

JOGOS DE LINGUAGEM E SIGNIFICAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: O PAPEL DA LINGUAGEM MATEMÁTICA

GAMES OF LANGUAGE AND MEANING IN PHYSICS LESSONS IN MIDDLE SCHOOL: THE ROLE OF MATHEMATICAL LANGUAGE

Natan Savietto

SED - Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina

Henrique César da Silva

CED e PPGECT/Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

A Física trabalha com uma linguagem cuja significação passa pela matemática, mas vai além dela. Há várias visões dessa relação entre Física e Matemática, sendo esta pensada como estrutura, como ferramenta, como fundamento, ou como linguagem da/para a Física. Neste artigo adotamos como referência a filosofia da linguagem de Wittgenstein. Destacamos a noção de jogos de linguagem, com suas regras próprias e semelhanças de família, que colaboram para o entendimento da significação como dependente do uso que se faz da linguagem, nos diferentes contextos ou formas de vida, como, no nosso caso, o contexto escolar de ensino de Física. Tomando como base essa concepção da matemática como linguagem na relação com a Física, buscamos identificar como e que jogos de linguagem, envolveram tanto a linguagem verbal e quanto a matemática em aulas de Física no Ensino Médio. Evidenciamos diferentes jogos de linguagem, suas regras e semelhanças de família. As aulas se caracterizaram pela explicitação pelo professor de elementos das regras de significação envolvidas e pelo envolvimento dos estudantes nestas regras.

Palavras-chave: Jogos de Linguagem. Ensino de Física. Linguagem Matemática. Wittgenstein.

Abstract

Physics works with a language whose meaning goes through mathematics, but goes beyond it. There are several visions of this relation between Physics and Mathematics, being this one thought as structure, as tool, as foundation, or as language of / for Physics. In this article we adopt as reference the Wittgenstein's philosophy of language. We emphasize the notion of language games, with their own rules and family similarities, that collaborate in the understanding of meanings as dependent on the use of language in different contexts, or life forms, as, in our case, the context school of Physics teaching. Based on this conception of mathematics as a language in relation to Physics, we seek to identify how and what language games involve both verbal and mathematical language in High School Physics classes. We showed different language games, their rules and family similarities. The classes were characterized by the teacher's explicitness of elements of the rules of meaning involved and the involvement of students in these rules.

Keywords: Language games. Physics teaching. Mathematical language. Wittgenstein.

AS RELAÇÕES ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA

A Física e a Matemática estão profundamente ligadas uma a outra. Podemos considerar a Física como a ciência que se apoia na Matemática para compreender/interpretar, dar sentido à natureza, e conseqüentemente que os físicos não seriam capazes de trabalhar sem a Matemática.

No Ensino de Física, a Matemática aparece muitas vezes, como uma mera ferramenta geralmente relacionada à prática de dedução de fórmulas e resolução de exercícios, muitas vezes mecanizada, com manipulações Matemáticas pouco significativas do ponto de vista da compreensão de uma situação real e dos próprios conceitos físicos envolvidos nas situações estudadas em sala de aula (MANNRICH, 2014).

Tendo como base alguns trabalhos na área de ensino de física (PIETROCOLA, 2002; PIETROCOLA, 2010; KARAM, 2009; KARAM, 2012; ATAÍDE, 2013, MANNRICH, 2014), observamos que um dos problemas do ensino de Física, consiste no fato de as aulas serem pautadas por meio da linguagem Matemática, que não é a linguagem natural, nem cotidiana dos estudantes, e por isso gerando dificuldades específicas nos processos de ensino e de aprendizagem desse campo de conhecimentos.

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. Neste sentido, Almeida (1999; 2003; 2004; 2013) apresenta a importância de compreender as relações entre a linguagem Matemática e a linguagem natural (falada e escrita) na produção dos saberes científicos e no seu ensino. A autora destaca que tanto a linguagem natural quanto a linguagem Matemática são integrantes, constituintes do fazer científico, tornando essa dupla relação um elemento importante a ser levado em consideração na formação de professores, e argumenta que para pensar o ensino de física na escola, “[...] sem dúvida a linguagem comum deve tomar a dianteira, ainda que não se possa negligenciar o papel da linguagem Matemática na construção dessa disciplina [...]” (ALMEIDA, 2004, p. 96).

A autora conclui que, nos trabalhos dos físicos, o papel da linguagem Matemática se mostra evidente, porém em seus estudos com licenciandos, nos contatos com escolas em diferentes níveis aponta que o mesmo não parece ocorrer. Segundo ela, professores e estudantes colocam que os conhecimentos matemáticos são um pré-requisito para quem irá aprender Física e critica essa concepção argumentando que a Matemática é algo “cujo saber também estará se processando à medida que conteúdos considerados relevantes justifiquem a dedicação ao seu ensino e ao seu aprendizado” (ALMEIDA, 2004, p. 117).

A prática de reduzir a Matemática a uma simples ferramenta para a Física, algo que estaria para ser usado “depois” de compreendida “a teoria”, e usado de maneira meramente operacional, além de contribuir para o desinteresse e desmotivação dos estudantes, acaba promovendo também, entre os próprios professores de Física, o aparecimento de chavões como: “Meu aluno não aprende Física porque não sabe Matemática” ou “A Física do problema acabou, daqui pra frente é só Matemática”, conforme destacado por Karam (2012).

Nesse sentido, admitir a Matemática como uma mera ferramenta pode resultar no entendimento equivocado de que apenas um bom domínio de conhecimentos matemáticos garante o êxito no estudo da Física.

De fato, saber trabalhar com as “ferramentas matemáticas” é necessário para um bom desempenho dos estudantes na disciplina de Física, porém, apesar de necessária, essa condição não é única, ou seja, não se pode afirmar que os estudantes que possuem este quesito serão bem-sucedidos em Física (HUDSON; MCINTIRE, 1977; HUDSON; LIBERMAN, 1982 apud KARAM, 2012) e nem que a significação física do mundo seja atingida apenas pelo domínio matemático da física.

Supomos assim que a dificuldade de os estudantes compreenderem os conceitos físicos e interpretarem o mundo do ponto de vista da física não reside apenas na falta de conhecimentos de matemática, e sim na forma de utilizá-la na interpretação de situações físicas e na significação de conceitos. Neste sentido buscamos pensar a Matemática como linguagem, trazendo a ideia da Matemática como linguagem da Física sob a perspectiva dos jogos de linguagem, presentes na filosofia da linguagem de Wittgenstein, que colaboram para o entendimento da possibilidade de significação de acordo com o uso que se faz da linguagem matemática em diferentes contextos.

A MATEMÁTICA COMO LINGUAGEM

A linguagem é o sistema através do qual o homem comunica suas ideias e sentimentos, que pode ser através da escrita, fala ou outros símbolos convencionados. No cotidiano o homem faz uso da linguagem verbal e não verbal para se comunicar. A linguagem verbal integra fala e escrita. Todos os outros recursos de comunicação fazem parte da linguagem não verbal, por exemplo, a linguagem corporal. Quando a comunicação se dá por meio da linguagem verbal e não verbal ao mesmo tempo dizemos que esta é uma linguagem mista (por exemplo, história em quadrinhos) (MACHADO, 2011).

