Artigo Original

REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

PERCEPÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE NÚMERO RACIONAL NA LICENCIATURA

Perceptions Regarding Teaching And The Meaningful Learning Of The Concept Of Rational Number In Teachers Initial Formation

Maiara Alessandra Lopes da **SILVA**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Osório, Brasil
maia.l.1995@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-0316-417X

Maria Cecília Pereira **SANTAROSA**
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
maria-cecilia.santarosa@ufsm.br
https://orcid.org/0000-0002-7656-9100

Alex Sandro Gomes **LEÃO**
Universidade Federal do Pampa, Itaqui, Brasil
alexleao@unipampa.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-9833-4946

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo

RESUMO

Este artigo é resultado de parte de uma pesquisa relacionada a uma dissertação de mestrado, na qual desenvolvemos oficinas para apresentar a Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS a um grupo de licenciandos em Matemática atuantes no PIBID. Trata-se de um estudo qualitativo, do tipo pesquisa-intervenção, que objetivou descrever e analisar as percepções sobre os processos de ensino e aprendizagem de Matemática expressas por professores em formação inicial, considerando a Teoria da Aprendizagem Significativa e suas implicações para a aprendizagem do conceito de número racional. Para a coleta dos dados foram utilizados questionários e mapas conceituais, os quais foram analisados considerando-se a Análise Textual Discursiva e alguns princípios da TAS. Os resultados indicam que é importante abordar a referida teoria nessa fase da formação do professor, promovendo concepções e contribuindo para estabelecer conhecimentos matemáticos e teóricos que estimulem práticas de ensino favoráveis à aprendizagem significativa da Matemática, especialmente do conceito de número racional.

Palavras-chave: Formação de Professores, Ensino de Matemática, Aprendizagem Significativa, Números Racionais

ABSTRACT

This paper resulted from part of a research related to a master tesis, in which we developed workshops to present the Theory of Meaningful Learning to a group of undergraduate mathematicians working at PIBID. This is a qualitative study, of the research-intervention type, which aimed to describe and analyze the perceptions regarding the teaching and learning processes of Mathematics expressed by teachers in initial formation, considering the Theory of Meaningful Learning and its implications to the learning of the concept of rational number. Questionnaires and conceptual maps were used to collect the data, which were analyzed considering Discursive Textual Analysis and some principles of the Theory of Meaningful Learning. The results indicate that it is important to address the referred theory at this stage of teacher's formation, promoting conceptions and contributing to establish mathematical and theoretical knowledge that stimulate teaching practices propitious to the meaningful learning of Mathematics, especially of the concept of rational number.

Keywords: Teacher Formation, Teaching of Mathematics, Meaningful Learning, Rational Numbers

1 ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO CONTEXTO TRADICIONAL

O modelo de ensino que se convencionou chamar tradicional, por ser comum na maioria das escolas e resistir ao tempo, originou-se no século XVIII, na América Latina e Europa. Foi fortemente influenciado pela educação religiosa do período colonial, que instituiu a “verticalidade” na relação entre professor e aluno, a necessidade de “memorização” de informações, e a “passividade” como uma característica desejada para o aluno (Diniz, 2014, p. 2).

Libâneo (1985, pp. 8-9), caracteriza a escola tradicional em relação a seis aspectos, sendo o primeiro deles o seu *papel*. Este é preparar intelectual e moralmente os sujeitos para “assumir sua posição na sociedade”, sendo o sucesso dos alunos proporcional ao seu mérito. Os *conteúdos de ensino*, por sua vez, são determinados “pela sociedade”, ordenados na legislação e “repassados” aos estudantes, importando apenas pelo “seu valor intelectual”. Já os *métodos* de ensino consistem em exposições ou demonstrações feitas pelo professor, com destaque à apresentação e associação do conteúdo, e sua aplicação em atividades.

No *relacionamento entre professor e alunos* prevalece a autoridade do primeiro e uma postura “receptiva” destes últimos, que devem manter o silêncio e a disciplina como meio de assegurar a absorção do conteúdo transmitido pelo docente. A respeito dos *pressupostos da aprendizagem*, ensinar traduz-se em “repassar” conhecimentos para o aprendiz por meio do treinamento, sem levar em consideração particularidades individuais. Por fim, os *instrumentos de avaliação* compreendem “interrogatórios”, “provas escritas” e “trabalhos”, que, numa perspectiva *behaviorista*[1], funcionam como reforços positivos ou negativos, visando aumentar ou suprimir determinadas respostas.

As Tendências Formalistas Clássica e Moderna, classificadas por Fiorentini (1995), são expressões do modelo de ensino tradicional e foram particularmente empregadas no ensino de Matemática no Brasil, incorporando princípios *behavioristas*. Segundo Duvoisin (2013), as Tendências Formalistas se estabeleceram a partir do século XVIII, sendo algumas de suas características: 1) ênfase na quantidade de conhecimento transmitido; 2)

[1]O *behaviorismo* é uma teoria psicológica do século XX, que buscava explicar e controlar a aprendizagem humana com base no comportamento observável, sem recorrer a hipóteses sobre o funcionamento mental dos sujeitos (Moreira, 1999).

presença preponderante de processos e técnicas, regras e fórmulas; 3) preocupação excessiva com o rigor ou forma da exposição; 4) fragmentação dos conteúdos; 5) inexistência da abordagem histórica e social. Todas essas particularidades emanavam de um ensino que seguia a lógica dos livros didáticos e era centralizado na figura do professor.

Em nossa visão, essas concepções a respeito da Matemática e seu ensino continuam em voga na atualidade. Conforme destacam os Parâmetros Curriculares Nacionais, no Brasil "o ensino de Matemática ainda é marcado pelos altos índices de retenção, pela formalização precoce de conceitos, pela excessiva preocupação com o treino de habilidades e mecanização de processos sem compreensão" (PCNs, 1998, p. 19).

Na próxima seção, discorremos brevemente sobre o papel das concepções a respeito dos processos de ensino e aprendizagem na atuação docente, e as razões pelas quais conhecer e refletir sobre elas pode contribuir para a substituição do ensino tradicional.

