação democrática, pautada pela igualdade de oportunidades e pelo respeito à diversidade existente dentro e fora da escola” (TOLENTINO, 2018, p. 29). Muito se é falado que somos todos iguais, mas sabemos que existem grupos que são tratados de forma diferente apenas pelo seu modo de ser e/ou existir e temos que através da educação criar possibilidades outras.

Falando especificamente da matemática, “ao desenvolver conteúdos da disciplina, se o professor estiver atento às Africanidades, valer-se á, certamente, de obras ainda raras entre nós que mostram construções matemáticas africanas de diferentes culturas [...]” (SILVA, 2005, p. 161). Existem muitas tecnologias e conhecimentos africanos que são subalternizados e é mais difícil termos consciência deles.

5.2 O JOGO AFRICANO TSORO YEMATATU E CONCEITOS ENVOLVENDO TRIÂNGULOS

O jogo Tsoro Yematatu é um jogo de alinhamento que teve sua origem no Zimbábue e que significa “jogo de pedra jogado com três” (ATTIE, 2022; ZASLAVSKY, 1999). Silva (2005) ressalta a importância de falar sobre os conhecimentos africanos, como por exemplo “mostrar fotografias do antigo reino do

Zimbábue, destacando, por exemplo, as torres cônicas das muralhas do templo.” (SILVA, 2005, p. 162).

Figura 2 – Grande Zimbabwe



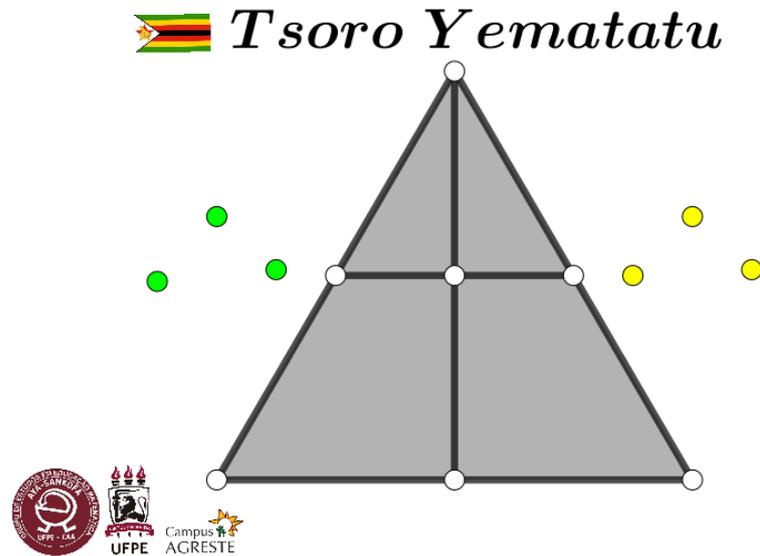
Fonte: Claudio Zeiger, Blogspot, 2011.

O Grande Zimbabwe deu nome ao país e hoje é considerado um patrimônio mundial. Há indícios de que alguns povos já viveram lá.

Como afirma Attie (2022), a maioria dos jogos africanos geralmente eram jogados na areia e com pedras, como é o caso do Tsoro. Mas, também há a possibilidade de usar botões, tampas de garrafas, sementes, grãos, búzios, moedas podem ser utilizados como peças e o tabuleiro pode ser feito em outros materiais, como um papel (ATTIE, 2022; ZASLAVSKY, 1999).

O tabuleiro desse jogo é feito por um triângulo isósceles e 3 peças para cada um dos dois jogadores (ATTIE, 2022; ZASLAVSKY, 1999), podendo ser feito com os materiais já mencionados. Também é possível utilizar as plataformas digitais para a construção desse jogo.

Figura 3 – Jogo Tsoro Yematatu construído na plataforma GeoGebra



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Um dos segmentos desse triângulo que se encontra na perpendicular é a altura. Já o outro segmento é o que liga pontos médios dos lados iguais desse triângulo.

O jogo começa com o tabuleiro vazio, sem nenhuma peça. Os jogadores decidem quem deve iniciar o jogo e cada um, de forma alternada, coloca uma peça em qualquer um dos espaços vazios até que sobre apenas um espaço vazio. Depois, movem suas peças, também de forma alternada, para o espaço vazio, podendo saltar uma única peça sua ou do adversário. O jogador vencedor do jogo é aquele que conseguir alinhar suas três peças.

Figura 4 – Exemplo de 3 peças alinhadas no Tsoro Yematatu



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Como podemos observar na Figura 4, essa é uma das possibilidades de se ganhar um jogo, mas há mais algumas outras possibilidades de se fazer o alinhamento das peças.

Attie (2022) ainda acrescenta que a possibilidade de utilizar letras ao invés de peças com o intuito de formar palavras e dificultar o jogo. Esse autor ainda menciona alguns conteúdos, a matemática envolvida que pode ser relacionada a esse jogo, como “figuras geométricas, na construção do tabuleiro. Teoria dos Grafos. Lógica e Estratégia. Probabilidades. Classificação das melhores posições. Quantos triângulos existem no tabuleiro? Classificação de triângulos” (ATTIE, 2022, p. 31). Além desses, podemos especificar mais alguns conceitos, como: triângulo isósceles, altura do triângulo (que envolve ângulo de 90° , base, perpendicularidade), interseção, ponto médio e a construção de triângulos.

6 METODOLOGIA

A pesquisa em questão é de natureza básica; qualitativa, que consiste na compreensão e interpretação de textos (GONSALVES, 2001) e de descrições verbais (GIL, 2017); descritiva, que para Gil (2017, p. 32) pode ter “[...] por objetivo levantar as opiniões, atitudes e crenças de uma população”.

Teve o campo como fonte de informação e utilizamos o levantamento como procedimento técnico de construção dos dados (GONSALVES, 2001). Utilizamos um questões reflexivas como instrumento de construção de dados antes e após a socialização/discussão coletiva e a vivência da sequência didática.

A pesquisa foi realizada em uma sala de aula de uma turma com a participação de 11 estudantes de uma disciplina do curso de matemática-licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico do Agreste (UFPE – CAA). Todos os licenciandos que estavam presentes na aula participaram da pesquisa. Inicialmente, antes de vivência da sequência didática, foi entregue para os licenciandos três questões reflexivas iniciais. Apresentamos e vivenciamos as etapas da sequência didática, durante esse momento, tivemos algumas socializações e discussões sobre as possibilidades didáticas das etapas e por fim, foi entregue para eles três questões reflexivas após a vivência da sequência didática.

Este trabalho seguiu as seguintes etapas:

- Construção da sequência didática embasado na neurociência aplicada à educação, nas múltiplas representações e na formação de conceitos.
- Vivência de uma parte da sequência didática.
- Construção e aplicação das questões reflexivas.

A sequência didática foi construída com as seguintes etapas:

1ª Etapa - Construir afetividade com os estudantes;

2ª Etapa - Apresentar as estratégias de aprendizagem: prática de lembrar, anotar e memória de aula;

3ª Etapa - Apresentar o Tsoro Yematatu, sua origem e um pouco do Zimbábue;

4ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu de forma livre

5ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu utilizando as ferramentas do GeoGebra;

6ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu utilizando instrumentos do desenho geométrico;

7ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu utilizando os instrumentos digitais do desenho geométrico pelo GeoGebra.