A Matemática como linguagem oferece um código próprio, com uma gramática própria que incorpora a linguagem escrita, linguagem oral e linguagem pictórica. A linguagem matemática é codificada de uma maneira muito particular através de símbolos, gráficos, expressões algébricas, além de palavras que possuem um significado específico quando são utilizadas na Matemática, como por exemplo “produto”, “derivada”, “volume”, etc. (FEIO; SILVEIRA, 2008).

Assim, essa linguagem matemática é complexa e de difícil leitura para quem não a domina, pois em alguns casos se utiliza de pouca escrita, ou de uma escrita consistentemente simbólica, como por exemplo, a sentença $C = \{ x \in \mathbb{R} \mid x \geq 0 \}$, se assemelhando a uma língua estrangeira que precisa ser traduzida para ser compreendida.

Esta “tradução” da linguagem Matemática pode acontecer nas aulas de Matemática onde o professor pode alfabetizar o estudante nesta linguagem, ou seja, ensiná-lo a ler, escrever e interpretar conforme as regras dessa linguagem, como é feito com a língua vernácula.

Desta forma o estudante terá condições de significar os conceitos da Matemática, entendendo as suas regras determinadas, onde todo conjunto simbólico é importante, e não somente um símbolo isolado independentemente do contexto. Tais símbolos têm significados dentro da Matemática e outros significados que são atribuídos pelo sujeito (SILVEIRA, 2008).

Um exemplo dessa diferença de significados é apresentado por Lozano e Cárdenas (2002), quando discutiram problemas de estudantes de graduação em relação à interpretação da simbologia da Matemática utilizada pela Física, dando como exemplo, a relação entre grandezas e conceitos, relacionadas ao sinal de igual (=). Eles destacam vários exemplos, relacionados ao uso desse sinal, dentre os quais a equação: $F=m \cdot a$, “...sabendo que $F=m \cdot a$, então $m=F/a$. Em um enunciado que o corpo se move em velocidade constante, então, $a=0$, sabemos que $m=F/0$. Isto significa que a massa é indeterminada” (LOZANO; CÁRDENAS, 2002, p.593).

Os exemplos acima mostram que a linguagem Matemática tem diversos usos, e em diferentes contextos, por exemplo, para a Matemática a noção de número é diferente da noção de número na Física, uma vez que este vem acompanhado de unidades (metro, segundos, etc.); frações na Física significam relações; entes geométricos podem ser utilizados para representação simbólica de sistemas físicos; a derivada tem o sentido de taxa de variação na Física. Estes diferentes conceitos matemáticos aplicados a diferentes contextos físicos são o que fazem a Matemática ter um papel fundamental para a Física, ao mesmo tempo em que apresentam ali uma significação própria.

Temos, portanto, interesse em compreender como os diferentes contextos de uso da linguagem permitem significações dos fenômenos físicos durante as aulas de física. Para isso, consideramos a linguagem utilizada na sala de aula diferente da utilizada no cotidiano, pois nesta situação específica da atividade de ensino está presente além da linguagem verbal e não verbal, também a linguagem matemática (que é específica das aulas de matemática), e passa também por uma linguagem físico-matemática, que é a fórmula (a fórmula tem os dois componentes, não é só física nem só matemática). Neste sentido, a noção de jogos de linguagem torna-se importante, na medida em que relaciona significação e contexto de uso dos sistemas simbólico-textuais.

Para tentar compreender os jogos de linguagem nos apoiamos na filosofia de linguagem do segundo Wittgenstein, proposta no seu livro *Investigações Filosóficas*, onde aborda os seguintes conceitos e ou noções uso, significação, jogos de linguagem, semelhanças de família, formas de vida, regras, e, gramática. Destacamos o conceito de uso como fundamental para entender essa concepção de linguagem proposta pelo autor, tomando-o como base para compreensão dos demais conceitos.

Neste sentido, conforme destaca Condé (2004), o conceito de “uso” está diretamente relacionado com o conceito de significação. O conceito de uso,

[...] no *Tractatus*, era entendido como a denotação de um objeto, nas *Investigações*, Wittgenstein explica [...] através do uso que fazemos de palavras e expressões, isto é, nas *Investigações*, a significação é

determinada pelo uso que fazemos das palavras na nossa linguagem ordinária. [...] A significação de uma palavra é dada a partir do uso que dela fazemos em diferentes situações e contextos. Significações linguísticas constituem fenômeno social, esse ponto é crucial para que a concepção semântica seja substituída pela concepção predominantemente pragmática. E é neste sentido que, [...] a significação [...] é determinada pelo uso. (CONDÉ, 2004, p.47)

Assim, evidenciamos o conceito de uso destacando alguns exemplos de diferentes maneiras que podemos utilizar a linguagem: 1) aponto para um objeto e digo “garrafa”, certamente um ouvinte que não sabe o que é o objeto, irá a partir deste momento identificar que aquele objeto apontado é uma garrafa - faço uso da linguagem verbal para nomear e ou identificar objetos; 2) um pedreiro e seu ajudante estão em uma obra, utilizando pedras de construção. Existem tijolos, colunas, lajes e vigas, o ajudante deve passar as pedras na sequência que o pedreiro precisa delas. Para tal, ambos se utilizam de uma linguagem formada das palavras “tijolo”, “coluna”, “laje”, “viga”. O pedreiro grita as palavras e o ajudante traz a pedra que aprendeu a trazer ao ouvir o grito - fazem uso da linguagem verbal para dar ordens ou fazer pedidos; 3) um professor fala e depois escreve na lousa a equação: “ $F=m \cdot a$ ”, e diz aos seus alunos que esta é uma função linear – faz uso da linguagem verbal e escrita para definir entes matemáticos.

Essas diferentes maneiras de se utilizar a linguagem são denominadas por Wittgenstein como “jogos de linguagem”. O autor considera jogos de linguagem “também a totalidade formada pela linguagem e pelas atividades com as quais ela vem entrelaçada” (WITTGENSTEIN, 2013, IF 7, p.19), considerando para isso o contexto em que os jogos são utilizados.

Para explicitar esta ideia de jogos de linguagem, Wittgenstein faz uma analogia entre a noção de linguagem e a noção de jogo. Existem diversos tipos de jogos: jogos de tabuleiro, jogos de cartas, competições esportivas, e outros, mas não há uma essência dos jogos. Um jogo de cartas apresenta semelhanças com os jogos de tabuleiros, mas também muitas diferenças; se compararmos esses últimos com os jogos de bola, surgirão outras semelhanças ao mesmo tempo em que outras desaparecerão (WITTGENSTEIN, 2013).

