

Neuromatemática: O estímulo de “Mentalidades Matemáticas” e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud

Neuromathematics: The stimulus of “Mathematical Mentalities” and Vergnaud's Theory of Conceptual Fields

Fabrício de Oliveira Lima¹

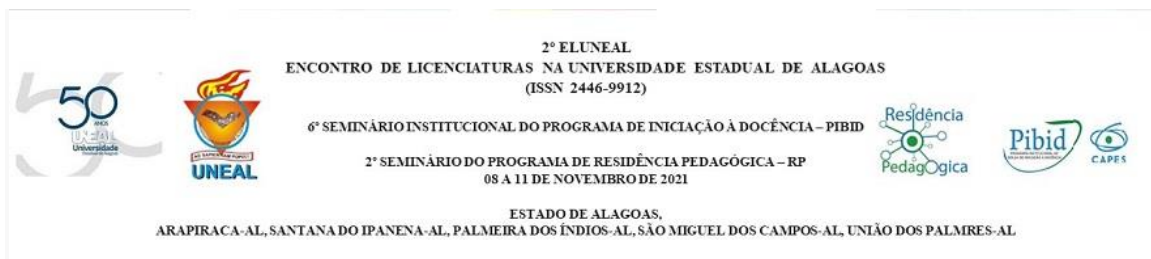
⁽¹⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-0497>; Universidade Estadual de Alagoas/Residência Pedagógica do Curso de Licenciatura de Matemática – Campus Arapiraca, BRAZIL, E-mail: fabrioliolima98@gmail.com.

Grupo de Trabalho: Matemática Residência Pedagógica

RESUMO: O presente trabalho refere-se a apresentação de uma nova abordagem a cerca do ensino e aprendizagem de matemática. Trata-se de um trabalho que visa trazer informações sobre a importância de desenvolver nos alunos conceitos que a autora Britânica Jo Boaler apresenta em seus livros *Mentalidades Matemáticas*, além disso o presente artigo procura apresentar as teorias de Gérard Vergnaud, que pesquisa sobre a teoria dos campos conceituais e sua importância na aprendizagem de matemática, observando as ideias de desenvolvimento cognitivo de Piaget e apresentando com isso sua perspectiva sobre princípios aditivos e multiplicativos, por exemplo. Será apresentado na termo neuromatemática, sendo que este termo defende a relação entre a matemática e o comportamento cerebral como recurso para a aprendizagem. O presente artigo, visa apresentar as concepções e as formas de representar as teorias de conhecimentos que ambos os pensadores centrais da pesquisa defendem, compreendendo assim, como a pesquisa é importante para o atual cenário educacional que vivemos.

PALAVRAS-CHAVE: Campos Conceituais, Desenvolvimento Cognitivo, Ensino de Matemática.

ABSTRACT: The present work refers to the presentation of a new approach to the teaching and learning of mathematics. This work aims to provide information on the importance of developing in students concepts that the British author Jo Boaler presents in her books *Mathematical Mentalities*. Furthermore, this article seeks to present the theories of Gérard Vergnaud, who researches the theory of conceptual fields and their importance in learning mathematics, observing Piaget's ideas of cognitive development and thereby presenting his perspective on additive and multiplicative principles, for example. It will be presented in the term neuromathematics, and this term defends the relationship between mathematics and brain behavior as a resource for learning. This article aims to present the concepts and ways of representing the theories of



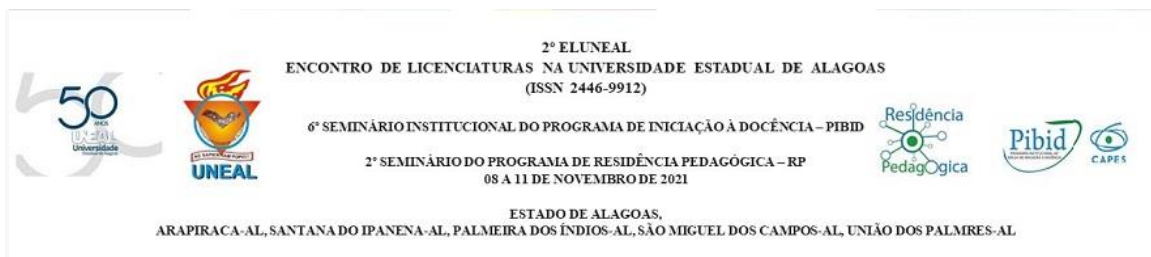
knowledge that both central thinkers of research defend, thus understanding how research is important for the current educational scenario in which we live.