Para este trabalho, escolhemos apenas três dessas etapas para ser vivenciado pelo grupo de licenciandos, a 3ª, 4ª e 5ª etapa. Escolhemos essas etapas porque elas são as que de fato colocam os estudantes para entender e vivenciar o jogo. Além disso, porque trazemos múltiplas representações ao jogar com o tabuleiro analógico, com o corpo, como também ao construir o tabuleiro de forma analógica e digital, pelo GeoGebra. A sequência foi vivenciada em um único dia. Dessa forma, não seria possível trazê-la por completo em um único dia.

6.1 DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nossa sequência didática de modo geral está baseada em Oliveira (2013) do que ela define e utiliza em sua concepção de sequência com algumas adaptações e na sequência didática para jogos africanos de Attie (2022). Em alguns conceitos da neurociência que escrevem Amaral e Guerra (2022) e Cosenza e Guerra (2011). Nas múltiplas representações dos autores Duval (2012), Prain e Waldrip (2006) e Tytler, Prain e Peterson (2007). E na construção do conhecimento e formação de conceitos de vários autores.

Essa sequência didática foi feita para professores da educação básica, mas, foi objeto de discussão com licenciandos, futuros professores de matemática.

Nossa primeira etapa tem como foco a construção de afetividade com os estudantes e é interessante que ela seja contínua, para além da aplicação dessa sequência. Ela pode ser utilizada nas aulas de qualquer professor e pode beneficiar o desenvolvimento do estudante, de suas emoções e do seu envolvimento com a matemática e com o professor. Para isso, nos baseamos em Moreira (1999), Freire (1996), Amaral e Guerra (2022), Cosenza e Guerra (2011), Falcão (1986), Lins (2004), Solé (2009), Brockington et al. (2018), Chacón (2002), Schwartz (2016), Tolentino (2018), hooks (2013).

1ª Etapa - Construir afetividade com os estudantes.

Tempo estimado: caso não seja o professor da turma, sugere-se que fique por volta de dois meses acompanhando as aulas e auxiliando os estudantes.

Essa etapa consiste em acompanhar algum professor, ou ser o professor da turma, e ter um maior direcionamento aos estudantes, principalmente individual. É importante que o pesquisador/professor de matemática converse com seus estudantes, se direcione até suas bancas e veja o que estão fazendo, o que gostam, o que assistem, escutam, desenham, quais são seus *hobbies*, quais são suas dúvidas, o que não entenderam, etc. O professor pode entregar em cada aula de matemática um bilhete com a seguinte frase para seus estudantes responderem: o que eu gostaria que meu professor soubesse?

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nessa etapa, temos como base Mauri (2009), Ekuni e Pompeia (2020), Silva (2018), Agarwal et al., (2020), Falcão (1986), Cosenza e Guerra (2011), Amaral e

Guerra (2022), Derville (1969), Miyatsu, Nguyen e Mcdaniel (2018), Cândido (2011), Sadrês e Silveira (2012) Souza (2016), hooks (2013).

2ª Etapa - Apresentar as estratégias de aprendizagem: prática de lembrar, anotar e memória de aula.

Tempo estimado: sugerimos que durante os dois meses que acompanha os estudantes na 1ª etapa, explique de forma resumida a importância das estratégias de aprendizagem e já sugira que utilizem nas aulas do professor da turma.

Materiais: blocos de notas.

É indicado que apresente uma estratégia por aula para não sobrecarregar os estudantes e sempre estimulá-los a utilizar com o seu professor. Ressaltamos a necessidade do foco ser dado a prática de lembrar, pois ela é a maior base para as outras estratégias. O professor pode conversar com os estudantes para que no final de cada aula se tire uma foto de como e onde os estudantes estão para auxiliar na memória de aula e na prática de lembrar feita por cada um deles. Essa foto pode ser enviada no WhatsApp da turma, ou de alguma outra forma. Além disso, o professor pode sempre dizer a importância de entender o sentido, o significado e a essência dos conceitos matemáticos. É importante conversar com o professor para a possibilidade dos estudantes lerem algumas memórias de aula para a turma. É indicado, no final dessa etapa, quando já for definido quando irá começar de fato a construção do jogo, que peça aos estudantes que tragam tampinhas de garrafa na próxima aula, ou que arrumem peças do jogo da dama para utilizar no Tsoro.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nessa e nas próximas etapas, temos como base Grandó (2004), Fiorentini e Miorim (1990), a Lei n. 10.639/03 (BRASIL, 2003), Silva (2005) e principalmente Attie (2022), e Zaslavsky (1999).

3ª Etapa - Apresentar o Tsoro Yematatu, sua origem e um pouco do Zimbabwe.

Tempo estimado: 2 aulas

Materiais: tabuleiros do jogo; peças de dama ou tampas de garrafas; projetor; fita crepe.

Inicialmente, o professor pode imprimir o tabuleiro ou fazer alguns tabuleiros de alguma outra forma, por exemplo em placas de madeira. Ele pode formar grupos com os estudantes de acordo com a quantidade de tabuleiros e depois explicar sobre a origem, peças, tabuleiro (pode se basear no subcapítulo [5.2 deste trabalho](#)). Ao falar sobre o Zimbabwe, o professor pode mostrar a sua localização no continente africano, qual é a sua bandeira, falar sobre a

cultura do país, trazer fotos sobre o seu principal monumento, O Grande Zimbabwe e também trazer uma música do Bob Marley – Zimbabwe: <https://www.youtube.com/watch?v=QDk4Pzjl1sM>. O professor deixe os estudantes jogarem e se divertirem. O professor também pode fazer o Tsoro Yematatu no chão da sala de aula e utilizar os estudantes como peças do jogo. Ao final dessa etapa, o professor pode pedir que eles pesquisem e tragam o significado dos conceitos e a etimologia de triângulo isósceles, altura de um triângulo, ponto médio e intersecção. Isso servirá para próxima etapa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Pensamos em uma adaptação de Zaslavky (2000) de como desenhar o tabuleiro do Tsoro Yematatu para nortear todo o processo de construção do tabuleiro do jogo na sequência didática. Os conceitos envolvidos na construção do tabuleiro nortearam as nossas aulas. Fizemos algumas alterações para que os estudantes pesquisassem e buscassem os significados de alguns conceitos matemáticos.

Quadro 1 – Como desenhar o tabuleiro

COMO DESENHAR O TABULEIRO
1. O tabuleiro tem a forma de um triângulo isósceles. Desenhe o triângulo isósceles no papel.
2. Desenhe a altura que divide o triângulo ao meio. Depois, ligue os pontos médios dos lados de mesma medida.
3. Reforce as linhas com uma caneta hidrocor e marque o ponto de intersecção.
4. Cole o papel no papelão. Se você quiser, decore o tabuleiro e guarde-o para usar de novo.

Fonte: Adaptado de Zaslavsky (2000).