2 CONCEPÇÕES SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM E A ATUAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Conforme destacam os PCNs (1998, p. 36), é fundamental que ao refletir sobre o ensino e a aprendizagem de Matemática o professor tenha "clareza de suas próprias concepções", porque sua "prática em sala de aula" e suas "escolhas pedagógicas" estão "intimamente" relacionadas a elas. Entendemos a concepção como uma premissa, ou seja, um ideal que cultivamos em relação a determinado assunto (Duarte, 2014).

Para Duarte (2014), uma teoria é um conjunto organizado de hipóteses sobre dado fenômeno, e o método um meio empregado para atingir a certa finalidade. Nesse caso, uma concepção teórica diria respeito à compreensão que o professor possui sobre o processo de aprendizagem, influenciando, por sua vez, seu entendimento sobre os métodos empregados para ensejar sua ocorrência.

Portanto, neste trabalho, importam as concepções ou premissas pertinentes à educação, seus processos e sujeitos. Entendemos que essas premissas ou concepções podem se originar a partir da apropriação de determinadas teorias, sendo que um dos contextos em que essa apropriação ocorre é a formação inicial de professores.

Contudo, os cursos de Licenciatura "não incluem o estudo das correntes pedagógicas", ou se dedicam a teorias de ensino e aprendizagem "que quase nunca têm correspondência com as situações concretas de sala de aula" (Libâneo, 1985, p. 36). Isso não auxilia os professores a formarem um referencial teórico e metodológico para suas ações pedagógicas com segurança.

Além disso, tal cenário contribui para a perpetuação do ensino tradicional ao limitar a variedade de referenciais, colaborando para que profissionais em formação inicial continuem a estabelecer suas práticas influenciados por colegas mais experientes (Libâneo, 1985, p. 36).

Julgamos, portanto, ser importante que os cursos de formação inicial invistam em oportunidades para que os professores compartilhem e reflitam sobre diferentes concepções teóricas, tendências e estratégias educativas. A substituição progressiva do ensino tradicional de Matemática depende da formação de uma nova mentalidade coletiva entre quem ensina.

Na seção seguinte, explicitamos o conteúdo matemático sobre o qual nos apoiamos neste trabalho, esclarecendo as motivações para sua escolha e ilustrando-o sucintamente.

3 O CONJUNTO DOS NÚMEROS RACIONAIS

Optamos por realizar as reflexões propostas neste trabalho em torno do conteúdo matemático relativo aos números racionais, pela importância na Matemática e presença no cotidiano. O surgimento desse conjunto está intimamente ligado às necessidades de medição, particularmente de comprimentos e áreas, contexto no qual o estabelecimento da “ideia de continuidade” levou à divisão da unidade de medida padrão para maior precisão (Assis, 2022, p. 16). Dessas subdivisões, nascem os números racionais.

Segundo Takaya et al. (2015, p. 15), os números racionais “expressam o quociente entre dois números inteiros”. Compreendem, portanto, o próprio conjunto dos números inteiros, que se podem expressar como quociente exato, e o conjunto dos números racionais não inteiros, como as dízimas periódicas simples e compostas.

Assim, o conjunto dos números racionais, representado pela letra Q, abrange os números racionais positivos, os números racionais negativos e o zero. Como em Q não se aplicam os conceitos de número antecessor ou sucessor (Curty, 2016), não convém enumerar esse conjunto, mas expressá-lo da seguinte forma genérica:

$$\mathbf{Q = \{x,\ tal\ que\ x = } \boldsymbol{a/b}\mathbf{,\ com\ a\ e\ b\ inteiros\ b \neq 0\}} \tag{1}$$

Os números racionais possuem três diferentes representações e ao menos cinco significados distintos (Rodrigues, 2005). Em relação às representações, temos 1) a *fracionária* (utiliza a notação barra fracionária, do tipo a/b); 2) a *decimal* (normalmente associada às dízimas); e 3) a *porcentagem* (um tipo especial de representação fracionária, na qual o denominador da fração é sempre 100).

No que tange aos significados, a depender do contexto em que o número racional apareça ele pode expressar: 1) uma *relação parte-todo* (divisão de um todo em partes iguais); 2) um *quociente* (distribuição de uma quantidade por outra); 3) uma *razão* (proporção entre quantidades de diferentes ou de uma mesma grandeza); 4) um *operador multiplicativo* (ampliar ou reduzir uma grandeza); ou 5) um *ponto na reta numérica* (Rodrigues, 2005).

Na seção seguinte refletimos brevemente sobre a importância da aprendizagem dos números racionais, considerando algumas das dificuldades que podem surgir nesse processo.

4 ENSINO E APRENDIZAGEM DOS NÚMEROS RACIONAIS: IMPORTÂNCIA E DIFICULDADES

Rodrigues (2005) compreende a importância da abordagem dos números racionais a partir de três perspectivas: a prática, a psicológica, e a matemática. A perspectiva prática considera que “o estudo do conceito de número racional aperfeiçoa a habilidade de dividir, o que permite entender e manipular melhor os problemas do mundo real” (Rodrigues, 2005, p. 45).

Já a perspectiva psicológica atribui ao estudo dos números racionais a possibilidade de “desenvolver e expandir [...] estruturas mentais para um desenvolvimento intelectual contínuo" (Rodrigues, 2005, p. 45). Finalmente, a perspectiva matemática estabelece que “a compreensão do número racional fornece a base sobre a qual serão construídas, mais tarde, as operações algébricas elementares” (Rodrigues, 2005, p. 45).

O estudo dos números racionais pode implicar em dificuldades expressivas de aprendizagem, especialmente relacionadas à “falta de compreensão conceitual” (Oliveira & Araman, 2017, p. 181), ruptura com padrões de pensamento antes aplicáveis aos conjuntos dos números naturais e inteiros (Marques et al., 2018), compreensão dos diferentes significados (Rodrigues, 2005), compreensão da equivalência e conversão entre as diversas representações dos números racionais (Curty, 2016).

Na seção seguinte abordamos as premissas teóricas introduzidas na Teoria da Aprendizagem Significativa [TAS] e suas possíveis contribuições para viabilizar a aprendizagem dos números racionais, considerando sua importância para o desenvolvimento cognitivo, e minimizando dificuldades inerentes a esse processo.

