Revista Matemática, Ensino e Cultura

Usos da linguagem matemática pelo professor formador de física numa perspectiva Wittgensteiniana

Alyne Maria Rosa de Araújo Dias [1]
Universidade Federal do Pará

Paulo Vilhena da Silva[2]
Universidade Federal do Pará

Tadeu Oliver Gonçalves[3]
Universidade Federal do Pará

RESUMO

Este artigo traz resultados parciais de uma tese de doutorado que visa olhar para o uso da linguagem matemática no contexto da formação de professores de Física. A pesquisa está subsidiada pela segunda filosofia da linguagem de Wittgenstein. O interesse por olhar esta relação da Matemática e da Física ganha espaço por meio de falas dos professores de Física, ao atribuírem à Matemática a responsabilidade pelo não-aprendizado em Física. Pudemos assim, na utilização de observações de aulas de três professores da licenciatura em Física, extrair por meio de suas falas, concepções sobre esta relação e delas compreender como eles fazem uso da Matemática nesse contexto. Utilizamos a Análise Textual Discursiva como instrumento de análise dessas falas para melhor compreensão. Os resultados apontam que os professores trazem concepções que estão vinculadas às perspectivas filosóficas tradicionais e estas, por vezes, são reproduzidas no uso da Matemática durante o ensino de Física.
Palavras-chave: Linguagem matemática, ensino de Física, filosofia da linguagem de Wittgenstein.

Uses of mathematical language by physics teacher trainers from a Wittgensteinian perspective

ABSTRACT

This paper brings partial results of a doctoral thesis that aims to look at the use of mathematical language in the context of training Physics teachers. The research is subsidized by the second moment of Wittgenstein's philosophy of language. The interest in looking at this relationship between Mathematics and Physics gains space through the speeches of Physics teachers, when attributing to Mathematics the responsibility for non-learning in Physics. Thus, we were able, using observations of classes by three professors of the Physics degree, to extract, through their speeches, conceptions about this relationship and from them to understand how they use Mathematics in this context. We used Discursive Textual Analysis as an instrument to analyze these speeches for better understanding. The results indicate that teachers bring to their educational actions concepts that are linked to traditional

[1]Mestre em Educação Matemática (UFPA). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Apinagés, 19, São Pio X, Capanema, Pará, Brasil, CEP: 68702-010. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5070-184X.
E-mail: alynerosaadias@gmail.com

[2]Doutor em Educação Matemática pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professor da faculdade de Matemática da UFPA, Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Barão de Igarapé Mirim, 243. Guamá, Belém, Pará, Brasil, CEP 66075-045. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3989-5927 . e-mail: pvilhena@ufpa.br

[3]Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor titular da Universidade Federal do Pará. Docente pesquisador do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM/IEMCI/UFPA), Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Travessa Castelo Branco 2073. Bairro: Guamá, Belém, Pará, CEP: 66065-310; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2704-5853. e-mail: tadeuoliver@yahoo.com.br

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

philosophical perspectives and these, sometimes, are reproduced when the teacher makes use of Mathematics in the teaching of Physics.
Keywords: Mathematical language, Physics teaching, Wittgenstein's philosophy of language.

Usos del lenguaje matemático por formadores de profesores de física desde una perspectiva Wittgensteinista

RESUMEN

Este artículo trae resultados parciales de una tesis doctoral que tiene como objetivo mirar el uso del lenguaje matemático en el contexto de la formación de profesores de Física. La investigación se apoya en la segunda filosofía del lenguaje de Wittgenstein. El interés por mirar esta relación entre Matemáticas y Física gana espacio a través de los discursos de los profesores de Física, cuando atribuyen a las Matemáticas la responsabilidad del no aprendizaje en Física. Así pudimos, a partir de observaciones de clases de tres profesores de la carrera de Física, extraer, a través de sus discursos, concepciones sobre esta relación y de ellos comprender cómo utilizan las Matemáticas en este contexto. Utilizamos el Análisis Textual Discursivo como instrumento para analizar estos discursos para una mejor comprensión. Los resultados indican que los docentes traen conceptos que se vinculan a las perspectivas filosóficas tradicionales y estos, en ocasiones, se reproducen en el uso de las Matemáticas durante la enseñanza de la Física.
Palabras clave: Lenguaje matemático, Enseñanza de la física, Filosofía del lenguaje de Wittgenstein.

INTRODUÇÃO

A Matemática foi adentrando as ciências naturais com o propósito de buscar descrever a natureza a partir de uma lógica universal. A esse processo que foi construído historicamente deu-se o nome de *Matematização da Natureza* (VARGAS, 1996), perdurando por longas décadas e ainda está presente até hoje no meio educacional, por meio dos currículos, dos livros e nas ações docentes. Em tal processo histórico, concepções tradicionais de filosofia, tais como intuicionismo, empirismo e logicismo foram base para a constituição das ciências como um todo e também influenciaram a relação entre a Matemática e as ciências da natureza, como, por exemplo, o empirismo que tinha na Matemática o papel de descrever os fatos da natureza.

Estas concepções não se baseavam na linguagem como precursora destas relações, já que seus interesses estavam voltados a mente (intuicionismo), a experiência (empirismo) e na lógica formal (formalismo). Foi então, durante a virada linguística, que filósofos passam a se preocupar com a linguagem e compreendem que os problemas filosóficos eram gerados pela má compreensão da linguagem. Dentre os filósofos está, Ludwig Wittgenstein, que em sua obra *Investigações Filosóficas,* passa a acreditar que não há uma linguagem única, universal que possa descrever os fatos do mundo, mas diversos usos da linguagem que dependem do contexto ao qual a linguagem está sendo empregada. Nesta perspectiva da filosofia da linguagem, a Matemática no contexto das ciências naturais deixa de ser uma linguagem universal, e passa a ser olhada enquanto uma linguagem que dá sentido as proposições empíricas.

Nesta perspectiva, este recorte da pesquisa traz um olhar sobre a relação entre a Matemática e a Física na perspectiva wittgensteiniana por acreditarmos ser importante discutirmos como o professor faz uso da linguagem matemática no ensino da Física, visto que a Matemática é tida há séculos como uma ciência inquestionável. Assim buscamos responder ao seguinte problema: como o professor de Física faz uso da linguagem matemática durante a sua ação docente na licenciatura? E a partir desta pergunta, objetivamos compreender, por meio das concepções demonstradas nas falas dos professores, os diferentes usos da Matemática observadas nas práticas docentes dos professores entrevistados, como por exemplo: se suas práticas coadunam com perspectivas filosóficas tradicionais ou, se são práticas que conseguem levar em consideração o significado expresso pela Matemática no seu contexto de uso.