A partir dessas etapas, o professor pode aplicar 2 etapas separadas por 2 semanas e depois de, por exemplo, 2 meses, aplicar as outras 2 etapas também separadas por 2 semanas. No final do ano, o professor pode fazer alguns questionamentos de forma escrita ou conversada para verificar o que os estudantes lembram sobre as aulas, os conceitos e as vivências. Nesses momentos de pausa para a construção do jogo, o professor pode continuar na construção da afetividade da etapa 1. O professor também pode construir um portfólio com os materiais que os

estudantes construírem , ou seja, guardar e organizar e também salvar e imprimir os arquivos digitais.

4ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu de forma livre

Tempo estimado: 2 aulas

Materiais: avaliação 1; [quadro 1](#); folhas A4.

O professor pode entregar a avaliação 1 para verificar o que os estudantes lembram dos conceitos. Depois, separar a turma em duplas, entregar uma folha em branco, distribuir o [Quadro 1](#) para cada dupla e auxiliá-los na construção livre do jogo. Eles podem utilizar o que acharem mais adequado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A avaliação 1 é composta pelas seguintes perguntas:

Você lembra o que é um triângulo isósceles? Explique com suas palavras. Faça um desenho de um triângulo isósceles indicando porque esse triângulo é isósceles.

Você lembra o que é a altura de um triângulo? Explique com suas palavras. Faça um desenho da altura em um triângulo indicando porque essa é uma altura de triângulo.

Você lembra o que é ponto médio? Explique com suas palavras. Faça um desenho que represente o ponto médio indicando porque esse é um ponto médio.

Você lembra o que é intersecção? Explique com suas palavras. Faça um desenho que represente uma intersecção indicando porque essa é uma intersecção.

Com essas perguntas tem-se o objetivo do estudante representar de forma escrita e através de desenhos o que ele lembra e entende sobre os conceitos previamente pesquisados.

5ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu utilizando as ferramentas do GeoGebra

Tempo estimado: 2 aulas

Materiais: computadores; internet; atividade 1.

O professor pode criar uma Tarefa ou simplesmente apertar nesse link: <https://www.geogebra.org/m/fj3xmhxz> e depois em "Atribuir" no canto superior direito. Esse link serve apenas para registrar o que os estudantes fizeram. Depois, pode levar seus

estudantes para a sala de informática e pedir para pesquisarem Tsoro Yematatu no local de busca e jogar em dupla por algum tempo (para o professor conhecer a construção que eles irão jogar, pode utilizar o seguinte link: <https://www.geogebra.org/m/u2avkucu>). Também, os estudantes podem utilizar o celular, mas pode ser mais difícil a manipulação. Em seguida, ir na página inicial do site, basta apertar no nome grande GeoGebra, depois apertar na guia Tarefa do lado esquerdo e colocar o código da Tarefa já criada pelo professor. Na sequência, explicar o que é a plataforma, onde se localizam as ferramentas e como utilizá-las. O professor pode sugerir que procurem as ferramentas dos conceitos do [Quadro 1](#) e vão entendendo como elas funcionam na primeira janela da Tarefa. Depois, entregar a atividade da figura abaixo para que criem o tabuleiro na segunda janela, na janela de baixo. É indispensável explicar que sempre ao utilizar a ferramenta desejada, há a necessidade de apertar na ferramenta Mover, para não ficar constantemente utilizando a mesma ferramenta. Também, é importante mostrar como fazer as peças, ou colocar imagens, modificar cores e preenchimento, exibir e remover a exibição dos objetos no GeoGebra.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Nessa etapa, o estudante pode ter essa folha impressa ou acompanhar os passos pelo seguinte link: <https://www.geogebra.org/m/ataubbng>.

Figura 5 – Atividade para construir o tabuleiro no GeoGebra

Conhecendo o GeoGebra

- Faça um triângulo isósceles com a ferramenta **Polígono** 
- Faça o ponto médio nos 3 lados do triângulo com a ferramenta **Ponto Médio ou Centro** 
- Faça a altura do triângulo e ligue os outros dois pontos médios com a ferramenta **Segmento** 
- Marque a interseção com a ferramenta **Interseção de Dois Objetos** 
- Utilize a ferramenta **Texto**  ABC para colocar o título Tsoro Yematatu e o nome do participantes do grupo.
- Agora, vamos fazer as peças do jogo ou colocar imagens: você pode utilizar a ferramenta **Círculo: Centro e Raio**  para isso. Ou pode escolher uma imagem na internet e arrastá-la para o GeoGebra.
- Por fim, pode colorir seu jogo como preferir. Basta apertar no nos três pontos.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

6ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu utilizando instrumentos do desenho geométrico

Tempo estimado: 3 aulas

Materiais: dicionários; livros didático do 7º ano; compassos; réguas; folhas A4.

O professor pode levar seus estudantes para a biblioteca ou deixá-los na própria sala e pedir para buscarem os mesmos conceitos que aparecem no Tsoro Yematatu nos dicionários da biblioteca (triângulo isósceles, altura, ponto médio e interseção) como também no [livro didático da rede de Caruaru do 7º ano do ensino fundamental anos finais \(SAMPAIO, 2018\)](#), as páginas são: Triângulo isósceles (p. 172), ponto médio (p. 149). Poderia verificar se a escola dispõe de compassos para os estudantes construírem o triângulo do tabuleiro. Inicialmente, o professor pode entregar uma folha rascunho para os estudantes tentarem fazer a construção do triângulo de acordo com o mesmo livro (p. 149). Logo em seguida, pode explicar como se constrói o triângulo no quadro, com compasso de quadro e régua, sanando dúvidas recorrentes do livro e como construir o ponto médio e os segmentos e indicar que ainda façam na folha de rascunho. Depois disso, ele pode entregar uma folha em branco e solicitar que construam o tabuleiro.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

7ª Etapa - Construção do tabuleiro do Tsoro Yematatu utilizando os instrumentos digitais do desenho geométrico pelo GeoGebra.

Tempo estimado: 3 aulas

Materiais: computadores; internet.

O professor pode utilizar o GeoGebra e criar uma Tarefa basta apertar nesse link: <https://www.geogebra.org/m/nz4g4qxm> e depois em Atribuir no canto superior direito. Esse link serve apenas para registrar o que os estudantes fizeram. Depois, pode explicar como construir o triângulo e o ponto médio utilizando o compasso digital do GeoGebra e os estudantes podem utilizar a primeira janela como um rascunho. Depois, é solicitado aos estudantes fazer pelo menos o triângulo do tabuleiro utilizando os instrumentos digitais do desenho geométrico, o resto pode ser feito utilizando as mesmas ferramentas anteriores, pois automatizam a construção.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

Conforme demonstrado anteriormente, nós vivenciamos 3 etapas de uma sequência didática e entregamos duas folhas com questões reflexivas para cada um dos 11 estudantes de matemática-licenciatura que nomearemos de E1 à E11, uma antes da vivência da sequência didática e outra após a vivência da sequência didática, as discussões e as reflexões que tivemos.

Nossas primeiras questões reflexivas foram construídas com algumas indagações sobre alguns aspectos da neurociência aplicada à educação, visto que essa área é muito ampla. Especificamente, indagamos sobre a afetividade, lembrança e múltiplas representações.