5 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO CONTEXTO DOS NÚMEROS RACIONAIS

Aprendizagem significativa é um conceito[2] central na Teoria da Aprendizagem Significativa do psiquiatra norte-americano David Paul Ausubel[3] (1918 - 2008) e seus colaboradores, e busca explicar a aprendizagem em termos de desenvolvimento cognitivo. Para tanto, Ausubel parte do princípio de que existe um sistema mental em que se assentam as ideias de um indivíduo.

Essas ideias ou conhecimentos envolvem conceitos, cuja totalidade e forma de organização interna configuram a estrutura cognitiva particular do sujeito. Nessa perspectiva, o ensino formal deve objetivar facilitar a aquisição de conceitos, que ocorre na escola essencialmente por recepção. Entretanto, na aprendizagem significativa, essa recepção não é passiva, requerendo o uso de materiais potencialmente significativos para o ensino e uma disposição do estudante para aprender significativamente (Moreira & Masini, 1982).

Os processos cognitivos que levam à aprendizagem significativa consistem na interação entre conhecimentos prévios específicos e novos saberes, sendo que o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (Moreira, 1999). Os conhecimentos prévios específicos para a nova aprendizagem são também chamados *subsunçores*, e é a partir deles que o aprendiz deve estabelecer conexões com novos saberes, possibilitando sua incorporação. Ausubel define esse processo como *subsunção* ou *ancoragem*, pois o que o aprendiz sabe funciona como uma âncora para o que precisa aprender (Moreira, 1999).

[2]Os conceitos são significados genéricos que derivam de um “processo psicológico” de abstração que os seres humanos fazem das experiências captadas pelos sentidos (Moreira & Masini, 1982, p. 27).
[3]Ausubel foi professor emérito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque, e dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional (Moreira, 1999).

Portanto, a aprendizagem significativa ocorre quando “um material novo [...] interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade” (Moreira & Masini, 1982, p. 4). Contudo, é necessário haver interações “não literais” [substantivas] e “não arbitrárias” [não aleatórias] entre conhecimentos prévios específicos e novos saberes (Moreira, 2006, p. 14), o que só se torna possível a partir de um material de ensino que mobilize adequadamente os conhecimentos prévios do aprendiz.

Um conhecimento prévio só pode ser considerado um subsunçor quando é especificamente relevante para determinada aprendizagem (Moreira, 1999). Por exemplo, o conceito de razão matemática é um subsunçor importante para a aprendizagem dos números racionais, enquanto o conceito de razão filosófica não o é. Portanto, considerar a razão filosófica como um subsunçor para a aprendizagem dos números racionais seria estabelecer uma relação arbitrária ou aleatória entre esses conceitos.

A não literalidade diz respeito a incorporar um conceito através da essência de seu significado, e não apenas do símbolo que o representa (Moreira, 2006). Por exemplo, a razão $\frac{2}{3}$ é um símbolo para a relação de duas medidas de determinada grandeza para três medidas da mesma ou de outra grandeza. Essa relação entre as medidas é a essência dessa razão, e não apenas sua notação $\frac{2}{3}$.

Contudo, as interações cognitivas não consistem apenas na atuação dos subsunçores sobre novos saberes, pois ocorrem também modificações nos subsunçores pela ação do novo material (Moreira, 2006). Tais dinâmicas convergem para a elaboração da estrutura cognitiva do aprendiz, e consistem nos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

A *diferenciação progressiva* é o tipo de aprendizagem humana mais comum, na qual novos saberes são assimilados estando subordinados aos conceitos subsunçores. Nesse caso, um conceito amplo e que engloba outros conceitos com algum grau de semelhança vai sendo diferenciado em suas especificidades (Masini & Moreira, 1982).

O conceito de número racional, por exemplo, pode ser diferenciado nos conceitos de 1) número racional inteiro positivo, 2) número racional inteiro negativo, 3) número racional fracionário positivo; e 4) número racional fracionário negativo. Ao mesmo tempo em que o aluno aprende o que são todos esses tipos particulares de números racionais, o subsunçor número racional vai se tornando mais claro e estável em sua estrutura cognitiva - *reconciliação integrativa*.

Ambas as modalidades ocorrem simultaneamente e recursivamente durante o processo de aprendizagem, contribuindo para a estabilidade do conhecimento. Por essa razão, devem constituir princípios programáticos ao se pensar a organização das ações educativas (Masini & Moreira, 1982).

Apesar de Ausubel não estabelecer dicotomias, a aprendizagem significativa diferencia-se da aprendizagem mecânica, frequente no ensino tradicional, pela forma organizada com que a informação é armazenada na estrutura cognitiva do aprendiz. Isso, por sua vez, leva a alterações estruturais que convergem para a estabilidade do conhecimento, motivo pelo qual essa seria a modalidade de aprendizagem ideal.

Segundo Ausubel, existem três tipos de aprendizagem significativa: a representacional, a conceitual e a proposicional. Moreira (2006, p. 25) explica que a *aprendizagem representacional* é o tipo "mais básico", que consiste na "atribuição de significados a determinados símbolos" por meio da identificação "de símbolos com seus referentes".

A *aprendizagem conceitual*, por sua vez, é um tipo de aprendizagem representacional que implica na categorização de uma classe de objetos ou eventos a partir de "abstrações dos atributos [essenciais] dos referentes" (Moreira, 2006, p. 25). Por fim, a *aprendizagem proposicional* diz respeito a ser capaz de compreender os conceitos quando articulados e expressos em "forma de proposição" (Moreira, 2006, p. 27).

Entendemos, então, que pode ocorrer a aprendizagem representacional dos números racionais a partir da associação de determinadas representações - símbolos, a alguns de seus significados - referentes. Porém, sua aprendizagem conceitual depende da articulação de todas as simbologias e significados.

Novak (1984, p. 22) define *cinco elementos* que estão sempre presentes nas situações de ensino e aprendizagem significativa: aprendiz, professor, currículo ou conhecimento, contexto e avaliação. Todos eles "controlam o significado da experiência educativa", e devem ser contemplados nas propostas de ensino (Novak, 1984, p. 22).

Cabe ao *professor* "planificar" as atividades e "decidir qual o conhecimento deve ser considerado e em que sequência". Por sua vez, o *aluno* "deve optar por aprender", assumindo uma postura ativa e a responsabilidade pela construção do saber (Novak, 1984, p. 22).