Para tanto, observamos as aulas de três professores do Instituto Federal do Pará que lecionavam disciplinas de Física relacionadas com a Matemática. Utilizamos para coletar os dados gravações de áudio e vídeo e anotações em um diário de pesquisa.

Trazemos, nessa descrição de parte da pesquisa, um pouco sobre a filosofia de Wittgenstein, bem como reflexões sobre como a linguagem matemática pode ser vista no ensino da Física sob a perspectiva wittgensteiniana, e delas apresentamos nossa compreensão sobre os usos que os professores de Física fazem da Matemática na licenciatura.

A FILOSOFIA DA LINGUAGEM DE WITTGENSTEIN

Sabemos que as reflexões filosóficas acerca dos problemas da linguagem não são novas, pois sempre ocuparam boa parte das reflexões nos períodos da Filosofia antiga, moderna e contemporânea, porém essas discussões tiveram mais força no período contemporâneo com os filósofos Frege, Russell e Wittgenstein, no uso da lógica formal como instrumento de análise dos problemas de linguagem (MIGUENS, 2007).

O matemático e lógico Frege (1848-1925), por exemplo, escreveu a lógica clássica de Aristóteles em uma forma mais simbólica, ao perceber que essa lógica precisava ser aperfeiçoada. Ele ganha influenciadores de seu pensamento e os estudos dos filósofos Bertrand Russell e Ludwig Wittgenstein, na Escola Analítica de Cambridge, resultaram no positivismo lógico do Círculo de Viena. Russell acreditava fielmente que os problemas filosóficos são, de fato, problemas de conceituação e do mau uso da linguagem comum. Essa ideia influencia o pensamento de Ludwig Wittgenstein o qual conduz seu entendimento sobre a linguagem em uma linha lógico-analítica em dois momentos diferentes. Em sua primeira filosofia, por meio de sua obra *Tractatus Logico-Philosophicus* (1921), ele defende a filosofia da linguagem enquanto representação do mundo, buscando ainda uma relação entre a linguagem e o mundo, "(...) é a natureza *isomórfica* dessa correlação que constitui a base da teoria da proposição enquanto imagem dos fatos" (MORENO, 200, p. 19), uma linguagem logicamente verificável e plenamente compreensível numa relação funcional entre esses dois domínios. Através dela construiríamos modelos/formas dos fatos e que ela seria a única e cristalina forma de mostrar a existência e a relação entre pensamento e linguagem, e esse cristal seria a lógica matemática.

Porém, em sua segunda filosofia, através da obra *Investigações Filosóficas (IF),* Wittgenstein toma outros rumos de pensamento em relação aos primeiros, virá a considerar o *Tractatus* um exemplo de 'platonismo' e de 'dogmatismo' na tentativa de conceber a natureza da linguagem. Assim, altera a maioria de suas hipóteses filosóficas, passando a acreditar em diversas estruturas lógicas e não mais uma única. Dissolver a imagem dogmática acerca de conceitos era o foco desse novo olhar filosófico sobre a linguagem e passa a ver como a linguagem se comporta mediante cada contexto de uso, numa perspectiva pragmática, em que procura esclarecer os usos das palavras em seus contextos e passa a criticar o uso exclusivamente referencial da linguagem[4], não no sentido de negá-la, mas em mostrar que o uso referencial é apenas uma das possibilidades de uso.

> A linguagem passa a ser considerada do ponto de vista da multiplicidade de usos que podem ser feitos das palavras e enunciados, e o mecanismo referencial, será, então,

[4] Entende-se por concepção referencial de linguagem, a partir da segunda filosofia de Wittgenstein, o uso exclusivo da linguagem para comparar nome a objeto, como fundamento último, desconsiderando seus demais usos.

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

> relativizado e situado em seu justo lugar: corresponderá a um dos usos possíveis (MORENO, 2000, p. 60).

O austríaco passa então, na sua segunda fase da filosofia, a pensar na multiplicidade de significados, nas diversas possibilidades de uso das palavras e que estas estão ligados a práticas as quais a linguagem está vinculada e que fazem sentido aos conceitos em seus contextos de uso. Buscou-se, assim, através do aforismo 2 das *Investigações Filosóficas*, apresentar um exemplo desse novo modo de pensar a linguagem:

> [..] a linguagem deve servir para o entendimento de um construtor A com um ajudante B. A executa a construção de um edifício com pedras apropriadas; estão à mão cubos, colunas, lajotas e vigas. B passa-lhes as pedras, e na sequência em que A precisa delas. Para esta finalidade, servem-se de uma linguagem constituídas das palavras "cubos", "colunas", "lajotas", "vigas". A grita essas palavras; - B traz as pedras que aprendeu a trazer ao ouvir esse chamado (WITTGENSTEIN, 1999, §2).

Este aforismo mostra uma prática, ou melhor, uma atividade entre um pedreiro e o ajudante no contexto em que esses indivíduos vivem, utilizam uma linguagem própria da vivência e esta é compreendida pelos sujeitos dentro de um contexto. Seria então, limitado pensar em uma única forma de linguagem.

Pensando nessa limitação, Wittgenstein faz uso de uma analogia entre jogo e linguagem, e dela nos diz que: assim como num jogo, quando mudam as regras, muda o jogo, analogamente, funciona com a linguagem, se muda o contexto de aplicação, muda o significado da palavra.

> Considere, por exemplo, os processos que chamamos de "jogos". Refiro-me a jogos de tabuleiro, de cartas, de bola, torneios esportivos etc. O que é comum a todos eles? Não diga: "Algo deve ser comum a eles senão não se chamariam 'jogos'", - mas *veja* se algo é comum a eles todos. - Pois, se você os contempla, não verá na verdade algo que fosse comum a *todos*, mas verá semelhanças, parentescos, e até toda uma série deles. Como disse: não pense, mas veja! - Considere, por exemplo, os jogos de tabuleiro, com seus múltiplos parentescos. [...] E assim podemos percorrer muitos, muitos outros grupos de jogos e ver semelhanças surgirem e desaparecerem (WITTGENSTEIN, 1999, § 66).

