ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA COMO FACILITADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

SILVA, Éric Novais[1]

RU: 2178517

PADILHA, Eliandro José[2]

RESUMO

O século XVII trouxe o advento da ciência moderna e com ela o processo de matematizar a natureza, que teve como um dos pais dessa corrente o matemático, alquimista, astrônomo e estudioso da religião Isaac Newton, que ficou amplamente conhecido pelo seu sistema de explicação do mundo. Com o advento da álgebra e do cálculo, os estudos das ciências mudaram drasticamente, deixando de ter um embasamento puramente epistemológico passando para leis e fórmulas. Com isso, a Física ficou parcialmente condicionada aos avanços e conceitos matemáticos, acarretando, de certa forma, grandes dificuldades no processo de ensino desta ciência pois a desvincula da realidade, colocando-a como condicionante da aplicação de expressões e fórmulas, muitas vezes não compreendida pelo estudante da educação básica. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo discutir o processo da matematização da Física e as implicações no processo de ensino e aprendizagem no Ensino Médio, apresentando uma alternativa ao ensino tradicional pautada na História e Filosofia da Ciência. De cunho qualitativo e indutivo, a pesquisa está de acordo com o método monográfico com caráter descritivo. Apresenta autores que discutem o processo de matematização e como esse processo, atrelado ao ensino tradicional da disciplina Física, está fadada ao insucesso, apresentando algumas possíveis causas.

Palavras-chaves: Matematização. Ensino de Física. Metodologia histórico-filosófica.

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem vem sendo analisado e discutido há muito tempo, mas, apesar disso, ainda está longe de ser um tema esgotado, pois a sua natureza é dinâmica e, como tal, muda conforme também mudam o indivíduo e a sociedade à sua volta.

Nesse contexto, a tarefa do professor já não é a mesma de algumas décadas, pois, além das mudanças naturais da evolução da profissão em si, há também uma

[1] Aluno do Centro Universitário Internacional UNINTER. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Matemática 2018/01.
[2] Professor Orientador no Centro Universitário Internacional UNINTER.

mudança muito evidente da expectativa que a sociedade tem com relação à atuação da escola e com o aluno, uma vez que o aluno é “preparado” para fazer parte de uma sociedade cada vez mais tecnológica e interconectada.

Comumente os professores de Física da educação básica ao Ensino Superior utilizam a matemática de uma forma muito intensa e sabem que, muitas vezes, o fracasso escolar está associado às deficiências enfrentadas no processo de aprendizagem da matemática. Mesmo que esses profissionais utilizem freneticamente a matemática, não conseguem definir de forma eficiente o processo de matematização.

A linguagem matemática é atualmente a linguagem da ciência, sendo que os documentos norteadores da educação tratam sobre a importância dessa disciplina no avanço da ciência e para tal fim defendem um ensino de forma contextualizada:

> [...] integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação (BRASIL, 2002, p. 111).

Contudo, o ensino tem sido ministrado de forma contrária, completamente descontextualizada do cotidiano dos alunos e tem reduzido as ciências como Física e Química a uma utilização da matemática completamente mecanizada, gerando, assim, a falta de interesse pela maioria dos alunos.

O ensino de Física reduzido às técnicas de operações matemáticas não tem surtido o efeito desejado, sendo que em muitos casos, os alunos acabam por matematizar a Física e não compreendem a essência dos fenômenos. Não se pode ignorar que o ensino de Física precisa ser (res)significado para que a aprendizagem seja significativa para os alunos. Para tal, as mudanças metodológicas são fundamentais.

O maior desafio para a Física escolar é vencer a visão simplista de que o processo de ensino e aprendizagem baseado puramente na matematização está dando certo. Há muitos problemas, e, por isso, acredita-se que a História e Filosofia da Ciência (HFC) possa auxiliar para que esses problemas se amenizem.

Este trabalho de abordagem qualitativa surgiu da dissertação do Mestrado em Matemática, defendida pelo autor, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), intitulada “ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA NA CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE FÍSICA DO IFBAIANO – GUANAMBI” e visa discutir o processo da matematização da Física e as implicações no processo de ensino e aprendizagem no Ensino Médio, apresentando a metodologia baseada na HFC como alternativa ao processo tradicional e mecânico do ensino de Física.

Espera-se que este estudo proporcione maior conhecimento sobre a questão da atuação pedagógica do professor de Física diante das dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos ensinados com um auxílio de uma metodologia que tentará garantir uma aprendizagem significativa.

2. MATEMATIZAÇÃO

Ao pensar em como a Matemática nos rodeia basta olhar o nosso corpo, nossos sentimentos, nossos pensamentos e a descrição que fazemos de tudo que nos interessa na sociedade, na natureza, na tecnologia, no universo. Para que se possa descobrir esse saber que há entre os objetos e a matemática nomeia-se matematização esse processo que permite compreender esse passo dinâmico de traduzir as ações e elementos para uma linguagem matemática.