Wittgenstein, em oposição à ideia da essência dos jogos, afirma que o que há é uma sobreposição de traços, ao que ele chama de “semelhanças de família”. Numa família, algumas pessoas partilham de mesmos traços característicos, como: a mesma cor do cabelo, mesma estatura, o tom de voz, etc., mas não existe uma mesma característica que esteja presente em todos os membros da família. Da mesma maneira ocorre com o conceito de “jogo”. Chamamos práticas muito diferentes de “jogo” não porque haja uma definição exata que esteja implícita em todas as aplicações do termo, mas porque essas diversas práticas manifestam semelhanças de família. Conforme o autor, não é possível

[...] caracterizar melhor essas semelhanças do que por meio das palavras “semelhanças familiares”; pois assim se sobrepõem e se entrecruzam as várias semelhanças que existem entre os membros de uma família: estatura,

traços fisionômicos, cor dos olhos, andar, temperamento etc. etc. – E eu direi: os “jogos” formam uma família. (WITTGENSTEIN, 2013, IF 67, p.52)

Nas Investigações, o autor traz um exemplo esclarecedor acerca das diferentes funções das palavras e dos jogos de linguagem, e das semelhanças de família:

Pense nas ferramentas dentro de uma caixa de ferramentas: encontram-se aí um martelo, um alicate, uma serra, uma chave de fenda, um metro, uma lata de cola, cola, pregos e parafusos. Assim como são diferentes as funções desses objetos, são diferentes as funções das palavras. (E há semelhanças aqui e ali). (WITTGENSTEIN, 2013, IF 11, p. 20)

De acordo com Wittgenstein, podemos identificar muitos e diferentes jogos de linguagem, que são utilizados com finalidades diversas, como, por exemplo: o emprego da linguagem para dar ordens, para pedir desculpas, para conversar com amigos, outras vezes para fazer piadas, etc. (WITTGENSTEIN, 2013).

Assim, supor a existência de uma essência dos jogos de linguagem seria um equívoco, provocado pelo fato de se tomar “um” jogo de linguagem particular como modelo para todos os demais.

Os jogos de linguagem, o uso, as significações e as semelhanças de família podem ser percebidas dentro de um contexto mais amplo que Wittgenstein chama de “formas de vida”. Conforme Condé (2004),

[..] o uso dentro de um contexto é necessariamente regido por regras, ainda que, como uma prática social, ele também, sob outros aspectos, institui tais regras. [...]. Em síntese, as significações surgem do uso das palavras, mediadas por regras, a partir das nossas práticas sociais, dos nossos hábitos, na nossa forma de vida. (CONDÉ, 2004, p.52)

Evidenciamos dessa forma que o contexto em que são feitos os usos dentro dos jogos de linguagem é imprescindível para se atribuir a significação, como o exemplo do pedreiro e seu ajudante, citado anteriormente. Destacamos também outro aspecto conceitual da filosofia de Wittgenstein que diz respeito às “regras” que determinam um jogo de linguagem. Conforme ele: “Uma regra está aí como uma placa de orientação” (WITTGENSTEIN, 2013, IF 85, p.61), assim entendemos a regra como um procedimento que deve ser seguido, com a finalidade de organizar os jogos de linguagem, dentro de uma determinada forma de vida, mas não são imutáveis, pois se modificam conforme a forma de vida se altera.

Conforme Condé (2004),

[...] um jogo de linguagem que é plenamente satisfatório em uma determinada situação pode não o ser em outra, pois ao surgirem novos elementos as situações mudam, e os usos que então funcionavam podem não mais ser satisfatórios em uma nova situação. Com efeito, o uso que fazemos da linguagem em diferentes situações e ocorrências é que possibilitará o significado de uma expressão [...]. (CONDÉ, 2004, p. 89)

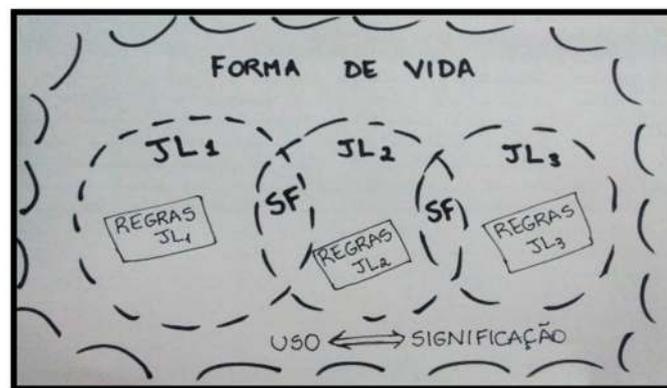
Desta forma consideramos que as regras irão determinar se o uso da palavra está correto ou incorreto no contexto em que está inserida (formas de vida).

Segundo Condé (2004),

[...] é o conjunto dessas regras, que possuem um aspecto dinâmico e estão em contínuo fluxo, que compõem a Gramática. [...] a gramática, mais que a dimensão sintático-semântica, privilegia a pragmática, isto é, as regras que constituem a gramática estão inseridas na prática social. (CONDÉ, 2004, p.89)

Entendemos, neste sentido, a gramática como um produto social, ou seja, as regras que regem os jogos de linguagem são determinadas de acordo com as formas de vida.

Uma tentativa de representação esquemática destacando os principais conceitos da filosofia da Linguagem de Wittgenstein é:



Esquema representativo da filosofia de Wittgenstein

Legenda: JL: Jogo de Linguagem; SF: Semelhanças de Família

Neste esquema utilizamos tracejado (intermitente) para identificar os conceitos “abertos” da filosofia, ou seja, aqueles que permitem facilmente inter-relações com os demais. Nas linhas contínuas, identificamos os conceitos “fechados”, ou seja, que “pertencem” ao conceito que o envolve. Assim, observamos a existência de diferentes jogos de linguagem que se relacionam entre si, situados em uma determinada forma de vida (que não é fechada e que se modifica continuamente). Cada jogo de linguagem possui suas regras próprias. Ao modificarmos as regras, modificamos o jogo de linguagem de que elas fazem parte. Os diferentes jogos de linguagem, se inter-relacionam, ou seja, estabelecem relações, por meio de semelhanças de família – algumas “características” em comum.

Dessa forma, transpondo a ideia desse esquema representativo da Filosofia da Linguagem de Wittgenstein para a sala de aula, ou para uma situação de ensino (no nosso caso, ensino de Física), temos o contexto (tanto a sala de aula/escola, como a comunidade em que os estudantes vivem) como as diferentes formas de vida, com seus jogos de linguagem próprios. Tais jogos de linguagem, próprios de cada forma de vida, estão presentes em uma mesma situação de sala de aula.

Assim, no caso do ensino de Física, temos, por exemplo, os jogos de linguagem da matemática, os jogos de linguagem da física, os jogos de linguagem da língua comum (ordinária), dentre outros, cada um com suas regras próprias, considerando também que possuem algumas semelhanças (semelhanças de família).

Nesse sentido, para que os estudantes possam compreender os diferentes jogos de linguagem, é necessário que compreendam suas regras, ou seja, conheçam as regras e saibam usá-las. Um dos papéis do professor é ensinar as regras dos jogos de linguagem desconhecidos dos estudantes, para que os mesmos possam compreender, ou melhor, significar os conceitos que são estudados, por meio do uso que fazem da linguagem. Isso implica em diferentes práticas em sala de aula, práticas que fazem uso das palavras cujas significações se desejam que os alunos aprendam. Ou seja, a significação só é possível quando o estudante usa e segue a(s) regra(s) de maneira correta dentro do contexto em que está inserido.