O *conhecimento* deve ser "algo digno de ser estudado" e está compreendido no *currículo* escolar (Novak, 1984, p. 22). Os números racionais, por exemplo, fazem parte do currículo da área de Matemática na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), e constituem um conteúdo importante a ser abordado, pela sua presença no cotidiano e pelas pontes que estabelece com outros saberes.

O *contexto* é o meio no qual se dá a experiência educativa, e impacta a maneira como professor e aluno compartilham o significado do conhecimento. Por sua vez, a *avaliação* é norteadora das práticas de ensino, auxiliando em seu planejamento e execução, na seleção de métodos e instrumentos, bem como na detecção de evidências de aprendizagem significativa (Novak, 1984).

Para Novak (1984, p. 24), um instrumento avaliativo que pode ser usado para investigar a compreensão significativa de conceitos é o *mapa conceitual*, visando "ajudar os estudantes a [refletir] sobre a estrutura do conhecimento" e sobre sua construção. Os mapas conceituais são compostos por conceitos ligados por proposições. A partir de como o estudante "estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc" em seus mapas, podemos ter uma representação de sua estrutura cognitiva (Novak, 1984, p. 24). Essa representação pode nos auxiliar a conhecer e mobilizar conhecimentos prévios dos estudantes, bem como acompanhar a evolução de sua aprendizagem.

Entendemos que os mapas conceituais são uma alternativa que subverte a lógica do ensino e, especialmente, da avaliação tradicional. Além da possibilidade de professores empregá-los no planejamento das atividades (Ferrão & Santarosa, 2020), é virtualmente impossível que dois ou mais alunos construam o mesmo mapa conceitual acerca de um mesmo objeto de estudo, o que desestimularia a aprendizagem mecânica e a "simulação da aprendizagem" (Moreira, 1999, p. 156).

Na seção seguinte abordamos o desenvolvimento de oficinas com professores de Matemática em formação inicial para apresentar a TAS na perspectiva do ensino e da aprendizagem dos números racionais, descrevendo e discutindo brevemente seus resultados.

6 DESENVOLVIMENTO, RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram convidados a participar desta pesquisa estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Pampa, *campus* Itaqui, vinculados ao PIBID[4] na instituição. Através de formulário virtual, obtivemos oito voluntários inscritos, os quais foram

[4]Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, que oferece bolsas para que estudantes de Licenciaturas desenvolvam atividades relacionadas à docência em escolas públicas na Educação Básica.

identificados utilizando-se a letra P seguida dos algarismos 1 ao 8, a fim de preservar sua identidade.

Para este estudo desenvolvemos oficinas para abordar a TAS na perspectiva do ensino e da aprendizagem dos números racionais, recorrendo a quatro encontros virtuais síncronos com duração de aproximadamente uma hora. Os encontros foram realizados semanalmente e, ao final de cada um deles, foram disponibilizados materiais de estudo complementares, além daqueles utilizados nas exposições orais.

A partir do questionário embutido no formulário de inscrição, foi possível caracterizar a amostra, a qual era composta por estudantes matriculados no curso de Licenciatura em Matemática, majoritariamente entre o primeiro e segundo semestres, ingressantes há menos de seis meses no PIBID, e sem nenhuma experiência com a docência.

O primeiro encontro da oficina foi dedicado a apresentações pessoais e explicação a respeito da temática e procedimentos da pesquisa e das oficinas. Nessa oportunidade disponibilizamos também um segundo questionário aos participantes, composto por questões dissertativas que objetivavam mobilizar e investigar percepções prévias à abordagem da TAS expressas pelos licenciandos a respeito dos processos de ensino e aprendizagem de Matemática.

Dos oito participantes inscritos, obtivemos três respostas, as quais foram analisadas considerando-se o processo da Análise Textual Discursiva[5]. A partir disso, as respostas de cada participante às perguntas foram separadas em unidades significativas do discurso pertinentes à problemática de pesquisa, categorizadas e, por fim, reorganizadas em um metatexto[6].

Da análise particular e global das categorias, podemos concluir que, para os licenciandos, ter facilidade com a Matemática contribui para o estabelecimento de uma relação positiva com a disciplina e justifica a opção pela respectiva Licenciatura:

> *P1: "Sempre gostei de matemática na escola, e sempre fui muito boa nisso."*
> *P6: "Desde pequena gostei muito da matemática."*
> (Respostas dos licenciandos aos questionários, 2023)

---

[5]A Análise Textual Discursiva é um processo no qual o pesquisador busca compreender os discursos de um grupo de indivíduos acerca de determinado fenômeno, porém ultrapassando os sentidos explícitos das palavras, a fim de traduzi-los a outras pessoas, acrescentando também o seu ponto de vista. Suas fases são a unitarização, categorização e a comunicação (Moraes & Galiazzi, 2007).

[6]O metatexto comunica os resultados atingidos a partir da análise de dados qualitativos na Análise Textual Discursiva e expressa os sentidos atribuídos a um conjunto de textos e/ou discursos, considerando suas categorias (Moraes & Galiazzi, 2007).

No mesmo sentido, fatores como trajetória pessoal e o desejo de contribuir para que outros aprendam mais facilmente a Matemática tendem a influenciar essa escolha:

> *P1: "decidi fazer [Licenciatura em Matemática] para poder ajudar outras pessoas, de várias formas diferentes para que [possam] aprender e ver que a matemática não é algo ruim."*
> (Respostas dos licenciandos aos questionários, 2023)

Por outro lado, declarações dos participantes indicam que, mesmo que o indivíduo tenha disposição para ingressar no curso, uma educação deficitária nos níveis atual e/ou anteriores pode prejudicar seu desempenho. Tal déficit de conhecimentos guardaria relação com a falta de uma explicação adequada dos conteúdos de Matemática por parte dos professores:

> *P1: "[...] no ensino médio, eu e outros alunos tivemos bastante dificuldade, por não ter explicação suficiente, e sei e vejo que até os dias de hoje muitos alunos [têm muita] dificuldade com esse(a) professor(a)."*
> (Respostas dos licenciandos aos questionários, 2023)

Pelo exposto, interpretamos que os voluntários veem o papel do professor e seu modo de ensinar como determinantes para que o aluno atinja um bom nível de aprendizagem. Mas o que é aprendizagem para esses sujeitos? Ao examinar as unidades significativas, constatamos que, para os licenciandos investigados, aprender é passar a conhecer. Tal processo se daria por experiências, podendo se referir a uma aprendizagem por descoberta, ou através do ensino, constituindo aprendizagem por assimilação.