As ciências naturais gregas que tiveram seu início na *physis* de forma teórica, teve sua matematização da natureza iniciada com Pitágoras (c. 570 – c. 495 a.C.) ao acreditar que o princípio de tudo é o número e com Platão (428/427 – 348/347 a.C.), que acreditava que cada elemento – terra, ar, fogo e água – estavam associados aos sólidos geométricos perfeitos: tetraedro, cubo, octaedro e icosaedro, todos sólidos platônicos.

A evolução da física de Aristóteles a Newton surgiu da necessidade de ajustar os fenômenos naturais em modelos matemáticos. Essa evolução muda desde a forma como se enxergava o cosmo, saindo do modelo de Claudio Ptolomeu (90-168) para o modelo de Nicolau Copérnico (1473 – 1543), que demandou uma matemática mais consolidada que pudesse explicar os fenômenos que o mesmo descobria. A mecânica celeste de Newton conseguiu explicar esse sistema heliocênrico do modelo copernicano dispondo de uma matemática mais sofistica, o cálculo diferencial.

O processo de matematização da física não é uma construção recente, por mais que nos últimos séculos tenha alcançado mais feitos devido ao avanço destas ciências. Pietrocola (2002, p. 93) diz que o processo de matematização consiste em uma “tradução matemática”, onde o cientista seria o tradutor pela sua capacidade de transitar entre os dois "idiomas: da natureza e da Matemática”.

> A evolução nas relações entre Física e Matemática não termina com Galileu e, muito pelo contrário, este é apenas um dos primeiros episódios da longa história de construção da mesma. Com a formação da "Física-matemática", o papel de tradução passa a se constituir numa mediação propriamente física. Neste contexto, a matematização é concebida como inerente aos conceitos e suporte para a construção dos mesmos (PIETROCOLA, 2002, p. 93)

De acordo com o dicionário Aurélio online, matematização significa “redução à forma matemática”. Para Hans Freudenthal (1905 – 1990), o ensino da matemática deveria estar pautado na estreita relação que esta tem com a realidade, para ele:

> O que os humanos têm que aprender não é a matemática como um sistema fechado, mas sim como uma atividade - o processo de matematizar a realidade e, se possível, até mesmo matematizar a matemática (FREUDENTHAL, 1968, p. 7, *apud* ALMEIDA; SILVA, 2015, p. 209).

Para Treffers e Goffre (1985, p. 100 *apud* MENDES; BATISTA, 2016, p. 761) a matematização é “uma atividade de organização e estruturação por meio da qual se adquire conhecimentos e habilidades para descobrir regularidades, conexões e estruturas ainda desconhecidas”.

Segundo Lucas e Batista (2011, p. 456 *apud* MENDES; BATISTA, 2016, p. 761) a matematização defini-se na “atividade matemática que possibilita a organização e a estruturação dos fenômenos naturais pertencentes à realidade complexa, por meio de uma identificação de regularidades, padrões, relações e, posteriormente, estruturas matemáticas”.

A matematização muitas vezes é confundida com a modelagem matemática (MM):

> Um modelo pode ser formulado em termos familiares, utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais etc. por outro lado, quando se propõe um modelo, ele é proveniente de aproximações nem sempre realizadas para se poder entender melhor um fenômeno, e tais aproximações nem sempre condizem com a realidade. [...]

> Modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo (BIEMBENGUR, 2014, p. 12).

A modelagem contempla três etapas:

1. Interação com o problema
2. Matematização
3. Modelo matemático

Portanto, a matematização é uma parte da modelagem e logo são elementos diferentes. Em MM a matematização é definida como sendo a etapa da formulação e resolução do problema.

Almeida, Silva e Vertuan vão além e dizem que:

> Uma atividade de Modelagem Matemática [...] envolve fases relativas ao conjunto de procedimentos necessários para configuração, estruturação e resolução de uma situação-problema as quais caracterizamos como: interação, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação [...] A situação problema identificada e estruturada na fase de interação, de modo geral, apresenta-se em linguagem natural e não parece diretamente associada a uma linguagem matemática, e assim gera-se necessidade de transformação de uma representação (linguagem natural) para outra linguagem (linguagem matemática). Essa linguagem matemática evidencia o problema matemático a ser resolvido. A busca e elaboração de uma representação matemática são medidas por relações e características da situação e os conceitos, técnicas e procedimentos matemáticos adequados para representar matematicamente essas características. Daí que a segunda fase da Modelagem matemática é caracterizada por "matematização", considerando esses processos de transição de linguagens, de visualização e de uso de símbolos para realizar descrições matemáticas (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 15 – 16).

Dessa forma, fica evidente a importância que a matemática tem no estudo do cotidiano, na busca por padrões e regularidades. A Física possui uma estreita ligação com a matemática, e vice-versa, mas caso um aluno não compreenda alguns conteúdos matemáticos para que possa aplicá-los na física, esse ficará impedido de aprender Física? A educação básica necessita de alunos que compreendam a física-matemática ou que compreenda os fenômenos que estão à sua volta?