Apresentamos as respostas de parte dos licenciandos dos quais conseguimos categorizar as respostas e prezamos por não expor respostas muito semelhantes para podermos ter discussões mais diversas.

Quadro 2 – Respostas da questão 1 antes da vivência da sequência didática

Questão 1 - Qual a relação que você entende que há entre afetividade e educação matemática?	
Categorias	Resposta
Negatividade com a matemática	E3: <i>Deve haver uma relação direta entre a educação matemática e afetividade para que “monstros” e conclusões feitas pela dificuldade da disciplina sejam amenizadas</i>
	E5: <i>[...] outros vão apresentar maior resistência para aprender matemática, muitas vezes por não se identificar no campo ou por experiências que vivenciaram anteriormente.</i>
	E10: <i>[...] ser educador de uma matéria tão temida pelos alunos, muitos professores acreditam que a rigidez seja necessário dentro de sala, deixando o emocional de lado e sendo na maior parte do tempo mais racional.</i>
Relação positiva de professor-aluno	E4: <i>[...] a relação professor-aluno deve ser de companheirismo, de confiança e amizade, deixando o estudante mais confortável para participar e questionar quando surgem as dúvidas.</i>
	E6: <i>[...] a consideração do educador, o cuidado, o entendimento das diversas situações presentes num ambiente de aprendizagem.</i>
	E7: <i>O fazer matemático precisa de afetividade, visto que determina a matemática que o aluno aprende. Entretanto, a relação professor-aluno precisa de relações, troca de informações, relação de saber e</i>

	<i>questionamentos, concluindo que a afetividade é importante na aproximação do aluno com o professor.</i>
	<i>E3: A afetividade requer atenção, cuidado, aproximação, bem como o ensino, a didática.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Entendemos e categorizamos as respostas sobre afetividade e educação matemática em aspectos positivos e negativos. O estudante E8 disse que: “[...] *A afetividade está ligada à matemática tanto positivamente, quanto negativamente, e como professor temos que ser a ponte para que a afetividade dos alunos com as matérias seja positivas [...].* Amaral e Guerra (2022) indicam para trabalhar as emoções na aprendizagem, é importante criar um clima emocional positivo na sala de aula e ficar atento às emoções negativas. Como a própria matemática e o professor podem gerar emoções e sentimentos negativos, temos que tentar mudar essa questão. Os estudantes E3, E5 e E10 percebem que a matemática pode ser considerada um monstro, rígida e temida e que o estudante pode ter experiências anteriores que influenciam nessa visão.

Se a matemática já é considerada como rígida, deixar o emocional de lado pode fazer com que o estudante se distancie ainda mais da matemática. Justamente por ter um imaginário popular negativo para a matemática, acreditamos na importância de nos aproximar dos estudantes e fazê-los se aproximarem da matemática. O final da resposta do estudante E10 vai do lado oposto ao que afirmam Chacón (2002), Freire (1996) e Amaral e Guerra (2022), mas que não deixa de ser o imaginário de muitos professores que já estão em atuação, como de muitas outras pessoas. Os referidos autores destacam a importância do aspecto cognitivo e emocional e que ambos podem ser considerados. Esses últimos autores afirmam que o estudante tem uma representação mental das experiências que teve e que são criadas redes cognitivas entre esses dois aspectos para o estudante considerar a relevância e o sentido da disciplina, incluindo a matemática.

As respostas do estudante E4 e E7 vão ao encontro para o que Freire (1996) diz sobre dialogicidade. O estudante precisa ter a possibilidade de questionar, indagar, de ser cético para as coisas, mais de pelo menos se permitir entender a aprender. Freire (1996, p. 25) diz que “quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições”. É

uma boa atitude filosófica nos questionar, no nosso ambiente de ensino-aprendizagem, “[...] se as perguntas são bem-vindas e se todos têm espaço para se manifestar” (AMARAL; GUERRA, 2022, p. 129).

Concluimos a análise dessa questão reflexiva que temos relações positivas e negativas com a matemática e que temos estratégias dos licenciandos e autores para podermos lidar com essa situação.

As respostas a seguir são referentes a questão 2 antes da vivência da sequência didática: **o que você acha sobre tentar lembrar do que foi estudado ou experienciado na sala de aula, ou em outros locais de aprendizagem? De que forma isso poderia ser feito?**

O estudante E6 respondeu: “[...] *acredito que os ensinamentos e aprendizagens passam por constantes ‘manutenções’ em minha mente*”. O conhecimento é construído de várias formas e de forma processual (FREIRE, 1996; ZABALA, 2014), assim também como os conceitos são construídos (D’AMORE, 2007; DERVILLE, 1969; FALCÃO, 1986; PAIS, 2016; ZABALA, 2014). Como eles são construídos, passam por manutenções mentais, ou seja, o conhecimento se expande, é entendido de uma outra forma ou com outros exemplos, é desconstruído e reconstruído. Na neurociência, isso pode ser entendido como o processo de elaboração (AMARAL E GUERRA, 2022; COSENZA; GUERRA, 2011). Temos a construção de uma representação mental de algo que envolve vários neurônios e os vários sentidos do corpo humano e ela é única de cada ser humano.

O estudante E8 respondeu o seguinte sobre a mesma questão reflexiva: “[...] *o que permite lembrar experiências que vivemos será aquilo que nos transfere emoções forte sejam boas ou ruins [...]*”. Esse tipo de memória é chamado de *flashbulb* (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 83) e são memória altamente emotivas. As emoções influenciam na atenção, motivação e na conservação de uma lembrança (COSENZA; GUERRA, 2011). As emoções podem favorecer ou atrapalhar o processo de aprendizagem. É importante estar atento ao que os estudantes sentem para poder auxiliar e promover emoções positivas e que favoreçam o bem-estar.

O estudante E9 respondeu que:

[...] para relembrar conceitos matemáticos o professor pode utilizar recursos didático como jogos, estimular um breve debate a respeito do que foi estudado em aulas anteriores e dar espaço

para que os alunos relatem suas vivências, pois muitas vezes os alunos não são estimulados a compartilhar seus saberes.

Os jogos podem ser utilizados das mais variadas formas, desde iniciar um ensino, como também utilizado para relembrar alguns conceitos que precisam de mais atenção ou simplesmente para repetir de forma diferente a representação do conceito. Grando (2004) elenca algumas vantagens em utilizar jogos e que reiteram o que foi dito pelo estudante como a introdução e desenvolvimentos de conceitos e significação para conceitos incompreensíveis. Ao debater o que foi estudado na aula anterior, estamos utilizando a prática de lembrar. Agarwal et al (2020) exemplificou com a possibilidade de escrever o que o estudante lembra da aula passada. Acreditamos que os dois jeitos são válidos e cada uma potencializa um aspecto do estudante. O debate também é uma possibilidade de ser feito. A partir da estratégia memória de aula (SOUZA, 2016) o estudante pode relatar suas vivências dentro da sala de aula, mas também expandir isso para outros relatos de vivências, como o estudante dizer o que gostaria que o professor soubesse (SCHWARTZ, 2016) e os seus saberes através do diálogo que muito defende Freire (1996).