Entretanto, em seu discurso, verificamos indícios de que tendem a mensurar a aprendizagem pelo volume de informações armazenadas, a partir do que presumimos que percebem a memorização não só como um meio de adquirir conhecimento, mas como uma finalidade do ensino em si:

> *P5: "[o ensino] leva a memorizar os conteúdos de aprendizagem."*
> *P6: "[...] a memória é um processo ativo de armazenamento de ensinos, experiências e aprendizados."*
> (Respostas dos licenciandos aos questionários, 2023)

Para melhor compreender a importância desse conceito para esses indivíduos, seria ideal saber mais especificamente como eles o definem, e se estariam empregando-o como um sinônimo de aprendizagem, o que não foi possível a partir dos discursos analisados. Porém, conjecturamos que a aprendizagem mecânica foi ou é um meio de aprendizagem muito presente em sua rotina escolar, e que possivelmente eles consideram a capacidade de armazenar informações como um parâmetro pertinente à avaliação.

Da interpretação continuada das categorias, concluímos que os licenciandos percebem a necessidade dos conhecimentos prévios para que ocorram novas aprendizagens. Portanto, é provável que compreendam também a aprendizagem como um processo progressivo. Sendo assim, em sua visão os saberes do indivíduo seriam ampliados numa certa relação de subordinação e, nesse sentido, constatamos uma aproximação entre suas percepções e a TAS:

> *P5: "[difícil], porque não consigo absorver tudo [o que devo] pelo fato de não ter tido muito disso [Matemática] na minha adolescência."*
> (Respostas dos licenciandos aos questionários, 2023)

Por fim, através da análise de todas as categorias, concluímos que os licenciandos percebem e classificam diferentes modos de ensino baseados em experiências pessoais, tendendo a associar ser ensinado por métodos tradicionais com eventualmente reproduzi-los como docente:

> *P1: "[...] existem várias formas diferentes de se ensinar tipo, jogos, leituras, musical e assim por diante…"*
> *P6: "Fui ensinada a maior parte do tempo pelo ensino tradicional, acredito que isso às vezes impossibilite meu pensamento em outros métodos."*
> *P5 "Me aproximo ou reproduzo os métodos pelos quais fui ensinado(a)."*
> (Respostas dos licenciandos aos questionários, 2023)

Sabemos que a amostra é composta por indivíduos ingressantes há pouco tempo na Licenciatura e no PIBID. Nesse contexto, estão iniciando o processo de constituição de sua identidade profissional, aprendendo progressivamente a construir e selecionar estratégias de atuação. Enquanto isso acontece, os dados coletados indicam que se inclinam a mimetizar os métodos de ensino e a empregar recursos semelhantes aos utilizados por seus próprios professores.

Ainda assim, unidades significativas expressas em algumas categorias apontam que os licenciandos reconhecem a existência de uma variedade de formas de ensinar e de materiais de apoio ao ensino e à aprendizagem. Também concordam que conhecer teorias de aprendizagem e considerá-las na determinação de intervenções didáticas são estratégias úteis para subsidiar o ensino de Matemática:

> P5: "Apostilas, livros didáticos e Teorias de Ensino e Aprendizagem são fontes válida[s] para pensar estratégias e instrumentos de ensino."
> (Respostas dos licenciandos aos questionários, 2023)

Após a finalização das oficinas, propusemos que os participantes elaborassem mapas conceituais para verificar evidências de aprendizagem e suas percepções sobre a aprendizagem significativa do conceito de número racional. Considerando sua pouca familiaridade com o instrumento, dedicamos a parte final da última oficina a orientá-los sobre a construção de mapas conceituais, utilizando o referencial teórico adotado.

Disponibilizamos também uma lista com os conceitos mencionados relativos ao conteúdo dos números racionais e à TAS, além da seguinte questão norteadora: *“De que forma o ensino do conceito de número racional pode contribuir para uma aprendizagem significativa?”*. Julgamos essas estratégias válidas, diante do perfil dos participantes, e acreditamos que sua autonomia não foi comprometida, já que puderam escolher livremente quais conceitos utilizar e ainda acrescentar outros.

Os mapas poderiam ser elaborados à mão ou por meio de programas computacionais. Ao final, suas construções, mesmo que esboços, deveriam ser enviadas por e-mail, sendo aceitos todos os formatos de arquivo. Dos oito participantes originalmente inscritos na formação, apenas três realizaram a entrega dos mapas conceituais solicitados. Primeiramente, analisamos o mapa da participante P3 (Figura 1):

Figura 1

Mapa elaborado pela participante P3

Fonte: Arquivo pessoal

O mapa de P3 parece não estar completo, devido a um corte involuntário na imagem ou problema na formatação do arquivo. Portanto, há um comprometimento importante de sua legibilidade, o que dificulta a identificação de todos os conceitos utilizados, dentre eles: “medida”, “quociente”, “porcentagem”, “número racional”, “avaliação”, “razão”, “decimal”, “aprendizagem” e “ensino”.

Podemos verificar que a questão norteadora foi centralizada como se fosse um único grande conceito estruturante, o que não é usual. A partir dela, surgem algumas conexões singulares entre conceitos, sinalizadas por linhas sem elementos de ligação, e sem que seja possível identificar uma hierarquia entre eles, o que confere uma aparente aleatoriedade à distribuição.

O mapa de P3 não pode ser caracterizado como um mapa conceitual. Ainda assim, é importante para compreender como se organizam as ideias da participante. Nesse sentido, observamos uma prevalência dos conceitos relacionados aos diferentes significados - medida, quociente, razão - e às diferentes representações - decimal, porcentagem - dos números racionais. Concluímos, então, que P3 atribui alguma importância à abordagem do conteúdo nessas múltiplas perspectivas para a aquisição do conceito de número racional.