Vale lembrar que no contexto do ensino de Física, tratamos da significação de determinadas situações específicas, como, por exemplo, a explicação de fenômenos naturais, o que não envolve apenas palavras, mas uma linguagem físico-matemática com seu jogo de linguagem próprio, que, por sua vez, tem relação com a linguagem matemática e com a linguagem verbal (ordinária, cotidiana) dos estudantes. Para que ocorra tal significação, é necessário que o estudante conheça as regras dos diferentes jogos de linguagem envolvidos, e passe a fazer uso das mesmas, nesse contexto e em outros.

JOGOS DE LINGUAGEM, SEMELHANÇAS DE FAMÍLIA E SIGNIFICAÇÕES FÍSICAS POR MEIO DA LINGUAGEM MATEMÁTICA

Nossa intenção está em compreender os diferentes jogos de linguagem presentes em aulas de física, observando a significação possibilitada pelos usos dessas diferentes linguagens na interação entre professor e estudantes em situação de ensino. Nesse sentido, selecionamos alguns trechos e episódios de um conjunto de aulas de Física, planejados e desenvolvidos por um professor estagiário do curso de Física-Licenciatura da UFSC, com uma turma de 3º ano do Ensino Médio, no turno noturno, em uma escola pública do município de Florianópolis/SC.

A escolha desse material se deve ao fato de conhecer o professor em questão, sabendo que o mesmo buscou trabalhar a linguagem matemática de uma maneira um pouco diferenciada em suas aulas (não voltado apenas à exposição e resolução operativista de exercícios com fórmulas, mas dedicando-se ao uso de diferentes possibilidades metodológicas).

O conjunto de aulas, referentes a uma prática de estágio, foi organizado para ter uma sequência de início, meio e fim, ou seja, introduzir o estudo de determinado conceito físico, desenvolver/aprofundar esse estudo e finalizar/sistematizar de alguma forma os conceitos abordados. Os jogos de linguagem e semelhanças de família identificados aparecem relacionados e dependentes desse sequenciamento.

Nesse conjunto de aulas o professor organizou o trabalho didático em torno de conceitos relacionados ao estudo do campo magnético gerado por corrente elétrica. Iniciou por explicitar algumas relações matemáticas pertinentes as fórmulas relacionadas a essa temática, e incluiu nos procedimentos (recursos) metodológicos, além do quadro e giz, também o uso de vídeos e demonstrações, visando trabalhar com estudantes a compreensão dos conhecimentos físicos ali envolvidos.

O professor iniciou sua sequência de aulas abordando as relações matemáticas de proporcionalidade que são necessárias para compreensão dos conceitos físicos, numa forma matemática, neste caso específico, a relação entre a intensidade dos campos magnéticos gerados por corrente elétrica e a intensidade da respectiva corrente.

Para caracterizar os diferentes jogos de linguagem presentes nas aulas analisadas buscamos identificar alguns usos e algumas de suas regras, que, por sua vez, possuem semelhanças com os outros diferentes jogos presentes em aulas ou mesmo fora delas. Conforme Condé (1998), se referindo à filosofia de Wittgenstein, não há uma linguagem única

[...] mas simplesmente linguagens, isto é, uma variedade imensa de usos, uma pluralidade de funções ou papéis que poderíamos compreender como jogos de linguagem. Entretanto, como também não há uma função única ou privilegiada que possa determinar algum tipo de essência da linguagem, não há também algo que possa ser a essência dos jogos de linguagem. (CONDÉ, 1998, p. 86).

A significação de palavras e, em nosso caso, símbolos matemáticos, está relacionada com os jogos de linguagem em que elas se inserem. Para entender a significação de certa palavra, em certo jogo de linguagem, uma das possibilidades é descrever as características desse jogo, explicitando o papel desempenhado pela palavra ou símbolo matemático em questão.

Neste sentido tentamos apontar os possíveis usos da linguagem nas aulas de física, nos diversos acontecimentos (episódios) que utilizam a linguagem matemática para a significação dos conceitos da área da física. No caso das aulas analisadas o professor, na interação com os estudantes, desenvolveu um trabalho em que estiveram presentes diferentes jogos de linguagem envolvidos na significação do conceito de campo magnético produzido por corrente elétrica.

Considerando o conjunto de aulas analisado, destacamos alguns trechos dos diálogos entre professor e estudantes, evidenciando a intencionalidade do professor em auxiliá-los na significação do conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica, propondo para isso, o estudo de diferentes tópicos relacionados com física e matemática, como proporção, equações de primeiro grau, solenoides, campo magnético entre outros. Foram identificados 4 jogos de linguagem: o jogo de linguagem de perguntas e respostas, caracterizado pelo professor fazer uma pergunta sobre o conceito e o estudante tentar respondê-lo; o jogo de linguagem associativo onde o professor através de analogias e associações com um conhecimento cotidiano do estudante possibilita a significação de um novo termo; e, o jogo

de linguagem “maior...maior, maior...menor” que visa descrever as relações de proporção direta e inversa.

Um desses jogos foi o uso de analogias para estabelecer relações entre os conceitos estudados e situações do cotidiano escolar e dos estudantes (ou que se apresentassem mais “familiares”) estabelecendo assim semelhanças de família ligando a forma de vida escolar com formas de vida exteriores à escola.

Na primeira aula o professor trabalhou com relações de proporção (diretamente proporcional) considerando este conteúdo matemático como base para a compreensão das relações de proporcionalidade que estão presentes nas fórmulas físicas relacionadas ao conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica, como, por exemplo, as fórmulas de campo magnético em um fio reto e em um solenoide estudadas posteriormente na sequência das aulas.

Para isso, o professor escreveu no quadro algumas fórmulas (equações) e solicitou aos estudantes que observassem, questionando quais eles conhecem, qual o significado delas, e qual o significado de cada letra em cada equação. Ao fazer isso o professor abre um diálogo com os estudantes, e coloca a matemática como texto a ser interpretado, o que é de suma importância para a significação de conceitos, já que estes se estruturam em linguagem matemática. E identificamos esse diálogo como sendo um jogo de linguagem.

Com essa atividade e questionamentos o professor espera que os estudantes observem as relações existentes entre as diferentes equações escritas no quadro, lembrando o que cada uma delas representa fisicamente ou que está associada a algum fenômeno natural.

Feita essa discussão o professor começou a trabalhar com os estudantes o conceito matemático de proporção. Essa passagem da física para a matemática ressalta um aspecto da significação da conceituação física que é matemática. Dito de outro modo, essa relação de significação Pietrocola e Karam (2009a) consideram com sendo relativa ao papel estruturante da matemática na física. Para isso o professor utiliza todas as equações apresentadas, como evidenciamos no episódio, a seguir:

P: (...) O que vocês entendem pela palavra **proporção**? Proporção qualquer ideia, o que vier na cabeça com a palavra proporção?

E2: **Quantidade**.

P: Quantidade. O que mais? Proporcional ao tamanho, o que mais?

E1: É o **equivalente**, tipo ele comeu o proporcional, o mesmo peso dele.