Surge dessa analogia um conceito central na filosofia de Wittgenstein, os *jogos de linguagem*:

> Podemos também imaginar todo processo do uso das palavras em (2) [*aforismo 2, citado anteriormente*] é um daqueles jogos por meio dos quais as crianças aprendem sua língua materna. Chamarei esses jogos de "jogos de linguagem", e falarei muitas vezes de uma linguagem primitiva como um jogo de linguagem. [...] e poder-se-iam chamar também de jogos de linguagem os processos de denominação das pedras e da repetição da palavra pronunciada. Pense nos vários usos das palavras ao se brincar de roda. [...] Chamarei também de "jogos de linguagem" o conjunto de linguagem e das atividades com as quais está interligada (WITTGENSTEIN, 1999, §7, grifos nossos)

Assim como funciona com os jogos que possuem semelhanças e diferenças entre si, também funciona com a linguagem:

> Não posso caracterizar melhor essas semelhanças do que com a expressão "semelhanças de família"; pois assim se envolvem e se cruzam as diferentes semelhanças que existem entre os membros de uma família: estatura, traços fisionômicos, cor de olhos, o andar, o temperamento, etc., etc.- E digo: os "jogos" formam uma família (WITTGENSTEIN, 1999, § 67).

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

Esses conceitos ajudam a dissolver as confusões que são oriundas do exclusivo uso referencial da linguagem, assim como dissolver as concepções referenciais que temos em relação ao uso das palavras, e passemos a não procurar fundamentos últimos nas palavras, mas vejamos os diversos usos das palavras da mesma forma que existem diversas aplicações de jogos, com semelhanças ora aqui, ora ali.

Tais conceitos wittgensteinianos vêm a revolucionar a filosofia contemporânea e influencia vários campos do conhecimento (GOTTSCHALK, 2020), dentre estes, o campo educacional, ajudando a esclarecer as confusões pedagógicas que se instalam no ambiente escolar. Nesta perspectiva, Gottschalk (2020) contribui com nossa reflexão ao dizer que:

> [...] com a concepção de linguagem da segunda fase do pensamento deste filósofo, abriram-se novas perspectivas para se pensar não só as tradicionais questões da filosofia, como também para enfrentar os impasses educacionais contemporâneos, frutos de confusões conceituais que se instalam no âmbito da escola e nos currículos escolares, quando se ignora a multiplicidade das funções da linguagem (GOTTSCHALK, 2020, p. 13).

Portanto, apoiados nestas noções filosóficas em que a linguagem se situa em primeiro plano nas questões filosóficas, trazemos adiante reflexões sobre o uso da linguagem matemática no contexto do ensino da Física.

A LINGUAGEM MATEMÁTICA NO CONTEXTO DO ENSINO DA FÍSICA NUMA PERSPECTIVA WITTGENSTEINIANA

Propomos, neste tópico, um novo modo de ver a Matemática no ensino da Física a partir da perspectiva filosófica de Wittgenstein, trazendo Matemática e Física enquanto jogos de linguagens distintos e ao mesmo tempo entrelaçados; apontaremos possíveis confusões que venham a surgir na compreensão do uso linguagem matemática no contexto de ensino da Física, a partir de uma descrição gramatical de seus usos, compreendendo que a linguagem possui uma heterogeneidade de usos, assim como os jogos.

> A expressão “jogo de linguagem” enfatiza o papel que nossas formas de vida têm na utilização de nossas palavras. Todo jogo de linguagem envolve uma gramática dos usos, as quais estão ancoradas em uma práxis, em uma forma de vida. Nesse sentido, o elo semântico entre a linguagem e a realidade não é dado apenas pelas regras que governam a linguagem, mas pelos próprios jogos de linguagem, pois as regras só têm sentido contra o pano de fundo de um determinado jogo de linguagem. Por conseguinte, os jogos de linguagem têm primazia sobre as regras. Uma palavra só adquire significado quando se opera com ela, portanto, dentro de um jogo de linguagem, que seria para Wittgenstein, a totalidade formada pela linguagem e pelas atividades com as quais vem entrelaçada. A palavra jogo vem ressaltar as diversas atividades com as quais a linguagem se vincula. (GOTTSCHALK, 2014, p. 78)

Nessa perspectiva filosófica, trazer a Matemática e a Física enquanto jogos de linguagens é uma possibilidade de ver o uso da Matemática no ensino da Física desvinculado à alguma perspectiva dogmática, bem como, perceber suas diferenças e semelhanças. Consideramos, apoiados nesta filosofia, que a Matemática possui uma gramática que se configura enquanto um conjunto de regras cujas proposições não depende das ciências empíricas para ter significado dentro do seu jogo de linguagem. Porém, nas ciências empíricas, em particular na Física, seu jogo de linguagem depende de outras linguagens, dentre elas, a linguagem matemática.

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

> Proposições gramaticais são uma preparação para os usos descritivos das proposições construídas pelas ciências, ao colocarem formas consensuais de descrição dos fatos; e as proposições matemáticas são o caso exemplar desta situação (MORENO, 1993, p.127).

Neste contexto de entrelaçamento entre as proposições matemáticas e as proposições empíricas, percebemos que há confusões conceituais quanto aos usos da Matemática no ensino da Física, quando suas proposições são consideradas de caráter hipotético e suas demonstrações seriam descrições dos fatos do mundo (GOTTSCHALK, 2006). Esse seria um dos equívocos em relação à Matemática já que:

> As regras não descrevem, elas orientam, elas constituem sentidos, nos dizem o que podemos ou não podemos dizer. Porém, não podemos verificá-las como verdadeiras ou falsas, pois são proposições necessárias ou gramaticais (TEIXEIRA Jr; SILVEIRA; SILVA, 2021, p. 4).

Enquanto as proposições gramaticais (matemáticas) não dependem dos fatos do mundo para que sua verdade seja aceita, as proposições empíricas já necessitam de valores de verdade e estas, sim, descrevem os fatos do mundo:

> No caso das proposições empíricas, como vimos, a compreensão de seu significado está diretamente ligada ao papel que atribuímos à experiência na decisão sobre os seus valores de verdade: não havendo necessidade nos fatos, é sempre possível imaginar que fossem eles diferentes do que são (MORENO, 1993, p. 92).

Os jogos de linguagem dessas proposições parecem serem disjuntos, porém se entrelaçam quando se trata do uso das proposições matemáticas na constituição dos conceitos físicos, já que "a necessidade que elas [proposições gramaticais] exprimem parece *determinar* os fatos [proposições empíricas]" (MORENO, 1993, p.92).Para termos uma visão panorâmica desse entrelaçamento da Matemática no ensino da Física, recorremos às contribuições de educadores e pesquisadores que buscaram na filosofia de Wittgenstein uma forma de se desprender do dogmatismo recorrente nas reflexões sobre ensino e aprendizagem. Estes educadores não tiveram um olhar direcionado ao uso da Matemática no ensino da Física, mas suas reflexões esclarecem os usos que são feitos da Matemática e permite-nos olharmos para seu uso no contexto de ensino da Física.