KEYWORDS: Conceptual Fields, Cognitive Development, Mathematics Teaching.

INTRODUÇÃO

Segundo pesquisadores do grupo de pesquisa Neuro Math da Universidade de São Paulo – USP, a Neuromatemática é uma nova área da matemática, também conhecida como a ciência do cérebro, essa tem a finalidade de desenvolver conceitos da neurociência para a formulação rigorosa dos problemas a partir da visualização e outras metodologias. Alguns autores relacionam esse estudo como voltado a um ramo da matemática computacional, onde segundo Galushkin et al. (2003, pg. 57-64) a neuromatemática é o "ramo da matemática computacional aplicado ao desenvolvimento de métodos e soluções algorítmicas de problemas em neurocomputadores". O desenvolvimento e o comportamento do cérebro mediante a estímulos é estudado por um grupo de pesquisa de Stanford liderado pela autora Jo Boaler, na qual, segundo a autora (2008) dados da neurociência são importantes pois estes revelam que nosso cérebro está em constante crescimento e partindo desse pressuposto, sendo nosso cérebro capaz de modificar, somos também capazes de aprender matemática. Esses estudos mostram que trabalhar com a matemática visual faz com que o aluno ganhe uma autoconfiança, pois bem, o propósito dessa pesquisa é mostrar que trabalhar com a matemática visual pode levar o aluno a compreender de uma maneira mais clara o ensino da matemática.

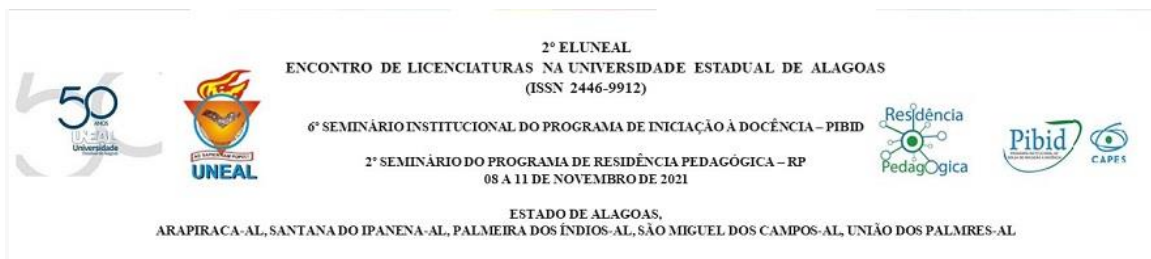
A educação no cenário atual da educação em matemática se encontra em grande frustração, assim enquanto pesquisadores, surge o anseio em desenvolver uma pesquisa que aprimore a prática de muitos professores e possa ajudar na efetivação da melhora do ensino e possibilite novas redes de informações conectadas ao professor. Entender o papel do educando e do educador é importante para construção educacional e assim, essa pesquisa viabiliza a descoberta de metodologia educacional que pode integrar-se às mais diversas áreas de atuação em matemática por meio de uma tendência liberal renovada e



progressista. Compreender a matemática como uma disciplina que traz consigo uma imensidão de aplicabilidades, é de extrema importância para entendermos que esta, pode ofertar diversos significados na vida dos estudantes.

Um outro ponto relevante dessa pesquisa é apresentar ideias recentes do pesquisador Gérard Vergnaud, diretor de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) da França, discípulo de Piaget, em sua teoria, ele visa ampliar e redirecionar o foco piagetiano das operações lógicas gerais, das estruturas gerais do pensamento, procurando estudar melhor as relações entre os sujeitos e as suas ações. Nesta perspectiva, a teoria dos campos conceituais é uma teoria cognitivista neopiagetiana que pretende oferecer um referencial mais frutífero do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas. É necessária uma perspectiva desenvolvimentista à aprendizagem desses campos, pois, é sua pesquisa Vergnaud trata sobre os princípios aditivos e multiplicativo, porém essa teoria pode também ser aplicada em outros campos. Em Física, por exemplo, há vários campos conceituais -- como o da Mecânica, o da Eletricidade e o da Termologia -- que não podem ser ensinados, de imediato, nem como sistemas de conceitos nem como conceitos isolados.