P: Ok! O que mais?

E2: **Meu peso é proporcional a minha altura?**

As palavras em negrito “proporção”, “quantidade” e “equivalente” remetem a conceitos matemáticos, os quais os estudantes precisam ter clareza, pois quando transportados para situações físicas, descritas por equações (fórmulas) irão participar da significação física, e da utilização de operações matemáticas para resolver problemas de física, possibilitando um melhor entendimento dos fenômenos representados por essas. Já a frase do Estudante E2 destacada, mostra que ele compreende que para haver uma relação de

proporção é necessário estabelecer uma comparação entre pelo menos duas variáveis (neste caso massa e altura), evidenciando que o estudante usa a linguagem de maneira diferenciada dos demais colegas, e que possivelmente também está atribuindo significado diferente dos demais, ou seja, está compreendendo as regras do jogo de linguagem referente ao significado de proporção como é convencionado. A significação de proporção se dá num jogo que se assemelha a um jogo de apresentação de sinônimos

No episódio a seguir, o professor faz uso de uma situação problema para explicar e/ou retomar o conceito de proporção com os estudantes, como podemos observar:

P: (...) Imagine que exista uma cidade, onde cada pessoa da cidade ganhe um bolo de chocolate no dia do aniversário da cidade. Cada aniversário da cidade cada pessoa recebe um bolo de chocolate, o confeitiro que faz os bolos da festa precisa de farinha para fazer cada bolo deles, quanto mais bolos ele precisar fazer, mais farinha ele vai utilizar. Imagine que cada bolo precise de 5 colheres de farinha, quantas colheres de farinha ele vai precisar para atender cada habitante da cidade.

E1: Não dá para saber.

E2: São quantas pessoas na cidade?

P: Tá aí, a primeira pergunta que a gente pode fazer é, do que depende o número de colheres que ele vai precisar.

E2: Depende de quantas pessoas tiver na cidade (...)

P: Ok! É isso.

P: (...) quanto mais pessoas morarem na cidade, mais bolos ele vai precisar fazer, logo mais colheres de farinha ele vai precisar utilizar, **nós falamos que o número de colheres que o confeitiro precisa aumenta com a mesma proporção que o número de pessoas, quanto mais pessoas tiver, mais colheres de farinhas ele vai precisar, se houver uma pessoa morando na cidade, quantas colheres de farinha ele vai precisar?**

E1: 5

P: **Se houver duas pessoas morando na cidade?**

E1: 10 (...)

O trecho destacado da fala do professor e da resposta do estudante mostra que o conceito de proporção foi compreendido por ele uma vez que conseguiu relacionar a quantidade de colheres de farinha para confecção dos bolos com o número de habitantes da cidade. Este exercício que professor e estudante fazem juntos de resolver a situação problema pode ser considerado um jogo de linguagem caracterizado por um diálogo em que um faz uma pergunta e o outro responde, seguindo regras pré-determinadas, que neste caso estão relacionadas ao conceito de proporção.

Em uma aula de matemática o professor tem a intenção de definir conceitos matemáticos, enquanto na aula de física o professor tem objetivo de utilizar os conceitos matemáticos para significar os conceitos físicos. Assim, um professor de matemática poderia propor uma situação hipotética, utilizando uma comparação entre razões, conforme o exemplo a seguir:

Juquinha e Pedro passeiam com seus cachorros. Juquinha pesa 120kg, e seu cão, 40kg. Pedro, por sua vez, pesa 48kg, e seu cão, 16kg.

Observe a razão entre o peso dos dois rapazes: $\frac{120}{40} = \frac{5}{2}$, agora observamos, a razão entre o peso dos cachorros: $\frac{48}{16} = \frac{5}{2}$.

Verificamos que as duas razões são iguais. Nesse caso, podemos afirmar que a igualdade $\frac{120}{40} = \frac{48}{16}$ são uma proporção. Assim, **Proporção** é uma igualdade entre duas razões.

Outra possibilidade seria apresentar a definição de proporção que consta no dicionário Aurélio:

1. Harmonia que deve existir entre as diversas partes de um todo, e entre cada parte e o todo.
2. Dimensão; tamanho; volume; extensão.
3. Equivalência.
4. Relação de quantidades entre si.
5. Igualdade entre duas razões: proporção aritmética, ou por diferença, igualdade entre duas razões aritméticas; e proporção geométrica, ou por quociente, igualdade entre duas razões geométricas.
6. Importância, gravidade.
7. À proporção de: em proporção de, em proporção com, segundo, conforme, relativamente, em relação com, em harmonia com.
8. À proporção que: ao passo que, à medida que.
9. Proporção contínua: série de razões iguais em que o conseqüente de cada uma é igual ao antecedente da seguinte.
10. Regra de proporção: regra de três.

Note que a situação problema proposta pelo professor da aula analisada e os exemplos apresentados acima são diferentes, implicando em diferentes modos de significar. O objetivo de um professor de matemática, supondo os exemplos anteriores, seria ensinar o conceito de proporção. O professor de uma aula de física, por sua vez, espera que o estudante utilize este conceito para fazer relações com as diversas situações físicas propostas em sua aula. Situações onde as variáveis têm certo significado. Percebe-se assim, o uso de semelhanças de família entre os diferentes jogos de linguagem (matemático e físico), efetuados pelo professor de física ao estabelecer relações entre os conceitos matemáticos e os conceitos físicos ou sua aplicabilidade na compreensão dos conceitos físicos.

Entendemos que há três situações diferentes que se inter-relacionam por suas semelhanças de família. Na matemática, trabalhando as definições, espera-se por um resultado genérico, que se defina por si só, sem relação com o mundo externo, e com aplicação de certa maneira, generalizante, para diferentes situações. Na Física, essa definição matemática, é o que dá um sentido estruturante aos conceitos na forma de relação entre variáveis reais, pelo modo como os coloca em relação, ou seja, pode-se dizer que a matemática se constitui em uma das linguagens da física, servindo como base para a compreensão dos conceitos físicos.

O que o professor de física faz é trabalhar uma situação intermediária, explicitando as relações (semelhanças de família) entre o jogo matemático e o jogo físico, relacionando também com situações/elementos do mundo cotidiano. A situação que o professor trabalha com os alunos não é uma situação da física, mas semelhante em termos de processo de significação envolvido, ou seja, em termos de jogos de linguagem.

Uma das principais dificuldades dos estudantes na significação dos conceitos físicos está em fazer (ou compreender) esta relação entre os diferentes jogos, suas regras e suas semelhanças.

Cabe destacar que nesta aula o professor dedica-se a explicitar as regras que orientam a compreensão do conceito de proporção, matematicamente como sendo uma relação de dependência entre diferentes grandezas, e, além disso, estabelece relações com a aplicação no cotidiano através de um exemplo (confeção de bolos). Assim, além de explicitar as regras, também explica a forma de uso das mesmas. Dessa forma, insere os estudantes num mesmo jogo de linguagem, caracterizado pelas regras matemáticas relacionadas ao conceito de proporção.