Como forma de esclarecer parte das confusões que são construídas em relação à Matemática, Gottschalk (2012) provoca reflexões acerca dos usos unilaterais da Matemática. Por exemplo, considerá-la descritora dos fatos do mundo (concepção empirista), bem como da Matemática enquanto ideia construída na mente do sujeito (concepção idealista/intuicionista), são concepções que buscam fundamentos últimos fora da linguagem, ou seja, concepções extralinguísticas.

> O que une estas duas concepções de atividade matemática (a idealista e a empirista) é a crença de que haveria um significado essencial dos entes matemáticos fundamentados numa intuição, ou numa ação empírica, ambas consideradas condições extralinguísticas para a sua aquisição. Em outras palavras, é como se a atividade matemática se referisse a algo existente *a priori* no sujeito ou no mundo externo, e que passa a ser expresso linguisticamente, onde a linguagem matemática teria uma função meramente descritiva ou comunicativa. (GOTTSCHALK, 2014, p. 74)

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

Essas perspectivas extralinguísticas da Matemática levam o professor a buscar significados na linguagem natural, porém nossa língua materna é polissêmica, e isso pode levar, muita das vezes, a causar confusões pedagógicas (GOTTSCHALK, 2014), já que sua gramática se configura como um conjunto de regras que a cada jogo de linguagem, as palavras adquirem seus significados e não um significado essencial. Parafraseando Wittgenstein (2010, p. 138), são as regras gramaticais, em uso, ancoradas a uma práxis, que determinam os significados das palavras.

> Aprender o significado de uma palavra pode consistir na aquisição de uma regra, ou de um conjunto de regras, que governa o uso. Uma das consequências dessa ideia é que não há sentido em ensinar um significado essencial de uma palavra independente de seus diversos usos. Uma palavra só adquire significado quando se opera com ela, ou seja, seguindo uma regra (GOTTSCHALK, 2014, p. 5).

Analogamente acontece com o uso que se faz da linguagem matemática, com suas regras gramaticais no contexto de ensino da Física, que equivocadamente são adjetivadas como "ferramentas", que no entanto tem a função de dar sentido aos conceitos no contexto a qual está sendo aplicada; ao mesmo tempo que não basta seguir as regras, pois para seguir as regras é necessário que siga dentro de um jogo de linguagem pré-estabelecido, para que não estabeleça um significado essencial independente do contexto.

> O perigo reside em tomá-las por aquilo que elas não são, pretendendo fazer com elas mais do que elas podem permitir. Ao explicitar o engano aprendemos com ele: passamos a ver mais claramente como usamos a linguagem e, assim, como ela opera em nossa vida (MORENO, 1993, p.79).

Saber como utilizá-las é necessário para que não caia no dogmatismo e nem faça um uso referencial da linguagem. Assim, nesse contexto de pesquisa, a Matemática é vista enquanto um dos jogos de linguagens com regras internas à sua gramática constituído por proposições normativas e que dentro do contexto do ensino da Física elas dão condições de sentido para as proposições empíricas, mesmo que elas sejam epistemologicamente diferentes.

É necessário, nesta perspectiva, dar importância ao significado que se atribui à linguagem matemática dentro do jogo de linguagem da Física, pois segundo a filosofia de Wittgenstein é por meio dos jogos de linguagem que poderíamos curar nossos males relativos à linguagem realizando uma *terapia* (SILVEIRA, 2017). Terapia filosófica esta que nos traz reflexões acerca de como a Matemática é usada no ensino da Física pelo professor formador de Física.

> A terapia filosófica não se dirige à Matemática enquanto jogos de linguagem onde são construídos conceitos necessários; dirige-se, isto sim, às interpretações que damos de sua necessidade. Surgem os problemas filosóficos quando procuramos critérios onde não há lugar para eles, ou quando não percebemos que os critérios são relativos aos jogos de linguagem no interior dos quais os aplicamos (MORENO, 1993, p.126).

Desta forma, as concepções que o professor formador de Física tem da Matemática no ensino da Física está imerso sua interpretação do papel que ela desempenha nesse contexto e quando essa concepção busca um fundamento extralinguístico, surge os problemas filosóficos e estes se refletem nas práticas pedagógicas.

Ao se tratar do uso da Matemática na constituição dos conceitos físicos, percebemos por meio das falas dos professores de Física, colaboradores desta pesquisa, que há uma confusão

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

sobre o papel que a Matemática desempenha neste contexto, como por exemplo, ao considerar a Matemática como responsável por descrever os fatos do mundo, como também, quando consideram que aprender Física basta seguir regras matemáticas, ou que, aprender a Matemática anterior a Física daria condições suficientes para compreender Física.

Contudo, numa perspectiva wittgensteiniana ao invés de tê-la como descritora dos fatos do mundo, ela pode ser vista como uma linguagem que colabora por sistematizar regularidades que possam vir a acontecer em situações físicas, como normas que dão sentido aos conceitos físicos. Savietto (2019) corrobora dizendo que:

> O modo como se concebe a relação entre Física e Matemática tem implicações sobre as práticas e estratégias de ensino. Uma possibilidade de esclarecer o papel da Matemática na Física e no ensino de Física pode ser considerando a Matemática como uma das linguagens da Física" (SAVIETTO, 2019, p. 250).

Coadunamos com Savietto (2019) no sentido de pensar que a concepção que se tem dessa relação implica na prática de ensino, ao mesmo tempo que concordamos quando ele diz que a dificuldade dos estudantes está na forma de uso da linguagem matemática, na interpretação de situações físicas e na significação de conceitos e não somente na falta de conhecimentos matemáticos (SAVIETTO, 2019). Isto é, não basta saber Matemática anterior ao ensino da Física, é necessário significa-la no contexto de uso da Física, pois o uso que fazemos dela em cada contexto ganha um significado diferente e não essencial, como se pensava a partir das perspectivas filosóficas tradicionais.