Mesmo com a crescente utilização de tecnologias e ferramentas que auxiliam na aprendizagem, nos deparamos com um grande número de alunos que, segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2017), não terminam o ensino básico com aprendizagem suficiente em Matemática. Sendo assim, surge uma metodologia que procura entender os processos de aprendizagem a partir da Neuromatemática, Matemática visual, do método colaborativo, da ideia de que todos somos capazes de aprender e de que o erro nos ajuda a entender onde podemos melhorar. Essa metodologia trabalhada por Jo Boaler procura desenvolver nos alunos Mentalidades Matemáticas. Enquanto educadores observamos diversas indagações que nos circundam, sempre procuramos entender quais as melhores formas de passar o conteúdo e elevar os índices de aprendizagem nas escolas.



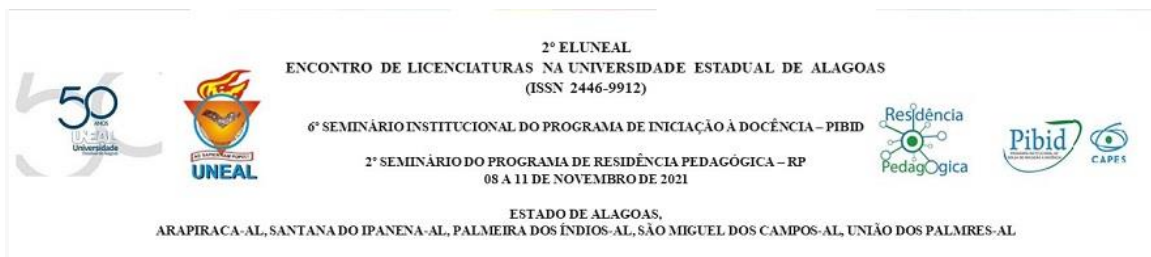
NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO

A matemática é uma disciplina que traz consigo grandes desafios. Enquanto educadores, compreendemos que ensinar Matemática e reconhecer a matemática como uma ciência humana é de extrema relevância para a aprendizagem dos alunos. Mesmo com todo avanço na educação, sabemos que ainda existem alguns professores que utilizam somente o método tradicionalista na disciplina de matemática. Segundo dados de neurocientistas o cérebro reage de forma diferente mediante aos estímulos que o aluno tem durante as aulas de matemática, sendo assim, acreditamos que entender a educação a partir de uma perspectiva da neurociência pode contribuir de forma significativa para elevar os índices de aprendizagem de determinadas escolas.

De fato se faz necessário despertar nos alunos conversas Matemáticas para que assim eles possam construir um pensamento acerca do conteúdo trabalhado durante as suas aulas. De fato o pensamento que está impregnado nos alunos que a matemática é só fórmulas, ainda é fortemente presente no nosso País.

Nesta perspectiva é importante salientar que novos estudos sobre o ensino e aprendizagem de matemática são necessários e evidenciam melhoras significativas. A neurociência aliada com a educação pode propiciar grandes melhorias para a aprendizagem de matemática e assim, constitui um cenário mais favorável para aprendizagem. Está pesquisa pretende conciliar as ideias apresentadas por Gérard Vergnaud para consolidar o desenvolvimento de Mentalidades Matemáticas que almeja a autora Jô Boaler, aliando assim os seus principais pensamentos para construir um ensino que revigora e apresenta o aluno como construtor de seu conhecimento.

Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud



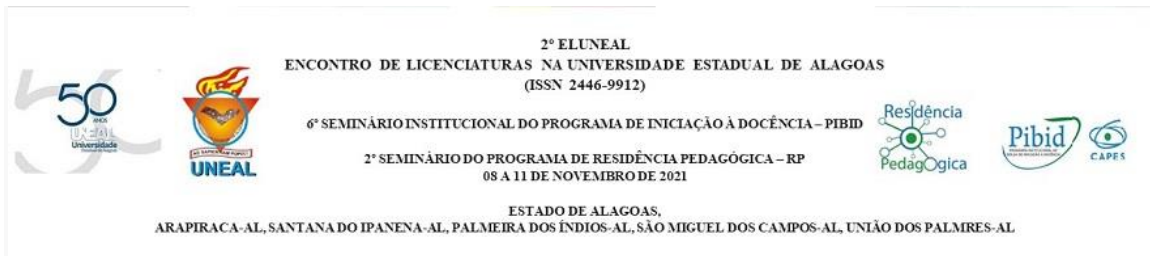
Trata-se de uma teoria psicológica cognitiva que utiliza a conceitualização (1998^a, pg. 118). Para o autor podemos organizar o conhecimento em áreas, que ele denomina campos conceituais, na qual este se desenvolvem em um largo período de tempo, usando como elementos a experiência, maturidade e aprendizagem (1982, pg.40). Sendo os campos conceituais um conjunto de diversas situações, conceitos, estruturas, conteúdos, formas de pensamento, ele requer o domínio dos elementos que compõem a aprendizagem.

O autor trata o termo conceito como uma divisão de três segmentos, o conjunto das situações; o conjunto das invariantes operatórias – aplicação de teoremas e conceitos na prática – e o conjunto das representações simbólicas. É a partir das situações que o conceito torna-se significativo (1990, p.158). Em seus trabalhos Vergnaud estrutura seu pensamento por meio de ideias e apresenta os esquemas como sendo necessários no que se refere às situações. Nesse contexto, Vergnaud mostra que dentro dos esquemas é possível notar as invariantes operatórias e assim aplicar os conceitos.

Mesmo se afastando das teorias de Piaget, Vergnaud apresenta uma base piagetiana, mostrando a importância do seu papel sobre o conceito de esquema. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud procura ajudar o aluno a desenvolver seu repertório de esquemas e representações, assim como defende a autora Britânica Jo Boaler. Cabe salientar que as mais variadas formas de representações apresentadas pelo autor, colocam o professor como mediador do conhecimento, onde seu principal ato é promover situações frutíferas aos alunos (Vergnaud, 1998, pg. 181). Sendo assim, um conceito ou proposição torna-se significativo através de uma variedade de situações, mas não se capta o significado sozinho, onde esse papel é essencial (1994, pg. 44).

Mentalidades Matemáticas de Jo Boaler

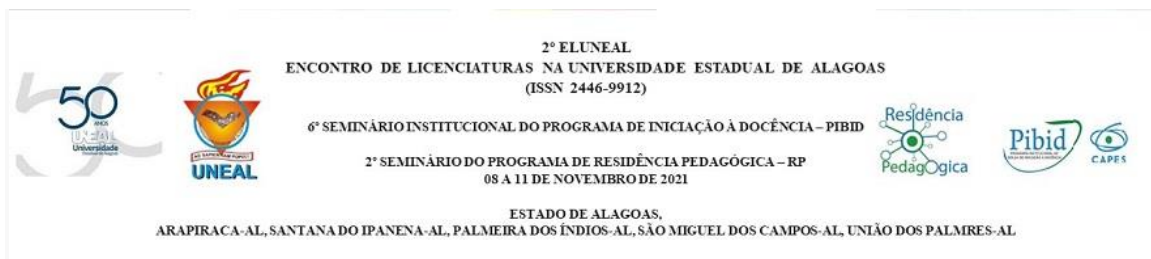
Os saberes matemáticos surgem da curiosidade humana por novas descobertas, nesta perspectiva é notório salientar que a mesma vem passando por transformações significativas durante todo seu período histórico. A constituição dos saberes matemáticos exige adaptações ao período histórico apresentado, onde novas metodologias se tornam importantes na construção deste conhecimento. Com o avanço tecnológico os alunos puderam ter acesso a mais informações em um menor período de tempo, contudo, a mesma precisa ser disseminada e apresentada aos alunos como uma fonte de aprendizagem.



Ao analisarmos como a aprendizagem em nosso país se caracteriza, logo, precisamos compreender esta como um direito, onde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394/96, preza pela garantia da igualdade, liberdade, gratuidade no ensino, aprendizagem de qualidade e demais destaques, na qual, essas garantias possibilitam que os estudantes desenvolvam suas habilidades e aprendizagem. Tendo em vista, que a aprendizagem foi construída ao longo do tempo e hoje é assegurada por lei, é importante que a matemática seja uma aproximação do desenvolvimento do pensamento matemático com as descobertas e problemas sociais vigentes. Essa aproximação do escolar com o social é analisada por Guy Brousseau como importante na formulação de hipóteses e discussão sobre determinados contextos. Conforme afirma Guy Brousseau (2009), “se todos tiverem acesso à cultura Matemática, sabendo elaborar perguntas e hipóteses como fazem os profissionais da área, será mais fácil que exijam explicações e discutam se determinada justificativa é verdadeira ou falsa”, ou seja, quando as pessoas se aproximam da Matemática eles conseguem melhor argumentar sobre suas formulações.