No episódio, que segue presente na aula 3, o professor utiliza as relações de proporcionalidade relacionando-as com o conceito de campo magnético em um fio percorrido por corrente elétrica, onde mostra para os estudantes que para a modelização de uma equação que descreva o campo magnético os conceitos de inversamente proporcional e diretamente proporcional são utilizados simultaneamente.

P: (...) As coisas que influenciam o campo magnético criado por um fio. A primeira que a gente viu foi a distância. (...) **Quanto maior a distância é menor o campo ou quanto maior a distância, maior é o campo?**
E4: Quanto maior, menor.
P: **Quanto maior a distância, menor é o campo. A distância, ela tem uma relação de proporcionalidade, aumenta um, aumenta o outro, ou de inversamente proporcional, aumenta um, diminui o outro?**
E4: Inversamente.
P: Inversamente. Então a distância, ela é uma coisa que está aparecendo na equação embaixo aqui de uma fração (...). **O que mais que influencia no campo criado pelo fio?**
E4: **A intensidade.**
P: A intensidade do quê?
E4: **Do campo.**
P: **Da corrente.**

Na aula 3 o uso da linguagem verbal, mas com significados matemáticos e físicos, foi bem específico, com a utilização de termos e definições de conceitos físicos, e com a utilização do conceito de proporção na forma de um jogo “quanto maior... maior”, ou “quanto maior... menor”. Tal jogo já estava sendo desenvolvido pelo professor desde aulas anteriores, mas agora além das relações puramente matemáticas, está associado à construção da significação física da relação campo magnético/corrente elétrica. Assim, trata-se de um

novo jogo, mas que possui uma semelhança de família com jogos anteriormente desenvolvidos.

Cabe destacar que esta aula serviu para introduzir os estudantes em um outro jogo de linguagem, envolvendo conceitos e terminologias específicos da Física, tais como campo magnético, elétrons e interação entre forças, além de estabelecer relações entre esses termos (ou conceitos) e a definição de proporção estudada anteriormente, que é utilizada para a modelização da equação física que descreve um campo magnético, ou seja, sua significação associada ao uso de determinados jogos de linguagem.

Assim na aula 4 o professor retoma o conceito de campo magnético visto na aula anterior, e começa a trabalhar a significação da relação campo magnético/corrente elétrica com base na equação física como pode ser observado no episódio, que segue:

P: (...) **se eu aumentar** a intensidade da corrente elétrica, se eu fizer passar mais partículas carregadas mais rapidamente pelo fio, **maior vai ser** o campo magnético criado. Nós escrevemos isso da seguinte forma, **o campo magnético é igual: $B = \frac{i \cdot \mu}{2\pi R}$** , **botamos a corrente na parte de cima da nossa fração.** Nós vimos que **o campo magnético também depende do meio.** O meio vai estar representado por um índice chamado "permeabilidade magnética", (...) essa permeabilidade, ela representa o quanto que o meio, ele é permeável, ele facilita a existência do campo magnético, quanto maior a permeabilidade, maior vai ser o campo magnético criado. Nós escrevemos a permeabilidade com uma letra grega chamada " μ " (...). E nós vimos que existe **uma relação de inversamente proporcional com a distância até o fio.** (...) A gente fala que **quanto maior a distância, menor o campo.** Logo a distância não vai aparecer na parte de cima da equação, quando aumenta, aumenta o campo, ela vai aparecer na parte de baixo. (...)

P: E a gente vai descrever a **distância pela letra "R". O i para nós é a corrente elétrica, o μ é a permeabilidade magnética e o R é distância.** Essa equação aqui, ela está nos dizendo que **o campo magnético é maior quanto maior é a corrente, quanto maior é a permeabilidade magnética e quanto menor é esse R,** porque quanto maior for a corrente, a permeabilidade, maior vai ser esse valor de cima, e quanto maior for o R, menor vai ser o valor total.

Podemos notar que o jogo de linguagem "maior... maior, maior...menor" tem um destaque no episódio, pois é usado para atribuir sentido à fórmula do campo magnético percorrido por corrente elétrica. Assim os trechos em negrito destacam que o professor está utilizando os conceitos de proporcionalidade abordados anteriormente, para apresentar a equação do campo magnético para os estudantes ao mesmo tempo em que relaciona cada símbolo com o conceito físico que ele representa. O professor escolheu relembrar aos estudantes este conteúdo de matemática antes de tratar de uma situação física, considerando que este estabelecimento posterior de relações entre o conceito matemático de proporção e sua aplicação na composição da equação que relaciona diferentes grandezas em uma fórmula física, poderia ser facilitado. De fato, percebemos que essa retomada constitui um trabalho com semelhanças de família existentes entre estes jogos de linguagem.

Podemos dizer que com a ideia de proporcionalidade evidenciada da forma como o professor fez, possibilitou aos estudantes perceberem, e significarem, que o campo magnético varia em função da distância, da permeabilidade magnética do meio, e da corrente elétrica que percorre o fio condutor, além de associarem cada letra dessa equação a um desses três conceitos físicos, tendo como base para isso, as relações matemáticas de proporção.

Assim, é possível compreender que a intensidade do campo magnético varia de maneira direta na mesma proporção em que a intensidade da corrente elétrica e da permeabilidade do meio em que o fio estiver inserido, ou seja, se a corrente elétrica e/ou a permeabilidade do meio aumentarem, a intensidade do campo magnético também aumentará. Com relação à distância do ponto em que se está medindo o campo magnético ao fio percorrido por corrente elétrica, entende-se que a variação do campo magnético acontece de maneira inversamente proporcional, ou seja, quanto mais distante do fio, menor será o campo magnético naquele ponto escolhido.

Neste episódio observamos que o professor está dando continuidade ao jogo de linguagem que faz uso das relações matemáticas de proporção já iniciado nas aulas anteriores, ou seja, continua explorando as regras das relações proporcionais com o jogo “quanto maior... maior”, “quanto menor... menor”, “quanto maior... menor”. No entanto, nas primeiras aulas este jogo aparecia como explicação da regra da proporção, evidenciando a linguagem e as relações matemáticas, e agora esta mesma regra é utilizada pelo professor nas relações entre as variáveis da situação física. Observa-se dessa forma que o professor faz uso das semelhanças de família entre estas diferentes situações para estabelecer relações entre o jogo utilizado nas primeiras aulas, prioritariamente matemático, e o jogo utilizado agora, prioritariamente físico.