Contudo, professores que ensinam Física precisam compreender a Matemática como uma linguagem que possui 'vida própria', que não possui oralidade (já que depende da linguagem materna para compreendê-la) (GOTTSCHALK, 2006), que possui uma gramática interna constituída por signos, proposições, regras e conceitos, pois "suas proposições não são hipóteses como nas ciências empíricas, que têm como pretensão descrever a realidade; e suas demonstrações não são experimentos" (GOTTSCHALK, 2006, p. 80), mas dão sentido aos conceitos, proposições e fenômenos físicos: "Elas [as proposições matemáticas] são vistas por Wittgenstein como *condições de sentido* para as proposições empíricas" (GOTTSCHALK, 2006, p. 82, grifos nossos).

É preciso, a partir dessa perspectiva da linguagem wittgensteiniana, que o professor *veja* as possibilidades de usos que entrelaçam a Matemática ao ensino da Física, como uma forma de ver e tentar desvendar como a linguagem funciona, como afirma Wittgenstein (1999) e levar aos alunos a conexão dos conceitos matemáticos e conceitos físicos. A partir dessas e outras contribuições, como de Silveira (2008) que nos diz que a atividade matemática depende da linguagem e somente aquele que sabe ler e escrever na linguagem matemática pode participar do seu jogo de linguagem, é que consideramos importante compreender como o faz uso desta na licenciatura em Física.

OS USOS DA LINGUAGEM MATEMÁTICA PELO PROFESSOR FORMADOR DE FÍSICA: UMA INTERPRETAÇÃO A PARTIR DE SUAS FALAS

Considerando a perspectiva filosófica de Wittgenstein como subsidio para compreensão de como o professor faz uso linguagem matemática no contexto do ensino da Física, viemos

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

por meio deste tópico apresentar um esboço da coleta de dados empíricos[5], os quais foram interpretados por meio da análise textual discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2007). Segundo Moraes (2003, p. 191) a ATD "pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação, isto é, não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão".

Com esses dados coletados, seguimos as etapas propostas pela ATD, que iniciou com a unitarização das falas, composta pelas unidades de significado (US) que são os recortes das falas dos colaboradores da pesquisa, organizados com um título a partir dos significados atribuídos pelos professores e destas trazemos as unidades teóricas (UT) que subsidiam essas falas. Feito esse processo de unitarização, agrupamos as US em categorias iniciais, categorias intermediárias e depois em categorias finais. A categoria que apresentamos como resultados da descrição e interpretação, neste recorte de pesquisa é denominada *a priori* pois dialoga com nosso objetivo de pesquisa em conformidade com a perspectiva filosófica de Wittgenstein. Deste processo de categorização surge um metatexto que na perspectiva da ATD é "a construção de um novo texto (...) que tem sua origem nos textos originais, expressando um olhar do pesquisador sobre os significados e sentidos percebidos nesses textos" (MORAES, 2003, p. 201).

Buscamos, assim, por meio das observações das aulas, direcionado às falas dos professores compreender os sentidos expressos nesses discursos. Tais descrições e interpretações se dão a partir das observações das aulas de três professores de Física, aqui nomeados por Alex, Beto e Carlos. Assim, nosso olhar minucioso está envolto de uma multiplicidade de significados que possibilitam o compreender dos sentidos expressos pelos professores de Física quando estes usam a linguagem matemática em sua prática docente.

As disciplinas selecionadas para que adentrássemos em sala para as observações eram disciplinas que tiveram como critério trazer a relação Física e Matemática, porém não tínhamos o olhar voltado para um conteúdo programático específico, e sim para as falas dos professores quando estes faziam uso da linguagem matemática ou quando se reportavam a ela no contexto do ensino da Física. Assim, trazemos uma descrição dos usos que os professores fazem da linguagem matemática, e buscamos compreender tais falas em diálogo com os subsídios filosóficos wittgensteinianos, por meio da ATD. A organização e denominação das categorias se deu a partir de uma interpretação e compreensão de como os professores fazem uso da Matemática no ensino da Física, as quais denominamos de: Matemática como processo de memorização, Matemática como processo de seguir fórmulas e Matemática com significação.

Matemática como processo de memorização

Esta categoria tem como pressuposto que os alunos irão conseguir compreender os conceitos físicos se a Matemática já estiver "guardada" na memória, que lembrar da Matemática estudada em séries anteriores seria suficiente para a aprendizagem de Física. Não estamos negando a importância do processo de memorização, porém, esse modo de conceber a Matemática na aprendizagem da Física não é suficiente, uma vez que a Matemática aprendida em séries anteriores, como por exemplo no ensino médio, não garante que os alunos ao

[5] cada participante recebeu o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) de acordo com as indicações do Comitê de Ética em Pesquisa de CAAE n. 53607121.9.0000.0018, cuja pesquisa consta aprovada no parecer de n. 5.208.447.

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

lembrarem de suas regras, estas lhes dêem condições de perceber o significado que elas ganham na Física na licenciatura, já que este depende do contexto ao qual está sendo aplicada.

Quando o professor Alex diz:

Alex: *Agora vai vir o negócio do cilindro. Eu quero que vocês olhem pra cá. Conseguem perceber que isso é um arco de circunferência? Como é que eu calculo um arco de circunferência? Lembra lá do ensino médio? Calculava assim:* $l = \alpha.r$. *Lembra disso?.*

Ele acredita que buscar na "lembrança" conceitos matemáticos condicionaria os alunos a perceberem sua relação com os conceitos físicos, porém ter em mente as regras matemáticas não são condições suficientes, pois as regras por si só não comportam seu significado no contexto da Física, é preciso significá-las e este é o papel do professor de Física.

Ferraz (2014) traz a importância dada à memorização das regras matemáticas e em sua dissertação intitulada *A memória na aprendizagem matemática*, como ressalta no seguinte trecho:

> Finalmente, a memória de regras também é extremamente importante para o sucesso em Matemática. Quando as crianças se deparam com um problema novo, elas devem procurar em sua memória de longo prazo qual regra é apropriada para resolver o problema. Assim, habilidades de memória ajudam crianças a guardar conceitos e recuperá-los para usá-los em aplicações relevantes (FERRAZ, 2014, p. 44).

Esse contexto em que ele discute a importância da memorização é o contexto das aulas de matemática, do aprender as regras matemáticas, contudo, esse modo de compreender como deve ser ensinada à Matemática, por meio da memorização, é levada a outro contexto, o da licenciatura em Física, quando os professores também acreditam que lembrar da Matemática dos anos anteriores seria suficiente para compreender os conceitos físicos. Consideramos, que o processo de memorização é importante, sendo essa uma habilidade do aluno, mas não dá condições suficientes para compreender os conceitos físicos.