Visando novas metodologias que despertem esse pensamento matemático nos alunos, unindo os mesmos a Neuromatemática, a autora Jo Boaler defende que devemos desenvolver nos alunos Mentalidades Matemáticas, onde estas refletem o potencial e o desenvolvimento psíquico e social dos estudantes. As ideias da autora são consideradas por muitos, revolucionárias, pois, a partir de ideias potencializa a aprendizagem em Matemática em pouco tempo. Segundo Boaler (2018, p. 35), “o cérebro só é capaz de comprimir conceitos; ele não é capaz de comprimir regras e métodos.”, ou seja, quando queremos que nossos alunos decorarem fórmulas ao invés de compreender o processo não permitimos que eles desenvolvam esse pensamento. Alguns neurocientistas afirmam que quando o aluno é estimulado da forma correta seu cérebro apresenta crescimento e a aprendizagem se torna mais fácil.

De fato, quando os alunos conhecem a importância de aprender matemática e que com ela, ele será capaz de explicar diversos fenômenos sem medo do erro, eles aprendem uma habilidade nova chamada de senso numérico. Beach destaca que o senso numérico inclui consciência, intuição, reconhecimento, conhecimento, habilidade, desejo, sentimento, expectativa, processo, estrutura conceitual ou linha numérica mental, possibilitando assim desenvolvimento cognitivo e social. Quando falamos em matemática visual, logo, a relacionamos com a matemática do cérebro. O cérebro humano apresenta grande importância nas relações de aprendizagem, assim, unir a matemática à neurociência é permitir que a mesma se amplie de uma forma significativa. O cérebro humano é capaz de ser mudado no tamanho e aquisições de informações em curto prazo, existe



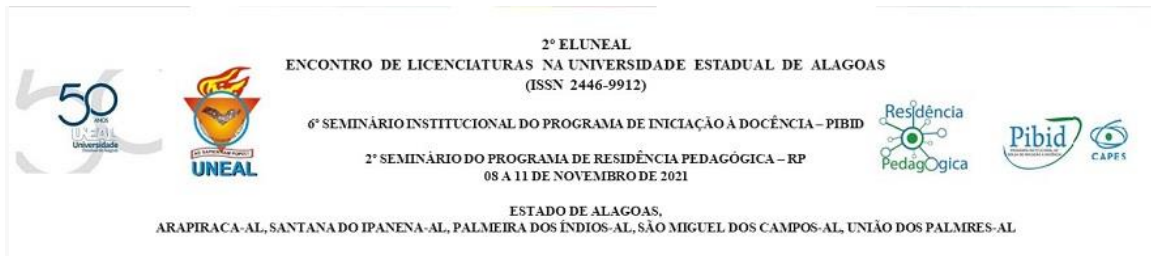
neste uma área chamada hipocampo, ele é uma parte do cérebro que é especializada na aquisição e utilização de informações espaciais complexas, se o cérebro pode mudar em semanas, quando ensinado da forma correta durante o ano o aluno pode desenvolver imensa aprendizagem.