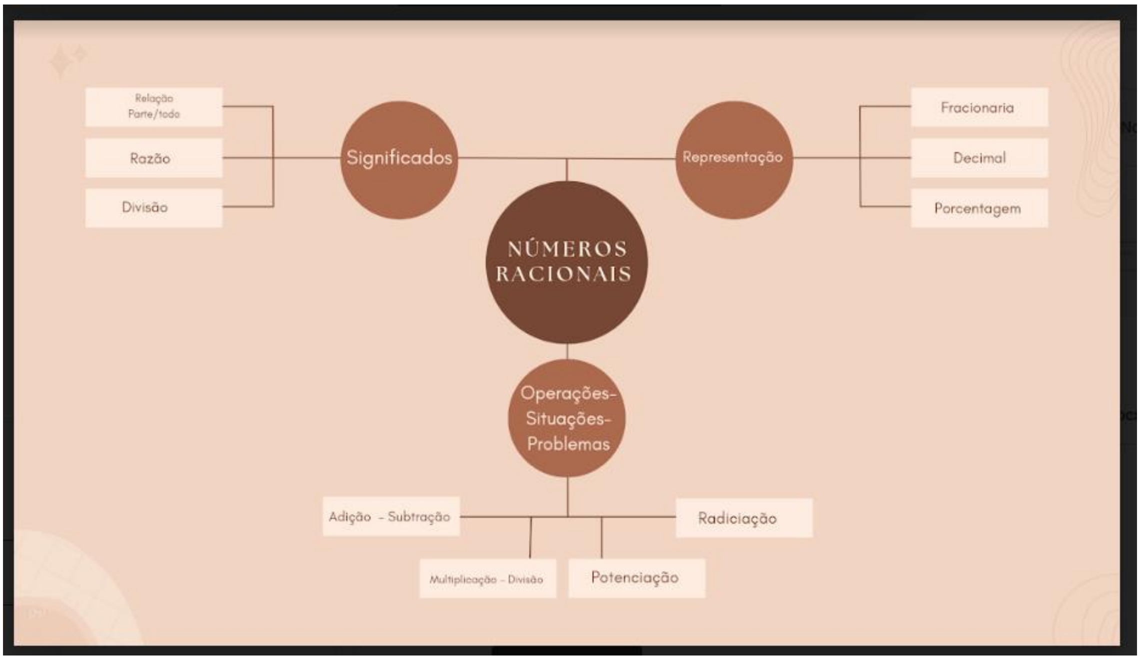
Por outro lado, chama-nos atenção a menção ao conceito de avaliação nessa construção, um dos cinco elementos definidos por Novak como determinantes na condução de uma aprendizagem significativa. Entendemos, porém, que ele deveria estar mais próximo e de alguma forma associado ou relacionado aos conceitos de ensino e aprendizagem.

A partir dessas considerações, concluímos que: 1) a pouca familiaridade com a elaboração de mapas conceituais implicou em dificuldades para que P3 realizasse a tarefa; 2) os conhecimentos prévios e/ou adquiridos pela participante a respeito dos números racionais e da TAS são pouco elaborados e, portanto, a forma como esses conceitos se relacionam em sua estrutura cognitiva apresenta fragilidades; 3) os conceitos não elencados por P3 em seu mapa não estão presentes na sua estrutura cognitiva ou não foram relacionados aos conceitos apresentados na listagem fornecida pela pesquisadora; 4) a inexperiência com o ensino dificultou o emprego de conceitos diretamente relacionados à prática docente e à aprendizagem de Matemática; 5) as oficinas realizadas durante essa pesquisa foram insuficientes para mobilizar conhecimentos prévios e fornecer os necessários para que a participante pudesse responder à questão norteadora com assertividade.

Já na construção da voluntária P1 (Figura 2) é possível perceber um número expressivo de conceitos e certa hierarquia em sua distribuição, sendo este, portanto, um mapa mais elaborado em relação ao anterior:

Figura 2

Mapa elaborado pela participante P1



Fonte: Arquivo pessoal

O conceito “NÚMEROS RACIONAIS”, devido à sua grafia, posição e cor, é central nessa construção, ocupando uma hierarquia superior aos demais conceitos. A partir dele surgem ramificações que nos permitem deduzir que a participante é capaz de compreender e esquematizar o conceito de número racional a partir de seus diferentes “significados”, “representações” e das “situações, problemas e operações matemáticas” associadas.

Analisando separadamente cada uma dessas ramificações descritas, vemos que da caixa de texto atribuída a “Significados” derivam os conceitos: “Relação Parte-Todo”, “Razão” e “Divisão”. Este último provavelmente foi empregado pela participante como um sinônimo do significado quociente abordado na formação. Portanto, ainda que não tenha utilizado termo de ligação para tal, interpretamos que, para P1, “Números Racionais” compreendem “Significados”, os quais podem ser “Relação Parte-Todo”, “Razão” ou “Divisão”.

Ao conceito “Representação”, por sua vez, estão conectados os conceitos “Fracionária”, “Decimal” e “Porcentagem”. Uma leitura possível dessa construção é que, para P1, “Fracionária”, “Decimal” e “Porcentagem” são tipos de “Representação” dos “Números Racionais”. Já ao bloco “Operações-Situações-Problemas” estão associados os conceitos “Potenciação”, “Radiciação” e “Adição - Subtração” e “Multiplicação - Divisão”, cuja interpretação realizada é de que, para P1, “Potenciação”, “Radiciação”, “Adição -