Este modo de compreender que aprender a Física por meio da memorização da Matemática tem sua base na perspectiva cognitivista, ao qual considera que os alunos atribuem significado aos objetos matemáticos, mentalmente, através da intuição, numa construção interior, em que "considera que a construção dos objetos matemáticos decorreria de operações mentais que se desenvolveriam progressivamente em interação com o meio ambiente" (GOTTSCHALK, 2004, p. 307), o que para Wittgenstein seria um equívoco, visto que a significação se dá no uso.

A tese de doutorado de Moura (2019) traz uma crítica a proposta curricular de São Paulo para o ensino da Física, que não consegue romper com as ideias tradicionais de currículo, priorizando a memorização dos conteúdos, ressaltando que não se deve concentrar na memorização de fórmulas e sim, contemplar as dimensões de linguagem. Por sua vez, Glock (1998) ressalta que Wittgenstein faz uma crítica em relação a esses processos mentais, dizendo:

> Embora experiências ou processos mentais característicos possam acompanhar a lembrança, eles não a constituem. Esse raciocínio subjaz ao fato de Wittgenstein negar a ideia de que a lembrança seja um processo ou experiência mental, e também de que haja uma conexão uniforme entre a atividade de lembrar e aquilo que é lembrado (GLOCK, 1998, p. 246).

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

Assim, quando o professor Alex diz: “você lembra disso?” ele está condicionando a lembrança ao usar a regra matemática no contexto da Física e que na cabeça do aluno existe um depositório que guarda a Matemática e buscar na mente os conceitos matemáticos seria um processo de aprendizagem de Física. Ou seja, o fato de ter regras matemáticas guardadas na lembrança, memorizado tais regras é condição de que o aluno saiba usar as regras matemáticas no contexto do ensino da Física. Tal concepção também traz um uso referencial da Matemática, que em qualquer contexto em que for usada, seguir regras é suficiente.

O que Wittgenstein traz para nossa reflexão é que, não há processos internos que independem do uso da linguagem, pois para sabermos que regras matemáticas seriam empregadas naquele contexto seria preciso que nós as tornemos públicas, ou seja, é no uso da linguagem que elas ganham significado.

> A ideia de que se teria de preservar um mundo mental próprio, isto é, de um mundo interior de algum modo independente do exterior, não pode ser posta nesses termos, pois o significado dessa ideia está no modo como ela é usada na linguagem, isto é, não se trata de desvendar o interior por alguma teoria, pois ele está sempre à amostra. Trata-se de apenas afastar aquilo que se interpõe ao seu uso efetivo na linguagem (HEBECHE, 2002, p. 80).

Seria, portanto, uma concepção referencial da linguagem, acreditar que ter em mente conceitos matemáticos, estes dariam condições suficientes à compreensão dos conceitos físicos e esse modo de ver a Matemática é levado a sala de aula como “produtos de um determinado desenvolvimento mental do aluno” (GOTTSCHALK, 2008, p. 77), concepção vinculada a perspectiva psicogenéticas de Jean Piaget, porém o sentido que a Matemática adquire para o aluno se dá na aplicação por meio de técnicas aprendidas (GOTTSCHALK, 2008) e ressignificadas no contexto ao qual está sendo aplicada e não por um processo mental.

Matemática como seguir fórmula

Ao destacar essa categoria como *Matemática como seguir fórmulas*, compreendemos que as falas dos professores dão importância, sobretudo, às regras matemáticas no ensino da Física. Nossa interpretação, a partir desses discursos é de que, para os professores que colaboraram com a pesquisa, as regras matemáticas são suficientes para a Física, que saber resolver uma derivada ou uma integral ou ainda testar a Física por meio da Matemática é suficiente, porém tais regras devem estar vinculadas ao significado que elas expressam dos conceitos físicos.

Na fala do professor Beto, ao dizer:

Beto: *Professor, de onde vem essa fórmula* $F = \Delta p.A$*? Percebam que essa fórmula é muito similar a* $F = p.A$*, então a gente vai seguir por essa fórmula.*

Ou ainda:

Beto: *Eu já tinha falado em energia térmica pra vocês? Isso aqui* $U = \frac{3}{2}.n.R.T$*. A única forma de variar a energia interna olhando para essa fórmula é variando a temperatura*.

Beto deixa evidente que, o aluno sabendo as fórmulas, ele compreendeu o significado físico contido nela.

Wittgenstein, nas *Investigações Filosóficas*, nos diz:

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

> Podemos agora dizer: "o modo como a fórmula é significada (*gemeint)* determina quais as passagens a fazer". Qual o critério para o modo como a fórmula é significada? Por exemplo, a maneira como constantemente a usamos, a maneira como fomos ensinados a usá-la (WITTGENSTEIN,1990, §190).

Nossa compreensão, a partir dos discursos, nos leva a suspeitar que os professores de Física foram ensinados a usar as fórmulas matemáticas sem significá-las no contexto do ensino da Física, e o modo com que aprenderam, as usam, e não conseguem perceber que as regras matemáticas, mesmo sendo necessárias, elas não dão, por si só, condições de sentido para a Física. É preciso estabelecer conexões, fazer analogias entre as regras matemáticas e os conceitos físicos, é preciso significar pois as regras, na perspectiva wittgensteiniana, dão condição de sentido ao jogo, dão sentido à linguagem, "são as regras da gramática que definem o que tem e não tem sentido dizer" (TEIXEIRA Jr, 2019, p.157), pois as regras fora do contexto de uso são apenas signos sem significado, é no uso que elas ganham significado.

Contudo, pode não ser óbvio ao professor estabelecer essas conexões, pois sua visão é unilateral ao considerar que basta seguir as fórmulas, como diz Wittgenstein é *cego* para os aspectos.

Ver os aspectos que permeiam esta relação é uma habilidade, um domínio de técnicas de uso, como cita Hebeche (2002, p. 63): "A capacidade de operar com os aspectos - imaginação - na vagueza dos conceitos expressa a sutileza (*Witz*) da apreensão dos matizes da linguagem. Sutiliza não é um processo mental, mas o domínio de técnica".

Assim, ver o significado que as regras matemáticas ganham na constituição dos conceitos físicos deve ser uma habilidade do professor, pois "ordinariamente empregamos as palavras numa diversidade de situações, e isso depende da habilidade em encontrar analogias e as possíveis articulações na elasticidade dos conceitos" (HEBECHE, 2002, p. 63), caso ele não tenha essa percepção, cai numa rigidez da linguagem, num uso unilateral, numa essência da linguagem matemática.