O estudante E10 falou um pouco sobre anotações: “[...] *todas as minhas anotações, ou anotações do professor, vem à mente quando necessário. Então, o visual é mais importante para mim.*”. Através da recordação, o estudante tem uma representação mental do conteúdo que está aprendendo. É possível visitar as anotações através do contato novamente com as anotações (MIYATSU; NGUYEN ; MCDANIEL, 2018), ou por meio da representação mental que temos das anotações, inclusive utilizando a prática de lembrar. Ao dizer que o visual é mais importante para ele, podemos levar em consideração para podermos representar um conteúdo através de múltiplas representações e também pensar que esse os tipos de aprendizagem não são fixos, um estudante não vai apenas aprender de forma visual e de nenhuma outra forma.

Por fim, ainda sobre a questão reflexiva 2, o estudante E2 nos traz algumas considerações: “*A forma que poderia ser feito era uma abordagem diferente do que foi passado, por exemplo diferente de mais teoria viria jogos, vídeos, atividades e etc.*” O licenciando exemplifica com algumas possibilidades das múltiplas representações (DUVAL, 2012; PRAIN; WALDRIP, 2006; TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007), que auxiliam o professor apresentar o conteúdo mais de uma vez com diferentes

perspectivas e talvez utilizando de outros sentidos. Já elencamos logo acima algumas possibilidades de trabalhar com jogos. As imagens podem auxiliar na elaboração e na construção de conceitos (ZABALA, 2014) e quando elas estão em movimentos, como em vídeos, isso pode dar mais sentido a alguns conceitos, principalmente, matemáticos.

Concluimos que existem alguns fatores que acontecem na nossa mente, como manutenções, e que alguns fatores auxiliam na nossa lembrança, como mencionado pelos licenciandos, como as anotações feita pelo professor e pelo estudante, as fortes emoções causadas pelo que experienciamos e a utilização de múltiplas representações.

A seguir apresentamos o nosso quadro 3 que é a última questão reflexiva antes da vivência da sequência didática.

Quadro 3 – Respostas da questão 3 antes da vivência da sequência didática

Questão 3 - O que você acha sobre ensinar os mesmos conceitos matemáticos mais do que uma vez e de diferentes formas? Justifique	
Categorias	Resposta
Campo conceitual	E4: <i>Acho necessário, uma vez que, apenas uma situação não é suficiente para que um conceito seja apreendido, como Vernaud traz em sua Teoria dos Campos Conceituais.</i>
	E3: <i>Refrescar a memória é sempre bom, e praticar algo que já foi visto de formas diferentes, pode criar uma afetividade entre o indivíduo e o conteúdo, bem como explorar seu campo conceitual;</i>
Compreender/entender	E11: <i>Se torna um fortalecimento de compreensão.</i>
	E7: <i>[...] apresenta [...] uma visão mais significativa sobre o assunto, visto que em diferentes formas pode levar ao entendimento do assunto.</i>
	E5: <i>Muitas vezes por causa do curto tempo que os professores têm para repassar conteúdos, as aulas são muito corridas e acaba que os alunos não entendem muito bem. Por isso, acho muito importante que o professor revise os conteúdos que os alunos tirem suas dúvidas e aprendam melhor.</i>
	E1: <i>[...] somos seres exclusivos, eu posso entender o assunto/conceito de uma forma enquanto uma pessoa que esteja ao meu lado aprenda de forma diferente.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Observa-se que alguns licenciandos utilizaram como referência a teoria dos campos conceituais de Vergnaud. Nós não a utilizamos, pois geralmente ela é associada apenas a resolução e formulação de problemas. Mas, se a situação dessa teoria for pensada em diferentes, múltiplas representações e contatos que o estudante tem com um conceito sem necessariamente ser um problema, é válido. Os campos conceituais são classificações de conceitos em um conjunto universo maior.

Como o estudante E3 afirmou, é importante refrescarmos a memória, ou seja, ver o conteúdo uma outra vez e de uma outra forma, pois, as conexões sinápticas podem se desfazer (COSENZA; GUERRA, 2011) e não lembrarmos mais daquilo. E um dos processos importantes para que essa conexão seja mantida é através da repetição. A afetividade não é apenas entre professor-estudante, já que o estudante também vai ter níveis de prazer e desprazer referente a disciplina. O estudante vai ter representações mentais a partir de vivências anteriores sobre a matemática e isso determina como ele vai se comportar e como vai se sentir (AMARAL, GUERRA, 2022).

Muitos são os fatores que podem levar os estudantes a não entenderem os conceitos matemáticos, as múltiplas representações podem ser uma forma de tornar os conceitos mais entendíveis. E o tempo de aprendizagem é subjetivo, pois, “alguns estudantes levarão mais tempo que outros para entender completamente um conceito e precisarão de atividades complementares [...]” (AMARAL; GUERRA, 2022).

Segundo o aluno E2 “[...] o jeito de pensar e absorver conteúdos varia de aluno para aluno. Por exemplo, tem alunos que são mais auditivos, já outros mais visuais.” Ao propiciar o processo de repetição aos estudantes, o professor pode diversificar os sentidos dos estudantes. “Além do processamento verbal, [é importante] usar os processamentos auditivo, tátil, visual ou mesmo o olfato e a gustação” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 63). Ainda segundo o mesmo estudante (E2), “[...] [ao ser] passado mais de uma vez [o conteúdo], [isso] faz com que [o estudante] lembre o que foi passado [...]”. Desse modo, apresentar o conteúdo novamente propicia a recordação e a elaboração, as possíveis relações que o estudante pode fazer com as representações mentais que já tem.

O estudante E9 diz o seguinte: “Acho importante porque ajuda a consolidar a aprendizagem de um determinado conteúdo”. De fato, por meio do processo da repetição e com múltiplas representações é possível consolidar informações, ou seja,

mantê-las na memória de longa duração e isso pode ser associado a outros processos.

Concluimos essa primeira parte das questões reflexivas. Alguns licenciandos associaram as múltiplas representações a teoria dos campos conceituais e outros indicaram que as múltiplas representações e repetição dos conceitos são eficientes, pois os estudantes aprendem de forma subjetiva e precisam refrescar a memória.

Iniciamos a análise e discussão dos dados referente as questões reflexivas após a vivência da sequência didática. As respostas, referentes a questão a seguinte, foram respondidas geralmente descrevendo o que vivenciaram do que fazendo de fato a relação. Então, fizemos um quadro que exemplifica o que mais foi encontrado em seus discursos.

Quadro 4 – Respostas da Questão 1 após a vivência da Sequência Didática

Questão 1 - Qual a relação entre essas etapas vivenciadas por você?	
Palavras-chave	Menções
Aplicação/prática/execução/realização do jogo	7
Teoria/história do jogo	1
Construção/produção do jogo	3
Conceitos	4
Desenvolvimento do estudante	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Inferimos por meio do quadro que os licenciandos tiveram um maior foco e lembrança do jogo em prática, do que em os outros momentos. E que em sua maioria nenhum deles descreveu todas as etapas, sempre alguma foi deixada de lado. E que ao falar de conceitos, geralmente, se falava em conceitos, também se falava em geometria plana.