Nesta perspectiva, algo que muitos professores não aceitam é o uso dos dedos para auxiliar em matemática. Porém, a Neuromatemática vem afirmar o contrário e até estimula este uso, sendo assim, se faz necessário que as escolas enfatizem a importância de usar os dedos para contar, pois isso sendo trabalhado desde pequeno o aluno não sentirá medo de usar os mesmos em turmas maiores. Brian Butterworth, renomado estudioso do cérebro nessa área, afirma que, se os alunos não estão aprendendo sobre os números por meio da reflexão sobre seus dedos, os números “jamais terão uma representação normal no cérebro” (BUTTERWORTH, 1999, p. 249-250). Outro ponto que vale salientar, é a visão dos estudantes, que quanto mais rápido o aluno melhor ele é, para Jo Boaler “Muitas crianças que poderiam ter um ótimo futuro na matemática acabam desistindo por achar que não são rápidas o bastante, quando, na verdade, os próprios matemáticos são lentos e flexíveis quanto à matemática”, ou seja, é importante deixar os alunos entenderem que eles têm tempo de aprendizagem diferentes e que todos têm chances de conseguir.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi fazer uma análise das ideias e conceitos das teorias de Gérard Vergnaud e as concepções de ensino defendidos pela autora Jo Boaler. Sendo assim, este trabalho foi importante por apresentar o ensino e a aprendizagem dos alunos como principal fonte de estudo, estabelecendo e ofertando a incumbência ao professor de mediador do conhecimento e que impulsiona o saber. No que concerne as ideias de Jo Boaler, foi apresentado a importância da matemática visual, pois está permite que os alunos consigam formular diferentes representações para resolução de determinados problemas.

Mediante a isto, observamos o quão essa pesquisa é relevante para o ensino e aprendizagem de matemática. Sabemos que ainda necessitamos de novas pesquisas e formas de aprendizagem, sendo assim, associar a matemática com o desenvolvimento cognitivo apresentado pela neurociência é de grande relevância para que assim seja



estabelecido a quebra de paradigmas que existem sobre aprendizagem de matemática e por fim acarreta na transformação e melhoria da hodierna situação que nos encontramos.

REFERÊNCIAS

Berch D. Making sense of number sense: implications for children with mathematical disabilities. J Learn Disabil. 2005;38(4):333-9

BOALER, Jo. Mentalidades Matemáticas: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2018.

Boaler, J. & Zoido, P. (in press). The Impact of Mathematics Learning Strategies upon Achievement: A Close Analysis of Pisa Data.

BROUSSEAU, Guy. A cultura matemática é um instrumento para a cidadania ed. 228, 2009.

Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/cultura-matematica-instrument....>
Acesso em 12/12/2020; 20:00.

Galushkin A.I.y, Korobkova. S.V.y, Kazantsev P.A. Neuromathematics: development tendencies. Appl. Comput. Math. 2 (2003), no. 1, pp. 57-64

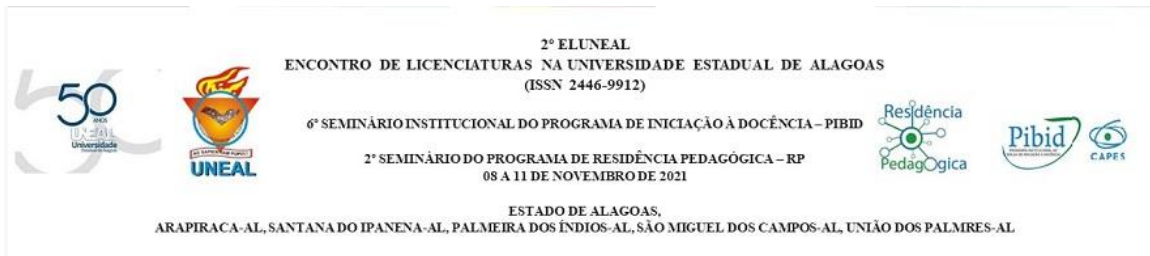
LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em 5 de Janeiro de 2021.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, Daniel Augusto. O método fenomenológico na pesquisa. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

Nogueira, Flávia. Jo Boaler: ninguém precisa nascer com um “cérebro matemático” para aprender cálculos. Disponível em:



<<https://novaescola.org.br/conteudo/18377/ninguemprecisa-nascer-com-um-cerebro-matematico-para-aprender-calculos>>. Acesso em: 08 de março de 2021

REVISTA EDUCAÇÃO. Conceito “Mentalidades Matemáticas” desfaz mitos com base na neurociência. Disponível em:

<<https://www.revistaeducacao.com.br/mentalidadesmatematicas/>>. Acesso em: 06 de Janeiro de 2021.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23): 133-170.

Vergnaud, G. et al. (1990). Epistemology and psychology of mathematics education. In Nesher, P. & Kilpatrick, J. (Eds.) *Mathematics and cognition: A research synthesis by International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Cambridge: Cambridge University Press.

Vergnaud, G. (1993). Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) *Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro*. p. 1-26.