> Quando a visada sinótica escapa, reintroduz-se o monismo metodológico – oriundo da concepção referencial da linguagem – que dá a falsa ideia de que podemos filosoficamente explicar ou conhecer objetos que estão além da linguagem (HEBECHE, 2002, p. 64).

Compreende-se, então, que seguir regras matemáticas *cegamente* leva a um uso referencial da linguagem matemática, em que os signos estariam mortos, pois o que lhes dá vida é o uso (WITTGENSTEIN, §432) e o uso está ligado a um contexto ao qual tais regras estão sendo aplicadas. "Os significados não existem independentemente das regras" (TEIXEIRA Jr, et al., 2021, p. 3). Deste modo, cabe ao professor dá significado à Matemática e suas regras para que os alunos compreendam o sentido atribuído a elas na constituição dos conceitos físicos.

Matemática e seus significados no contexto da Física

Nesta categoria, agrupamos discursos que apresentam a preocupação em significar a Matemática no contexto do ensino da Física. Em suas aulas, o professor Carlos deixa nítido a preocupação em "lincar" as regras matemáticas com os conceitos físicos quando diz; "Lá em Métodos Matemáticos para Física eles não lincam a Matemática e a Física, mas aqui em Eletromagnetismo tem que lincar". Tais discursos estão envoltos do que Wittgenstein descreve

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

em seu segundo momento filosófico, a perspectiva pragmática de linguagem, perspectiva que as palavras não designam objeto, mas ganham sentido a cada contexto de aplicação.

Vejamos em outra fala deste professor o destaque dado à importância das regras matemáticas na Física, porém ele não apenas mostra a regra, mas busca significá-la, como mostra o recorte a seguir:

> **Carlos**: *Mas o que aparece em comum entre o primeiro* $E_R = \frac{1}{4\pi E_0} . \frac{q.a}{[r^2+\frac{a^2}{4}]^{3}/_{2}}$ *e o segundo* $E_R = \frac{1}{4\pi E_0} . \frac{2.r.q.a}{[r^2-\frac{a^2}{4}]^2}$ *caso ? Em qualquer configuração que você modificar vai aparecer o* $q.a$*. Esse* $q.a$*, eu tenho que interpretar fisicamente, entrar na parte da física, pra ver porque esse* $q.a$ *aparece sempre em qualquer tipo de configuração do dipolo elétrico. O que que a gente faz pra entender esse resultado fisicamente. A matemática já nos deu esse resultado. Agora, eu quero tirar definições a partir dessas equações. Aí, eu vou entrar no campo da Física pra entender porque aparece* $q.a$*.*

De acordo com a perspectiva wittgensteiniana, o que o professor Carlos deixa explícito é que a Matemática não possui uma essência, mas ganha significado no contexto do ensino da Física, pois como Wittgenstein diz, o significado de uma palavra é seu uso na linguagem. Assim o uso que é feito da linguagem matemática não está desvinculada do significado, não está centrada no seguir fórmulas, nem na memorização - concepções que trariam a Matemática enquanto *essência*, numa visão unilateral-, mas ganha significado para constituir os conceitos físicos, pois "contrapondo-se a todas essas concepções, Wittgenstein afirma que é apenas no uso das palavras que podemos apreender a essência" (GOTTSCHALK, 2006, p. 74) por meio da *semelhança de família*, ou seja, as semelhanças e diferenças expressas no uso.

Significar a Matemática no ensino da Física é uma habilidade que, dentro da filosofia da linguagem está vinculada ao conceito *ver como* em que sua aplicação se dá quando a visão para o aspecto deixa de ser unilateral e passa a ser panorâmica, de modo que "dir-se-ia que *está em condição* de fazer certos empregos da figura com familiaridade apenas aquele que vê agora *deste modo*, e agora *deste modo"* (WITTGENSTEIN, parte II, secção XI, p. 190).

Deixar de ver sob um aspecto e passa a ver como outro, conectar o jogo de linguagem de Matemática ao jogo de linguagem da Física, seriam habilidades do professor. Saber seguir regras matemáticas são necessárias, porém não são suficientes já que as regras em si não comportam suas aplicações, e mesmo que os alunos saibam seguir as regras não é óbvio *ver* as regras matemáticas *como* conceitos físicos.

Consideramos assim, que o professor Carlos, a partir de seu modo de usar a Matemática no ensino de Física possui o que Wittgenstein chama de uma *vivência da significação*, que se caracteriza como "alguém que *pode*, aprendeu, domina isto e aquilo, tem sentido dizer que ele vivenciou *isso*" (WITTGENSTEIN, parte II, secção XI, p. 190), pois nas aulas por ele ministradas, os usos que ele fez, mostra que há, realmente, essa preocupação com a significação da Matemática no ensino de Física. Deste modo, quando o professor tem essa vivência, ele vislumbra que a Matemática não é essencialmente seguir regras ou memorizá-la, mas estabelece elos intermediários, faz conexões e suas ações tornam-se significativas, pois como diz Gottschalk (2006, p. 74): "é no modo como *aplicamos* nossas palavras em meio a hábitos e ações inseridos em nossas formas de vida que se constituem nossos significados essenciais".

REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., *e*-ISSN: 2675-1909, 2023
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474

CONCLUSÃO

Nossas reflexões, com subsídio na filosofia da linguagem de Wittgenstein, indica que o uso que o professor formador faz da Matemática no ensino da Física, ao dizer que o aluno deve seguir as fórmulas, ou quando diz que o aluno deve buscá-la na "lembrança" levaria a compreensão dos conceitos físicos, seria um uso essencial da Matemática. E nesse processo, o aluno pegaria a Matemática em algum lugar fora da linguagem e utilizaria para solucionar um problema físico, o que contraria a perspectiva wittgensteiniana que acredita na construção do significado internamente à linguagem, a partir do contexto ao qual está sendo aplicada.

Esses modos de uso, leva-nos a considerar que, quando o professor formador de Física tem um olhar unilateral, dogmático e referencial da Matemática no contexto do ensino da Física, isso pode ser reflexo de todo um processo histórico e formativo na busca por um fundamento último à Matemática, vinculados a concepções filosóficas tradicionais, que tem como objetivo a essência, sem olhar para os usos que podemos fazer dela nos mais diversos contextos de aplicação. Essas maneiras referenciais de usar a Matemática podem não proporcionar ao aluno a percepção do significado.