Continuando, a aula 4 o professor ressalta a importância de como deve-se ler uma equação física, o que cada símbolo da equação significa, e o que cada variável representa fisicamente. Quando o professor tem esse tipo de atitude dizemos que está inserindo o estudante em outro jogo de linguagem, que, nesse caso, tem como objetivo mostrar como fazer uso das regras de leitura de equações e quais os significados das letras (variáveis). Assim, a equação é entendida como um objeto a ser descrito ou compreendido para além do seu caráter operacional, como podemos observar no episódio a seguir:

P: (...) A leitura que a gente faz dessa equação é: o campo magnético depende de 3 coisas - da corrente elétrica, do meio e da distância até o fio. É assim que a gente lê essa equação. Eu posso ler também como: $B = \frac{i \cdot \mu}{2\pi R}$, mas eu posso ler que o campo magnético depende de 3 coisas. **São maneiras diferentes de a gente ver a mesma coisa.** Eu posso fazer a leitura como se fosse só ler as letras, ou posso já ir interpretando o que isso está me dizendo. (...), **o que significa cada símbolo daquela equação? O que significa o B?**

No episódio acima notamos a preocupação do professor em situar o contexto onde os símbolos matemáticos das equações são empregados e lidos, a fim de possibilitar que os

estudantes entendam os diferentes significados de acordo com o modo como são utilizados. Mostra a eles como se deve ler as equações Matemáticas para que possam compreender a situação física, explicitando dessa forma, algumas das regras desse jogo de linguagem, ou seja, deixa claro que para calcular a intensidade do campo magnético gerado em um fio reto percorrido por corrente elétrica, é necessário saber a intensidade da corrente elétrica, o meio em que o fio está inserido e a distância entre o fio e o ponto onde se quer identificar o campo.

Dessa forma, o estudante precisa perceber que a fórmula não é só composta por letras, números e/ou símbolos, mas, além disso, que cada um desses símbolos representa uma grandeza que a ele está associada, e que a relação entre estas diferentes grandezas, possibilita a identificação do módulo do campo magnético em um determinado ponto escolhido.

Para Wittgenstein (2013), o significado só pode ser atribuído através do uso que se faz dentro de um determinado jogo de linguagem, podemos dizer que até este momento do conjunto de aulas o professor fez uso de alguns jogos de linguagem tais como: o jogo de linguagem onde a analogia é predominante, um jogo de perguntas e respostas, um jogo das relações de proporção - “quanto maior... maior”, um jogo de linguagem gestual que é a maneira que o professor se movimenta e gesticula em sala entre outros jogos que estão interligados entre estes citados, porém os estudantes “jogaram” pouco. Dessa forma uma maneira que permite aos estudantes “jogarem” mais efetivamente com o professor é no momento de uma resolução de exercício em conjunto com o mesmo, como segue no episódio:

P: (...) determine o valor do campo magnético B situado no ponto P. Adote $\mu=4\pi 10^{-7}T.m/A$ para a permeabilidade magnética. Então nós temos aqui o nosso desenho. (...)

(...)

P: (...) Quais eram as três coisas que dependia o campo magnético?

E1: Distância, corrente elétrica e permeabilidade magnética.

P: Da distância, da corrente elétrica e da permeabilidade magnética. A gente viu que o campo magnético pode ser escrito como a corrente elétrica vezes a permeabilidade (...) **quer dizer que ele aumenta quando esses dois aumentam**, dividido pela distância. Mas existe um fator de proporcionalidade, uma constante que é o nosso 2π , essa era a nossa equação. Ok. Essa é a equação, então, que relaciona o campo criado com suas variáveis. Vamos agora determinar qual é o valor de cada uma das variáveis para essa situação que a gente está analisando? Qual é o valor da corrente elétrica?

E1: 20. (...)

P: Ok. Eu vou escrever, então, que a corrente elétrica i é igual a 20 amperes dessa forma. Isso fica claro? Tudo bem eu escrever $i = 20$? Ok. Quanto é que vale a permeabilidade magnética do meio? (...) $4\pi \times 10^{-7}T.m/A$. (...)

Essa unidade aqui, ela está relacionada com três coisas. Com o campo magnético, com a distância em metros e com a corrente em amperes. **E qual é o valor da distância do ponto P até o fio?**

E5: 0,05.

P: Em centímetros, quanto vale? 5 centímetros. (...)

P: Como “Estudante 5” já estava falando, ele não queria usar o R igual a 5, ele queria usar o R igual 0,05, por quê?

E3: Porque está em metros na fórmula.

P: Por que que está em metros?

E3: Porque senão não dá certo, né?

O episódio acima, apesar de um pouco extenso, ilustra a maneira como os estudantes estão “jogando” o jogo de linguagem de perguntas e respostas e aparentemente conseguiram atribuir significados às variáveis da fórmula do campo magnético quando respondem prontamente o valor de cada uma delas.

A aula 4 foi marcada por episódios que possibilitaram ao professor evidenciar como a equação do campo magnético gerado por corrente elétrica é composta, quais as suas dependências e variâncias, além de mostrar aos estudantes as possibilidades de fazer a leitura desta equação compreendendo o significado e as representações de cada variável. Além disso, retomou as relações matemáticas de proporcionalidade, agora relacionadas a uma situação física – o cálculo do campo magnético gerado em um fio percorrido por corrente elétrica, em um determinado ponto distante do fio.

CONCLUSÕES

Tentamos mostrar através de alguns episódios selecionados, como e que jogos de linguagem possibilitam a significação de conceitos físicos e matemáticos. Este conjunto de episódios significativos acaba por sua vez, constituindo um quadro geral das diferentes formas e possibilidades dos usos da linguagem nas aulas de física no ensino médio analisadas.

Mobilizamos para isso os elementos da filosofia de linguagem do segundo Wittgenstein, como as noções de jogos de linguagem, regras, semelhanças de família e formas de vida, para compreender o funcionamento da linguagem em sala de aula, evidenciados nos episódios selecionados, dando visibilidade às relações entre significação e uso da linguagem na forma de jogos. Assim apontaremos alguns aspectos que a nosso ver contribuem para a constituição de um jogo de linguagem mais amplo associado a uma forma de vida que poderíamos chamar de uma *forma de vida da sala de aula de Física*.

Na sequência de aulas analisada esta forma de vida é formada pelo uso de diferentes jogos de linguagem que se caracterizam por apresentarem semelhanças com os jogos “jogados” nas aulas, sejam esses jogos pertencentes ao cotidiano do estudante ou do espaço escolar. Os jogos do espaço escolar se utilizam de termos e/ou conceitos próprios se comparados aos do cotidiano do estudante, mas ambos fazem uso de jogos de linguagem gestual, como uma maneira de elucidar e significar melhor as expressões tanto faladas como escritas, embora a maneira de escrita da Física seja muito peculiar, uma vez que esta se utiliza tanto da linguagem verbal como da linguagem matemática para ser descrita (enquanto a linguagem do cotidiano muitas vezes não contempla a linguagem matemática formal).

De uma maneira geral podemos dizer que o conjunto das aulas apresentou diferentes jogos de linguagem tais como os jogos de analogia, “maior... maior, maior... menor”, perguntas e respostas, onde o professor insere os estudantes nestes jogos que contêm a base

para a significação do conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica por possuírem semelhanças de família entre si, tais como o uso das palavras, termos, a maneira de ser ministrada e os exemplos utilizados relacionados ao cotidiano dos estudantes. Possibilitando assim que através de jogos já conhecidos e “jogados” pelos estudantes, para que através de semelhanças de família, eles possam significar e construir o conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica. Estas aulas foram marcadas por jogos onde ler, escrever e associar os elementos de uma equação aos fenômenos físicos estiveram em primeiro plano no discurso pedagógico.