Destacamos o estudante E4 que fez a relação e disse: *“todas elas estão relacionadas com o jogo apresentado e com conceitos de geometria plana”*. De fato, todas as etapas estavam relacionadas ao jogo com o intuito de também desenvolver os conceitos de geometria plana do jogo e construir algumas representações.

Outro licenciando que destacamos foi o que fez uma relação com a palavra sequência metodológica. No decorrer da vivência da sequência didática, tentamos não utilizar o termo para ver se os licenciandos faziam essa relação e enxergavam a sequência das etapas dessa forma. O estudante E8 respondeu: *“De descobrimento, aprendizado e aplicação. Ou seja, foi a sequência metodológica mais apropriada para desenvolver qualquer assunto a partir de um jogo ou dinâmica, pois uma mostra, outra ensina e por fim há a experiência.”* Ao falar sobre sequência didática o autor Attie (2022) indica a possibilidade de falar sobre a origem, construirmos o jogo e jogarmos de forma livre e que haja o envolvimento de conteúdos que podem ou não serem matemáticos. Também, acreditamos que ao mostrar a origem e aspectos sociais do jogo, também estamos ensinando, apenas não é o conteúdo matemático. Então, o ensino está em toda sequência didática.

Outro ponto bastante importante de utilizar múltiplas representações, é que o estudante pode ter mais entendimento dos conceitos matemáticos, como também suas habilidades podem ser utilizadas e desenvolvidas. O estudante E10 disse: *“[...] vendo as diversas maneiras de jogar, pude me identificar melhor com o tabuleiro [...]”* Ele foi entendendo melhor o jogo e possivelmente um estudante da educação básica, poderia se identificar melhor com os conteúdos matemáticos.

Por fim, como os licenciandos mais descreveram a sequência, trouxemos poucas respostas que evidenciaram a relação entre as etapas da sequência didática. Tivemos respostas onde foi entendido a relação de todas etapas terem o jogo e os conceitos e por ser uma sequência metodológica apropriada.

Iremos analisar e discutir as respostas referentes a questão 2: **Por que você acredita que essas etapas foram construídas desse modo?**

O estudante E8 respondeu: *“Pois é uma ótima forma de desenvolver uma dinâmica em sala de aula que atraia mais os alunos.”* Podemos entender essa atração como ter a atenção do estudante e deixá-lo motivado. A motivação e a atenção estão relacionadas, assuntos novos e que proporcionam bem-estar podem mobilizá-las (AMARAL; GUERRA, 2022).

Sobre processo cognitivo, o estudante E7 respondeu: *“Para proporcionar a visão da dinâmica relação professor-aluno e didaticamente fomentar o processo cognitivo de representação da prática do jogo e a elaboração do mesmo”*. Alguns processos cognitivos são mobilizados na sequência construída, como a repetição,

elaboração, consolidação e recordação (AMARAL; GUERRA, 2022; COSENZA; GUERRA, 2011). Os estudantes também operam com alguns processos ao ter que ler as regras do jogo, entender que nessas regras alguns termos foram ocultados para que a construção do conhecimento fosse feita e que para elaborar o jogo, poderíamos aprender matemática na sua construção.

O estudante E9 respondeu da seguinte forma: *“Para construir conhecimento em etapas. Primeiro o estudante tem contato com o jogo e depois, a partir dos conhecimentos que adquiriu pode construir o jogo utilizando diversos recursos . Esses diversos recursos tem o intuito de fazer com que o estudante construa o conhecimento e dê um sentido de fato para um aglomerado de letras que, muitas vezes, só são símbolos. Boni e Laburú (2017) afirmam que o objetivo principal das múltiplas representações é o estudante apropriar-se dos significados dos conceitos e a construção de conhecimentos em etapas também permite que os estudantes possam dormir e consolidar o conhecimento, já que a sequência é espaçada no tempo.*

O estudante E3 lembrou-se bem da sequência, descreveu e acrescentou um termo a sequência para jogos africanos matemáticos de Attie (2022), para ele: *“Para que o conhecimento seja desenvolvido a partir da participação da turma e metodologia diversificada respeitando a ordem: origem – prática – produção – análise.”* Não precisamos respeitar a risca a ordem de execução de uma sequência, mas podemos conhecer pessoas que escrevem, falam, publicam sobre ordens e podemos aprender com elas. Nós invertemos a ordem de Attie (2022) e colocamos a prática antes da construção do jogo para que não ficasse tedioso construir um jogo que não se sabe quando iria ser finalizado. Mas, depois de jogar e construir afetividades de várias formas, os estudantes têm certa intimidade com o jogo e podem ter uma afeição em construir e guardar o seu próprio tabuleiro do jogo. Ao acrescentar a análise, o licenciando nos faz pensar que sempre podemos analisar sobre nossas práticas e podemos verificar o que deu e está dando certo para nos desenvolvermos e nos aperfeiçoarmos.

Podemos refletir sobre uma resposta do estudante E11 onde ele respondeu: *“Seguir uma linha didática, conhecer o jogo e tentar criar um a partir dos conceitos colocados em prática vivenciado em aula.”*. Essa linha didática quase tornou-se o termo sequência didática, mas um significado pode dizer muito mais do que um termo. Entendemos que vivenciar conceitos é o que muito se falta na sala de aula, onde

geralmente vivenciamos contas e mais contas, ou reproduções mecânicas que muitas vezes não fazem sentido para quem executa. Freire (1996), Lima (2019) e outros autores discutem sobre a importância de entender o que é estudado.

Por fim, apresentamos nossa última questão reflexiva após a vivência da sequência didática no quadro abaixo.

Quadro 5 –Respostas da Questão 3 após a vivência da Sequência Didática

Questão 3 - Em que pode auxiliar na aprendizagem matemática ver os conceitos de forma pesquisada, lida e desenhada e vê-los de forma digital e com interação nas ferramentas do GeoGebra?	
Categorias	Respostas
Construção/Exploração do conhecimento	<p>E8: “Pois não é algo dado e sim explorado essa forma de interesse é o que mais solidifica o aprendizado dos alunos.”.</p> <p>E4: “Facilita a compreensão e expande a visão dos conceitos estudados podendo haver uma construção do conhecimento de forma mais significativa.”.</p>
Conceitos	<p>E7: “Ferramentas como o GeoGebra traz para o estudante formas de pensar conceitualmente e a construção do jogo.”</p> <p>E9: “Ajuda na consolidação da aprendizagem a partir do contato com um determinado conceito sendo trabalhado de diferentes formas.”.</p> <p>E3: “Em tudo, facilita ao aluno ter uma participação mais dinâmica com o conteúdo na aula. Além de trazer a desenvoltura do raciocínio e campo conceitual das relações do triângulo”.</p>
Significados	<p>E7: É nessas práticas que estimula no aluno a visão de como a matemática e seu ensino pode ser tornar dinâmico e interativo desenvolvido por interações que efetive o desenvolvimento dos significados matemáticos.”.</p> <p>E10: “Conhecer os elementos antes de saber seu nome é mais fácil de se entender como por exemplo a interseção. Então, os conceitos que já vimos previamente sem ao menos saber o que significa quando apresentado não é apenas uma palavra sem significado.”.</p> <p>E11: “Na compreensão dos conceitos, entender a nomenclatura e colocar em prática, o desafio de identificar os pontos médios e entender o que significa certos conceitos.”</p>
GeoGebra	<p>E5: “Auxilia no aprendizado de vários conteúdos tanto matemático e de outros campos pelo aluno. Ao utilizar o GeoGebra o aluno consegue visualizar o jogo geometricamente de forma prática.”.</p>

	E3: “Inclusive auxilia na manipulação do GeoGebra, que, com certeza, poderá ser usado em outros conteúdos futuros.”.
--	---

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Ao analisar o que foi dito pelos estudantes E8 e E4, nós podemos fazer uma relação com Freire (1996), Zabala (2014), Papert (1994), Pais (2016). O estudante E8 responde que o conhecimento, na nossa sequência, não é dado e sim explorado. O estudante E4 mencionou a construção do conhecimento. As considerações dos autores mencionados vão de encontro com o que foi dito pelos licenciandos.