Já numa perspectiva wittgensteiniana, o uso que o professor Carlos faz, significando Matemática, mostra que ele busca estabelecer analogias, mostre as semelhanças e as diferenças da Matemática em cada contexto de uso, criando elos intermediários, possibilitando aos alunos compreender a Matemática como condição de sentido dos conceitos físicos. Trazer a linguagem para o centro desta relação, numa perspectiva pragmática traz o olhar panorâmico para o significado que se atribui à linguagem matemática dentro do jogo de linguagem da Física, pois é por meio dos jogos de linguagem que poderíamos curar nossos males relativos ao mal uso da linguagem.

Desta forma, compreendemos que o professor formador que busca estabelecer a relação da Matemática com a Física, numa perspectiva pragmática da linguagem, verá que os diversos usos da linguagem matemática é capaz de proporcionar ao aluno uma melhor compreensão desta relação, de modo que isto poderá contribuir significativamente com a sua prática futura, desvinculada do uso exclusivamente dogmático, levando-os a uma visão panorâmica dos diversos usos da linguagem, bem como ver as mudanças de aspectos quando conecta o jogo de linguagem da matemática ao jogo de linguagem da física apresentando suas semelhanças e diferenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, M. C.; BELLO, S. E. L.; SANTOS, S. A. A matemática escolar a partir da perspectiva wittgensteiniana: entre normatividade e empirismo. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 3, n. 1, p. 147-158, 2017. Disponível em: https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/2195. Acesso em: 08 de março de 2023. DOI: https://doi.org/10.35819/remat2017v3i1id2195

FERRAZ, J. S. de L. **A memória na aprendizagem matemática.** 2014. 74f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas. Universidade Federal de São Carlos: UFSCar, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4454. Acesso em: 08 de março de 2023.

GLOCK, H. **Dicionário Wittgenstein.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1998.

GOBARA, S. T; GARCIA,J. R. B. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, MS, v. 29, n. 4, p. 519-525, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/mL4ddmrRntjp5sZPdSyZgCw/abstract/?lang=pt. Acesso em: 08 de março de 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000400009

GOTTSCHALK, C. M. C. **Ensaios filosóficos-educacionais de uma perspectiva Wittgensteniana.** Ed. Paco editorial, Jundiaí, São Paulo, 2020.

GOTTSCHALK, C. M. C. Fundamentos filosóficos da matemática e seus reflexos no contexto escolar**. Internacional Studies on Law and Education.** Universidade do Porto, p.73-82, 2014. Disponível em: https://docplayer.com.br/2667654-Fundamentos-filosoficos-da-matematica-e-seus-reflexos-no-contexto-escolar-1.html. Acesso em: 08 de março de 2023.

GOTTSCHALK, C. M. C. Ver e ver como na construção do conhecimento matemático. In: IMAGUIRE, Guido et al. (org.) **Colóquio Wittgenstein**, Fortaleza: Edições UFC, p.73-93, 2006.

GOTTSCHALK, C. M. C. A construção e transmissão do conhecimento matemático sob uma perspectiva wittgensteiniana. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 28, n. 74, p. 75-96, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ccedes/a/7mvMVwS8bwSP5QMXZyp4QPJ/?lang=pt. Acesso em: 08 de março de 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-32622008000100006

HEBECHE, L. **O mundo da consciência**: ensaio a partir da filosofia da psicologia de L. Wittgenstein. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

MIGUENS, Sofia. **Filosofia da Linguagem:** Uma Introdução. Ed. Faculdade de letras da Universidade do Porto; 2007.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva**. Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.191-211, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHykhL5pM5tXzdj/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 08 de março de 2023.

MORAES, R., GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v.12, n.1, p.117-128, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wvLhSxkz3JRgv3mcXHBWSXB/abstract/?lang=pt. Acesso em: 08 de março de 2023.

MORENO, A. R. Wittgenstein: através das imagens. Editora da Unicamp, Campinas-SP, 1993.

MOURA, A. C.. **Eu, Professor de Física:** reflexão e ação na prática pedagógica. 209 f. Orientadora: Alice Assis Tese (Doutorado)– Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191475/moura_ac_dr_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 08 de março de 2023.

SAVIETTO, N; SILVA, H. C. Jogos de linguagem e significação em aulas de física no ensino médio: o papel da linguagem matemática. **REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, Ano 14, n. 31, p.249-269, 2019. Disponível em:

https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/178. Acesso em: 08 de março de 2023. DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2019.n31.p249-269.id198

SILVEIRA, M.A. Movimento Para a Ação de um Novo Conceito Matemático. **Revista da Educação**, v. XVI, n. 2, p. 101 - 121, 2008. Disponível em: https://catalogo.bibliotecas.ucp.pt/media/0a75ebe34a162426b23e5039a4db3062.pdf. Acesso em: 08 de março de 2023.

SILVEIRA, M.A. Jogos de Linguagem entre Professor e Alunos: Possibilidades de Aprender e Ensinar Matemática. **Revista Iberoamericana de Educácion Matemática**, n. 50, p. 78-91, 2017. Disponível em: http://funes.uniandes.edu.co/17142/. Acesso em: 08 de março de 2023.

TEIXEIRA, Jr., V. P. Terapia das palavras para a compreensão de conceitos matemáticos. **REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, Ano 14, n. 31, p.154-170, 2019. Disponível em: https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/173. Acesso em: 08 de março de 2023. DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2019.n31.p154-170.id193

TEIXEIRA Jr., V. P; SILVEIRA, M. R. S.; SILVA, P. V. O ensino e a aprendizagem da matemática: entre o gramatical e o empírico. Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, **Ens Aprend Cienc**, v. 16, n. 3, p. 569-579, 2021. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8141650. Acesso em: 08 de março de 2023. DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.14821

WITTGESNTEIN, L. **Investigações Filosóficas.** Editora Nova Cultura Ltda, São Paulo, 1999. (Col. Os Pensadores)

***Submetido em*:** 10 de março de 2023.

***Aprovado em*:** 22 de abril de 2023.

***Publicado em*:** 01 de maio de 2023.

Como citar o artigo:
DIAS, A. M. R A.; SILVA, P. V.; GONÇALVES, T. O. Usos da linguagem matemática pelo professor formador de física numa perspectiva Wittgensteiniana. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura - REMATEC**, Belém/PA, v. 18, n. 43, e2023012, Jan.-Dez., 2023. DOI: https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023012.id474