Podemos dizer que o estudante que consiga “jogar” estes jogos de maneira adequada estará adquirindo as “habilidades estruturantes” conforme propõem Karam e Pietrocola (2009a), ou seja, o estudante tem condições de pensar/interpretar matematicamente os fenômenos físicos, de ler o mundo por meio da linguagem matemática.

Dessa maneira nas aulas analisadas identificamos a tentativa do professor em explicitar o uso das palavras deixando claro o contexto a que elas se referiam, bem como as regras dos diferentes jogos de linguagem, podendo possibilitar a significação de conceitos matemáticos/físicos pelos estudantes. Mas como se dá essa significação? Conforme Wittgenstein (2013), a significação se dá pelo uso, assim, ao explicitar cada palavra, símbolo e seu significado de acordo com determinado contexto (da matemática, da física e/ou do cotidiano), o professor insere os estudantes nos jogos de linguagem, possibilitando que os mesmos compreendam o conceito que está sendo estudado mais facilmente, do que se não souberem as regras, ou seja, é necessário saber a que o professor está se referindo.

Assim, nos atrevemos a dizer que este conjunto de aulas proposto pelo professor é diferenciado das aulas de Física em que tradicionalmente o foco recai na resolução de exercícios envolvendo manipulação matemática. Nessas aulas o professor trabalhou efetivamente como utilizar a linguagem matemática e a linguagem física de maneira diferenciada, onde o foco principal foi a significação de termos para se construir os elementos necessários para os estudantes compreenderem o campo magnético gerado por corrente elétrica.

Cabe ainda, uma última observação acerca dos jogos de linguagem identificados neste conjunto de aulas analisadas: optamos por apontar os jogos de linguagem que acreditamos serem mais significativos para a construção do conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica, embora fosse possível identificar muitos outros, relacionados ou não à significação deste conceito. Tendo como referência a filosofia da linguagem de Wittgenstein (2013), que não se constitui em uma “teoria” fechada e que define métodos de identificação dos diferentes jogos de linguagem nos diferentes contextos ou formas de vida, evidenciamos apenas alguns dos jogos de linguagem presentes na forma de vida analisada, ou seja, o conjunto de aulas de Física, e que priorizavam a significação de um determinado conceito – campo magnético gerado em um fio (espira ou bobina) percorrido por corrente elétrica.

Nesse sentido, esperamos que nosso esforço em identificar estes jogos de linguagem presentes nas aulas de Física, contribua para que os professores de Física reflitam acerca da maneira como falam, utilizam, “jogam” e inserem seus estudantes em diferentes jogos de

linguagem em suas aulas, visando à significação dos conceitos que se dará pelo uso que deles se fizer nas formas de vida escolar de que participam da construção.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. P. M. de. Linguagens comum e Matemática em funcionamento no Ensino de Física. **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, Valinhos-São Paulo, 1999.

ALMEIDA, M. J. P. M. de. Discursos originais de cientistas na mediação do fazer científico. **II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição**: reflexões para o ensino. Belo Horizonte.2003. Disponível em fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL119.pdf. Acesso em maio de 2015.

ALMEIDA, M. J. P. M. de. **Discursos da ciência e da escola**: ideologia e leituras possíveis. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2004.

ALMEIDA, M. J. P. M. de. O imaginário de estudantes de licenciatura sobre exercícios em aulas de Física. **Nuances**: estudos sobre Educação. Ano XVIII, v. 22, n. 23, p. 58-72, mai./ago. 2012.

ALMEIDA, M. J. P. M. de. A relevância das linguagens Matemática e comum na produção e ensino da Física. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, São Paulo, 2013.

ATAÍDE, A. R. P. de. **O papel da Matemática na compreensão de conceitos e resolução de problemas de termodinâmica**. Tese, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, 2013.

ATAÍDE, A. R. P. de; GRECA, I. M. Estudo exploratório sobre as relações entre conhecimento conceitual, domínio de técnicas Matemáticas e resolução de problemas em estudantes de Licenciatura em Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 12, Nº 1, 209-233, 2013.

CONDÉ, M. L. L. **Wittgenstein Linguagem e Mundo**. São Paulo: Annablume, 1998.

CONDÉ, M. L. L. **As teias da razão**: Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2004.

FEIO, E. S. P.; SILVEIRA, M.R.A. **A conversão da língua natural para a linguagem Matemática à luz da teoria dos registros de representação semiótica**. Anais do sexto Encontro Paraense de Educação Matemática, Belém, 2008. Disponível em <http://www.ppgecm.ufpa.br/index.php/grupos-de-pesquisa/gelim/publicacoes>. Acesso em maio 2015.

HUDSON, H. T.; LIBERMAN, D. The combined effect of mathematics skills and formal operational reasoning on student performance in the general physics course. **American Journal of Physics**, v. 50, n. 12, p. 1117-1119, 1982.

HUDSON, H. T. ; McINTIRE, W. R., Correlation between mathematical skills and success in physics, **American Journal of Physics**, v. 45, n.5, p. 470-471, 1977.

KARAM, R. A. S. M. **Estruturação Matemática do pensamento físico no ensino**: uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas. Tese, Faculdade de Educação, USP, 2012.

KARAM, R. A. S. Matemática como estruturante e Física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre Matemática e Física. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis. Anais ...Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Resolução de problemas e o papel da Matemática como estruturante do pensamento físico. In: **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória. Anais ...Vitória: SBF, 2009.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p.181-205, 2009a.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Discussão das relações entre Matemática e Física no ensino de reatividade: um estudo de caso. Trabalho apresentado no **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, Florianópolis-Brasil, 2009b.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Formalização Matemática X Física moderna no ensino médio: É possível solucionar esse impasse? In: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008, Curitiba. Anais...Curitiba: SBF, 2008.

LOZANO, S. R.; CARDENAS, M. **Some learning problems concerning the use of symbolic language in physics**. *Science&Education*, v.11, p. 589-599, 2002.

MANNRICH, J. P. **Linguagem matemática, física e ensino**: Como licenciandos discutem essa relação. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), PPGECT, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, UFSC, 2014.

MACHADO, N. J. **Matemática e Língua Materna: Análise de uma impregnação mútua** São Paulo: 6ª. Edição Cortez Editora, 2011.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.

PIETROCOLA, M. Mathematics as structural language of physical thought. In: VICENTINI, M.; SASSI, E. (Ed.) **Connecting Research in Physics Education with Teacher Education**. New Delhi: Angus & Grapher Publishers, v. 2, p. 35-48, 2010.

SILVEIRA, M.R.A. Wittgenstein e a Matemática. In: **III Congresso Brasileiro de Etnomatemática**, Niterói, 2008. Anais. Disponível em <http://www.ppgecm.ufpa.br/index.php/grupos-de-pesquisa/gelim/publicacoes>. Acesso em maio 2015.

WITTGENSTEIN, L. **Investigações Filosóficas**. 8ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes; Bragança Paulista, SP: Editora Universitária São Francisco, 2013.

Natan Savietto

SED - Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina

natsavi@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9708-5682>

Henrique César da Silva

Centro de Ciências da Educação e PPGECT - Programa de Pós-

Graduação em Educação Científica e Tecnológica/UFSC

henrique.c.silva@ufsc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2129-1460>