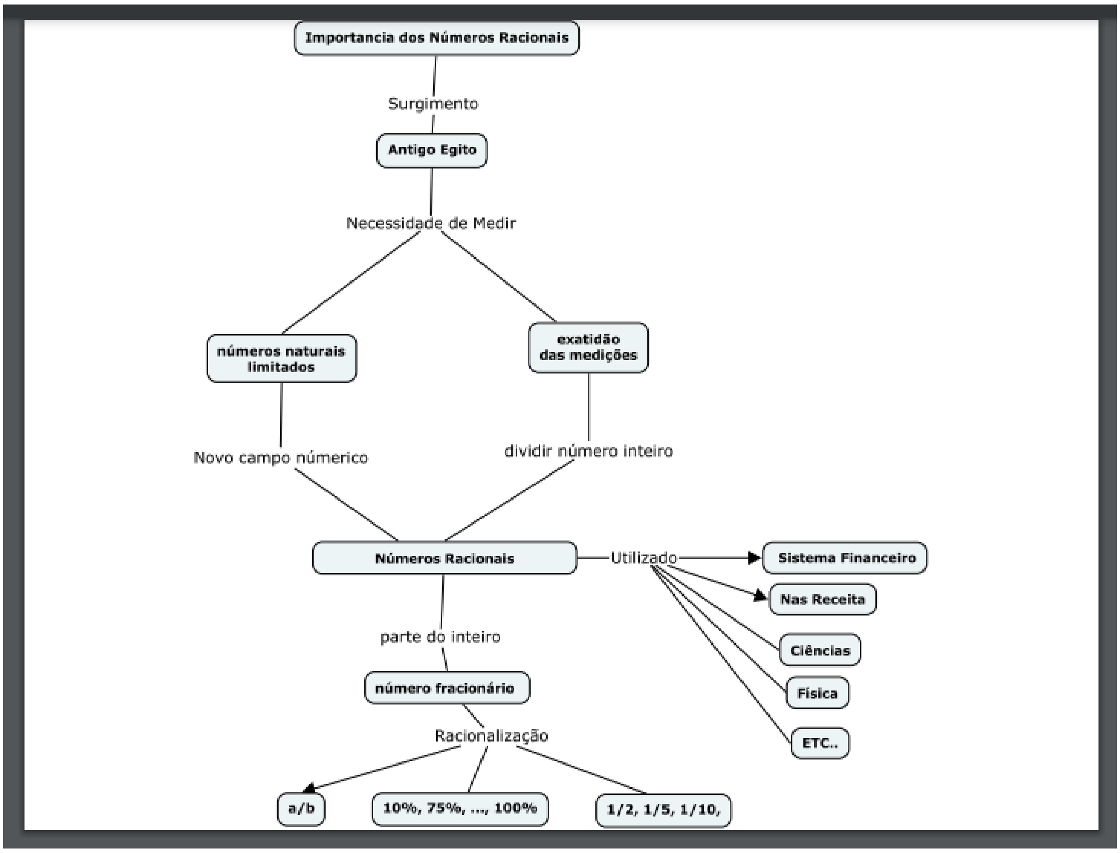
Subtração” e “Multiplicação - Divisão” são tipos de “Operações-Situações-Problemas” que podem envolver “Números Racionais”.

Pelo exposto, deduzimos que: 1) P1 teve mais facilidade para construir o mapa do que P3; 2) os conhecimentos prévios e/ou adquiridos pela participante a respeito dos números racionais e da TAS estão relativamente claros e disponíveis em sua estrutura cognitiva; 3) as oficinas realizadas durante essa pesquisa contribuíram para mobilizar e fornecer conhecimentos para que a participante pudesse responder à questão norteadora com relativa assertividade; 4) P1 conseguiu pensar a aprendizagem do conceito de número racional na perspectiva de uma aprendizagem significativa, considerando seus diferentes significados e representações.

Por fim, no mapa elaborado pelo participante P2 (Figura 3) é possível visualizar um número expressivo de conceitos e a existência de uma hierarquia entre eles:

Figura 3

Mapa elaborado pelo participante P3



Fonte: Arquivo pessoal

Contudo, nem sempre esses conceitos estão dispostos sozinhos nas caixas de texto. Por exemplo, o elemento posicionado por P2 como hierarquicamente superior a todos os demais é o aglutinado “Importância dos Números Racionais”. A construção de P2 evidencia também a existência de conceitos subsunçores relacionados à importância da História da Matemática no contexto do ensino e da aprendizagem. Nesse sentido, o participante demonstra perceber a abordagem histórica do conceito de número racional como relevante para sua aprendizagem significativa.

Por fim, destacamos as menções que P2 faz às aplicabilidades do conceito “Números Racionais”, demonstrando visualizar o emprego dos números racionais para além da necessidade de medição, associando tal conjunto numérico a situações envolvendo o “Sistema Financeiro”, a “Receita”, as “Ciências” e a “Física”. Sendo assim, para P2 provavelmente é importante a abordagem do conteúdo considerando esses diferentes contextos para uma aprendizagem significativa.

A sexta ramificação relativa a “Números Racionais” é orientada pela conexão “parte do inteiro”, que, por sua vez, leva ao conceito hierarquicamente inferior “número fracionário”. Aqui identificamos certa fragilidade conceitual, pois os números racionais podem tanto representar partes de um número inteiro quanto os próprios números inteiros.

Finalmente, concluímos que: 1) P2 construiu um mapa com clareza semântica razoável; 2) P2 apresenta dificuldades para identificar conceitos, o que fica evidente no uso comum de agrupamentos de palavras ou expressões como “ETC...” em seu lugar; 3) P2 apresenta dificuldades para formular proposições ao relacionar conceitos, o que compromete a compreensão do mapa; 4) os conhecimentos prévios e/ou adquiridos pelo participante a respeito dos números racionais estão relativamente claros e disponíveis em sua estrutura cognitiva; 5) as oficinas realizadas durante essa pesquisa contribuíram para mobilizar e fornecer conhecimentos para que o participante pudesse responder à questão norteadora com relativa assertividade; 6) P2 conseguiu pensar o ensino do conceito de número racional na perspectiva de uma aprendizagem significativa, considerando seus diferentes significados e representações, além de uma abordagem histórica e contextualizada.

7 CONCLUSÕES

Concluímos que as oficinas foram importantes para promover a reflexão por parte dos licenciandos e o estabelecimento de novos subsunçores a respeito do ensino e aprendizagem de Matemática, notadamente dos números racionais, considerando a TAS.

Entretanto, compreendemos que a TAS é uma teoria complexa, que exige estudo intenso e experimentação, para o que somente as atividades desenvolvidas neste trabalho não foram suficientes. Assim, para que os participantes possam de fato se apropriar da TAS, sugerimos a continuidade dessa formação, principalmente no âmbito do PIBID.