Através do GeoGebra é possível pensar conceitualmente, ou pensar nos significados que os conceitos podem ter, como disse o estudante E7. Outro estudante, o E9, exemplifica muito bem o que este trabalho discute. A consolidação, ou seja, o processo de formar memórias de longa duração (AMARAL; GUERRA, 2022; COSENZA; GUERRA, 2011) é potencializada ao utilizar das múltiplas representações, que discute Prain e Waldrip (2006), Tytler, Prain e Peterson (2007), Boni e Laburú (2017) e com outras palavras muitos outros autores desse trabalho.

Ao ministrar aula, é importante prezar pelo significado que os conceitos carregam. O estudantes E7, E10 e E11 perceberam isso na vivência da Sequência Didática. Zabala (2014), Boni e Laburú (2017) e Carrasco (2003) falam sobre os significados dos conceitos. Carrasco (2003) fala que é necessário falar ou escrever sobre os conceitos na linguagem usual, ou seja, é preciso conversar sobre os conceitos para não ser algo que pareça extremamente complexo. Zabala (2014) ainda diz que essa atribuição de significado é pessoal e depende do que o estudante experienciou.

Por fim, utilizar o GeoGebra, abre oportunidades de utilizar para aprender os mais variados conceitos e conteúdos matemáticos ou não. As tecnologias digitais estão à nossa volta e temos que aprender a utilizá-las para poder proporcionar uma aprendizagem diferente da tradicional para os nossos estudantes. Além disso, o GeoGebra permite fazer a relação de várias áreas da matemática, como também representar um conceito matemático de várias formas.

Concluimos que os licenciandos entendem que a sequência didática é útil para a construção da aprendizagem e de conceitos e que é possível construir os significados de conceitos matemáticos através dessa sequência didática e que o GeoGebra pode potencializar essa vivência.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa, conseguimos ver que a neurociência aplicada à educação é uma área muito ampla e que depende de muita dedicação para poder entendê-la e fazer dela referência para a construção das nossas aulas, ou de sequências didáticas.

Ainda, há muito a avançar sobre as discussões das relações étnico-raciais, africanidades e sobre a Lei n. 10.639/03, como também a Lei n. 11.645/08 que não foi mencionada aqui, que inclui a temática indígena, também importante. A luta é grande para que possamos construir uma sociedade mais justa e antirracista e que não fique no mito da democracia racial.

Sobre o problema que essa pesquisa teve como norte, podemos ter muitas considerações. De forma resumida, sobre afetividade, os licenciandos pesquisados conseguem reconhecer que a sociedade e os estudantes da educação básica observam a matemática como negativa e fizeram algumas pontuações do que é necessário o professor fazer para construir uma afetividade. Sobre ensinar os conceitos de forma repetida e com múltiplas representações, os licenciandos indicaram que serviria para o entendimento, a compreensão e a formação do campo conceitual do estudante.

Os licenciandos também compreenderam que a nossa sequência serve para o desenvolvimento de conceitos, a construção do conhecimento e construção dos significados desses conceitos matemáticos. E que o jogo pode ser uma possibilidade para isso.

Como a pesquisa foi feita com licenciandos, a utilização do GeoGebra deu-se de forma bastante intuitiva, porque muitos já sabiam utilizá-lo e já sabiam o que os conceitos representam. Com estudantes da educação básica, pode demandar mais detalhes e tempo.

Atingimos o primeiro objetivo, ao elaborar a sequência didática a partir dos conceitos do jogo lendo algumas das referências que falam sobre o jogo e através da reflexão de como construir o conhecimento e os conceitos e também pelas discussões que foram feitas durante e após a aplicação da parte da sequência didática. Como também atingimos o nosso segundo objetivo. A análise foi feita a partir do registro de questões reflexivas entregue a eles. Fizemos algumas categorizações, quadros e associamos suas respostas ao que alguns autores escrevem de forma teórica.

Como sugestões para os leitores, indicamos fazer uma referência com a educação especial e inclusiva no ensino de matemática, já que falamos sobre utilização dos sentidos e formas de múltiplas representações. Alguns estudantes com necessidades específicas têm alguns sentidos mais utilizados do que outros e também é possível pensar nisso.

Tentamos buscar algum dicionário com os conceitos do Tsoro Yematatu aqui mencionado e não encontramos todas as palavras. A palavra interseção, geralmente é definida no campo dos conjuntos e pouca coisa se tem sobre a interseção geométrica. O conceito de ponto médio foi visto em alguns dicionários com explicações muito relacionadas a geometria analítica, não encontramos de forma rápida explicações com uma linguagem mais comum e usual.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, Pankaj et al. **Como a Prática de Lembrar pode ser utilizada para melhorar a aprendizagem**. Tradução: EKUNI, Roberta; POMPEIA, Sabino. St. Louis: Universidade Washington, 2020. Disponível em: http://pdf.retrievalpractice.org/translations/Portuguese_RetrievalPractice.pdf. Acesso em: 31 jan. 2023.
- AMARAL, Ana; GUERRA, Leonor. **Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília : SESI/DN, 2022. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/24/33/24331119-5631-42c0-b141-9821064c820c/neurociencia_e_educacao_2022.pdf. Acesso em: 04 mar. 2023.
- ATTIE , João. **Jogos matemáticos da África**. São Cristóvão, SE: Editora UFS, 2022. Disponível em: <https://www.livraria.ufs.br/produto/jogos-matematicos-da-africa/>. Acesso em: 08 fev. 2023.
- BONI, Keila; LABURÚ, Carlos. **A diversidade representacional na aprendizagem de conceitos vetoriais**. 2017. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/20731/1/Boni2017A.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- BORGER, Robert; SEABORNE, A. E. M. **A psicologia da aprendizagem**. Tradução: Joaquim Duarte Peixoto. Lisboa: Ulisseia, 1974.
- BRASIL. **Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/10.639.htm. Acesso em: 13 fev. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.
- BROCKINGTON, Guilherme et al. From the Laboratory to the Classroom: The Potential of Functional Near-Infrared Spectroscopy in Educational Neuroscience. **Frontiers in Psychology**. v. 9, p. 1-7, out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01840>. Acesso em: 04 mar. 2023.
- CARPENTER, Shana; AGARWAL, Pankaj. **Como usar a prática de lembrar espaçada para melhorar o aprendizado**. Tradução e adaptação: ROCHA, Fábio Theoto; EKUNI, Roberta; POMPEIA, Sabino Ames: Universidade Estadual de Iowa, 2020. Disponível em: http://pdf.retrievalpractice.org/translations/Portuguese_Spacing.pdf. Acesso em: 31 jan. 2023.
- CATANIA, A. Charles. **Aprendizagem: Linguagem, comportamento e cognição**. 4 ed. Tradução: Deisy das Graças de Souza. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- CHACÓN, Inés. **Afecto y aprendizaje matemático: causas y consecuencias de la interacción emocional**. 2002. Disponível em: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/23048/1/IGomez21.pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.
- COLL, César et al. **O construtivismo na sala de aula**. 6 ed. Tradução: Cláudia Schilling. São Paulo: Ática, 2009.
- COSENZA, Ramon; GUERRA, Leonor. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- D'AMORE, Bruno. **Elementos de didática da matemática**. Editora Livraria da Física, 2007.
- DERVILLE, Leonore. **Psicologia Prática no Ensino**. Tradução de José Reis. São Paulo: IBRASA Editora, 1969.

DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução: Mércles Thadeu Moretti. **REVEMAT: Revista Eletrônica de matemática**, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012.

EKUNI, Roberta; POMPEIA, Sabino. Prática de lembrar: a quais fatores os educadores devem se atentar? **Psicologia Escolar e Educacional** [online]. 2020, v. 24. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-35392020220284>. Acesso em: 16 de agosto de 2021.

FALCÃO, Gérson. **Psicologia da aprendizagem**. 3 ed. São Paulo: Ática, 1986.

FERRAZ, Juliana. **A memória na aprendizagem matemática**. 2014. 74f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4454/5899.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2021.

FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática. **Boletim da SBEM-SP**, v. 4, n. 7, p. 5-10, 1990. Disponível em: https://www.academia.edu/download/35335310/Texto_-_Uma_Reflexao_sobre_o_uso_de_Materiais_Concretos_e_Jogos.pdf. Acesso em: 09 fev. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em: <https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2023.

GANDA, Danielle. R.; BORUCHOVITCH, Evely. A autorregulação da aprendizagem: Principais conceitos e modelos teóricos. **Psic. da Ed.**, São Paulo, 46, 1º sem. de 2018, pp. 71-80. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/psicoeduca/article/view/39147>. Acesso em: 15 ago. 2021.

GIL, Antonio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRANDO, Regina. **O jogo e a matemática no contexto da sala de aula**. São Paulo: Paulus., 2004. Disponível em: <https://pnaic.paginas.ufsc.br/files/2019/05/Texto-1.pdf>. Acesso em 16 jan. 2023.

GUERRA, Leonor. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocação**, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_civel/aa_ppdeficiencia/aa_ppd_educacaoinclusiva/Artigo%20Leonor%20Guerra%20Neurociencia%20e%20educa%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 16 jan. 2023.

HOOKS, Bell. Ensinando a transgredir: a educação como prática de liberdade. Tradução: Marcelo Brandão Cipolla. 1 ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2013.

LIBÂNEO, José. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**. 2004, n. 27, p. 5-24. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782004000300002>. Acesso em: 30 ago. 2021.

LIBÂNEO, José. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2006.

LIMA, Juliana. A importância da sequência didática para a aprendizagem significativa da matemática. **Revista Artigos**. Com, v. 2, p. e829, 18 abr. 2019. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/829/387>. Acesso em: 16 ago. 2021.

LINS, Romulo. Matemática, monstros, significados e educação matemática. **Educação matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, p. 92-120, 2004. Disponível em: <http://sigma-t.org/permanente/2004a.pdf>. Acesso em 17 jan. 2023.

MAURI, Teresa. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam conteúdos escolares? In: COLL, César et al. **O construtivismo na sala de aula**. 6 ed. Tradução: Cláudia Schilling. São Paulo: Ática, 2009. p. 79-122.

MIYATSU, Toshiya; NGUYEN, Khuyen; MCDANIEL, Mark A. Five popular study strategies: Their pitfalls and optimal implementations. **Perspectives on Psychological Science**. Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 13, n. 3, p. 390–407, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/1745691617710510>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MIZUKAMI, Maria. **Ensino**: as abordagens do processo. 1986.

MOREIRA, Marco. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.
OLIVEIRA, Maria. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PAIS, Luiz. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. Autêntica, 2016.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, v. 17, 1994.

PRAIN, Vaughan; WALDRIP, Bruce. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500690600718294>. Acesso em: 29 jan. 2023.

SAMPAIO, Fausto Arnaud. **Trilhas da matemática, 7º ano** : ensino fundamental, anos. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2018. Disponível em: <https://edocente.com.br/pnld/trilhas-da-matematica-7o-ano/>. Acesso em: 02 fev. 2023.

SCHWARTZ, Kyle. **I wish my teacher knew**: How one question can change everything for our kids. Boston: Da Capo Lifelong Books, 2016.

SEDRÊS, Aruana; SILVEIRA, Denise. **A prática de escrever na aula de matemática**: alguns olhares. In: IV Congresso Uruguayo de Educación Matemática, 4, 2012. Montevideo: Sociedad de Educación Matemática Uruguay, 2012. (p. 118-123). Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/17697/1/Sedres2012A.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2021.

SILVA, Kleyfton. **A neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular**: um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo. 2018. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/8229>. Acesso em: 30 ago. 2021.

SILVA, Petronilha. Aprendizagem e ensino das africanidades brasileiras. In: MUNANGA, Kabengele. (Org.) **Superando o racismo na escola**. 2 ed. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2005. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/racismo_escola.pdf. Acesso em: 13 abr. 2023.

SOLE, Isabel. Disponibilidade para a aprendizagem e sentido da aprendizagem. In: COLL, César et al. **O construtivismo na sala de aula**. 6 ed. Tradução: Cláudia Schilling. São Paulo: Ática, 2009. p. 29-56.

SOUZA, Agostinho. Memória de aula: uma experimentação de autoria. **REVELLI - Revista de Educação, Linguagem e Literatura**, v.8, n.3. Outubro/2016. p. 13-22. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/revelli/article/view/5392>. Acesso em: 16 ago. 2021.

TOLENTINO, Luana. **Outra educação é possível**: feminismo, antirracismo e inclusão em sala de aula. 1 ed. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2018.

TYTLER, Russell; PRAIN, Vaughan; PETERSON, Suzanne. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, v. 37, p. 313-331, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9028-3>. Acesso em: 29 jan. 2023.

WOOD, David. **Como as crianças pensam e aprendem**: os contextos sociais do desenvolvimento cognitivo. Tradução: Cecília Camargo Bartalotti. São Paulo: Loyola, 2003.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Penso, 2014.

ZASLAVSKY, Claudia. **Jogos e Atividades Matemáticas do Mundo Inteiro**. Porto Alegre/RS: Artmed, 2000.