A contextualização da TAS abrangendo o conteúdo dos números racionais se mostrou relevante devido às fragilidades conceituais expressas pelos próprios investigados, que apresentavam conhecimento superficial sobre os números racionais, especialmente envolvendo sua definição, representações e significados. Devido a estarem iniciando a Licenciatura, os saberes relativos ao referido conteúdo mobilizados pelos participantes eram provenientes da Educação Básica e, portanto, as atividades desenvolvidas nas oficinas também foram importantes para que eles pudessem recuperá-los e adquirir novos conceitos. Em nossa visão, isso contribui para que, no futuro, ensinem com maior propriedade a respeito.

A proposição da construção dos mapas conceituais pelos licenciandos foi fundamental para ilustrar a TAS, exemplificando a importância dos conceitos para a construção do conhecimento. A partir deles, os participantes puderam também ter contato com um instrumento avaliativo que se baseia na transformação e não na replicação do conteúdo.

Os mapas foram igualmente importantes para evidenciar as aprendizagens atingidas pelos licenciandos a partir das oficinas, fornecendo indícios sobre sua capacidade de pensar o ensino e a aprendizagem dos números racionais com um enfoque conceitual e significativo. As construções de P1 e P2 indicam que alcançamos tais objetivos, ainda que de forma sutil.

Diante do exposto, ressaltamos a importância de dar prosseguimento à formação com o grupo, pois ao longo da graduação eles irão aprofundar seus conhecimentos didáticos e matemáticos. E, em sendo realizada uma nova investigação com esses mesmos licenciandos daqui a um certo intervalo de tempo, seria possível avaliar a evolução de suas percepções e evidências da presença dos pressupostos da TAS nas atividades relacionadas ao ensino de Matemática que venham a desenvolver.

Ademais, a opção de englobar nesta pesquisa a formação inicial não descarta a possibilidade de que ela seja transposta para professores de Matemática em formação continuada. Nesse contexto, provavelmente as oficinas terão maior impacto, os dados obtidos serão mais robustos e haverá mais oportunidades de os participantes implementarem estratégias de ensino considerando a TAS.

REFERÊNCIAS

Assis, J. S. (2022). *Refletindo sobre o ensino de números racionais.* (Produto Educacional). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

Base Nacional Comum Curricular. (2017). Define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Brasília, DF. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/.

Curty, A. C. S. (2016). *Números racionais e suas diferentes representações*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Diniz, P. D. (2014). Ensino de Ciências e o diálogo da Teoria de Skinner: Epistemologia da pedagogia tradicional. *Latin American Journal of Science Education*, 1(13013), 1-6.

Duarte, C. E. L. (2013). *Conjuntos numéricos.* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.

Duvoisin, I. A. (2013). *Visões epistemológicas e suas implicações para o ensino da matemática*. (Objeto Educacional). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

Ferrão, N. S., & Santarosa, M. C. P. (2020). Mapas Conceituais para a compreensão de textos no âmbito de um curso de pós-graduação. *REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática,* 1(1), 1-21.

Fiorentini, D. (1995). Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. *Revista Zetetiké*, 1-37.

Libâneo, J. C. (1985). *Democratização da escola pública:* A pedagogia crítico-social dos conteúdos*.* São Paulo: Loyola.

Marques, C. S., Leão, A. S. G., & Carpes, P. P. G. (2018, novembro). Números racionais: dificuldades de aprendizagem apontadas pelo professor. In *Anais do 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – SIEPE da Universidade Federal do Pampa*. Santana do Livramento, RS.

Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem.* São Paulo: EPU.

Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.* Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Moreira, M. A., & Masini, E. F. S. (1982). *Aprendizagem significativa:* a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes.

Novak, J. D. (1984). *Aprender a aprender.* Cambridge: Cambridge University.

Oliveira, J. N., & Araman, E. M. O. (2017). Dificuldades na aprendizagem dos números racionais manifestadas por estudantes em dois níveis de escolaridade. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 6 (10), 175-203.

Parâmetros Curriculares Nacionais. (1998). Estabelece parâmetros e diretrizes para o ensino e aprendizagem de cada área de ensino. Brasília, DF. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf.

Rodrigues, W. R. (2005). *Números racionais: uma análise das concepções de alunos após o estudo formal*. (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, Brasil.

Takaya, C., Cunha, C. R., & Vieira, J. L. A. (2015). *Unidade Didática - Números Racionais: representações fracionárias*. (Trabalho Acadêmico). Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil.

NOTAS DA OBRA

TÍTULO DA OBRA
Concepções de ensino e aprendizagem significativa do conceito de número racional na licenciatura

Maiara Alessandra Lopes da Silva
Especialista em Ensino de Matemática
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Pedagógico, Osório, RS, Brasil
maia.l.1995@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-0316-417X

Maria Cecília Pereira Santarosa
Doutora em Ensino de Física
Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Matemática, Santa Maria, RS, Brasil Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, Santa Maria, RS maria-cecilia.santarosa@ufsm.br
https://orcid.org/0000-0002-7656-9100

Alex Sandro Gomes Leão
Doutor em Educação em Ciências
Universidade Federal do Pampa, Curso de Matemática, Itaqui, RS, Brasil alexleao@unipampa.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-9833-4946

Endereço de correspondência do principal autor
Rua Avelino dos Santos, 118, 96845-351, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

AGRADECIMENTOS
Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Maria - RS e ao Programa Institucional de Iniciação à Docência da Universidade Federal do Pampa – RS.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. A. L. da Silva, M. C. P. Santarosa, A. S. G. Leão
Coleta de dados: M. A. L. da Silva
Análise de dados: M. A. L. da Silva
Discussão dos resultados: M. A. L. da Silva, M. C. P. Santarosa, A. S. G. Leão
Revisão e aprovação: M. A. L. da Silva, M. C. P. Santarosa, A. S. G. Leão

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Foi obtido o consentimento escrito dos participantes.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
O pré-projeto da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética, processo número 5.847.211, no dia 10 de janeiro de 2023.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

PUBLISHER – uso exclusivo da revista
Universidade Federal de Santa Catarina. Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Matemática (GPEEM). Publicação no Portal de Periódicos UFSC. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

HISTÓRICO – uso exclusivo da revista
Recebido em: 17-04-2023 – Aprovado em: 22-08-2023