3. ENSINO DE ÁLGEBRA E O PROBLEMA NA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA

O desenvolvimento da álgebra de acordo com G. H. F. Nesselmann, citado por Eves (2004, p. 206) é dividido em três etapas:

> Primeiro se tem a *álgebra retórica* em que os argumentos e resolução de um problema são escritos em prosa pura, sem abreviações ou símbolos específicos. A seguir vem a *álgebra sincopada* em que se adotam abreviações para algumas quantidades e operações que se repetem mais freqüentemente [sic]. Finalmente chega-se ao último estágio, o da *álgebra simbólica*, em que as resoluções se expressam numa espécie de taquigrafia matemática formada de símbolos que aparentemente nada têm a ver com os entes que representam. (itálico do autor).

A segunda fase foi marcada pelos trabalhos de Diofanto (325 – 409), de Alexandria, responsável pela inserção dos códigos e o primeiro a utilizar a letra “sigma” na representação da incógnita. As equações algébricas indeterminadas em que deve-se achar soluções inteiras são chamadas de equações diofantinas, embora, segundo Eves (2004, p. 208), ele não tenha sido o primeiro a resolver esse tipo de equação de maneira não geométrica.

A terceira e última fase teve destaque o matemático francês François Viète (1540 – 1603), utilizando vogais para representar incógnitas e consoantes para representar constantes, sempre maiúscula.

> [...] ele simbolizava as potências usando uma mesma letra: se A é incógnita, seu quadrado é chamado de A *quadratum*, seu cubo A *cubum*, e assim por diante. Se chamarmos x de A, a equação $x^2 + b = cx$ (significando área + área = área) seria escrita, na notação de Viète, como A *quadratum* + B *aequatur* C *in* A (*aequatur* quer diz “igual”). Na verdade, esta equação é cesrita adicionando a palavra *plano* depois de B, uma vez que todas as parcelas devem possuir as mesmas dimensões, e teríamos A *quadratum* + B *plano aequatur* C *in* A. De modo análogo um número a ser igualado a um cubo era denominado *solido* (ROQUE; CARVALHO, 2012, p. 223). (itálico do autor).

Durante o século XIX e meados do XX, o ensino de Álgebra fazia parte do ensino de primeiro grau, junto com Aritmética e Geometria, ambos de forma isolada, com programas e livros diferentes. Era dado à Álgebra um tratamento mecânico e mais especial em relação às outras áreas devido ao seu grande potencial em resolver problemas.

Com a chegada do Movimento da Matemática Moderna no Brasil, na década de 60, o tratamento dado à matemática foi mais didatizado e por consequência essa organização acabou por elencar conteúdos e seus pré-requisitos em coleções de livros didáticos.

Atualmente o ensino de Álgebra, segundo Coxford e Shulte (1995, *apud* PIRES; GOMES, 2010, p. 160) está pautado em 4 eixos:

1. Como Aritmética generalizada;
2. Como estudo de procedimentos para resolver certos tipos de problemas;
3. Como estudo de relações entre grandezas;
4. Como estudo das estruturas.

No primeiro eixo, a Generalização da Aritmética é feita ao utilizar variáveis para provar teoremas, como $4 + 3 = 3 + 4$ então $x + y = y + x$. O segundo eixo é muito clássico em livros de 7º ano, quando o aluno começa a estudar expressões algébricas e se depara com questões para transformar uma afirmação em sentença matemática, por exemplo: o quadrado de um numero acrescido de 2 é igual a 20.

“Estudo das relações entre grandezas” fica evidente quando o aluno começa a operar com fórmulas, principalmente em área das figuras planas, ao analisar que a área de um triângulo pode ser calculada como sendo a metade do produto de sua base por sua altura, assim pode-se perceber que há proporcionalidade entre esses entes.

Ao pensar nos “Estudos das Estruturas”, não está se falando de anéis, grupos, corpos, como em Estruturas algébricas, mas sim em manipulações que seguem regras aritméticas, como a fatoração de um polinômio, ou os produtos notáveis, contudo segundo Pires e Gomes (2010, p. 162), “a ênfase exagerada no ensino da Álgebra na concepção de estudo das estruturas trouxe problemas. O “simbolismo extremado” leva o aluno a uma manipulação automática, não permitindo que ele compreenda as ideias essenciais da Álgebra”.

Os PCN (BRASIL, 1997) defendem um ensino de álgebra no Ensino Fundamental (EF) que comece desde os primeiros ciclos:

> Embora nas séries iniciais já se possa desenvolver uma pré-álgebra, é especialmente nas séries finais do ensino fundamental que os trabalhos algébricos serão ampliados; trabalhando com situações-problema, o aluno reconhecerá diferentes funções da álgebra (como modelizar, resolver problemas aritmeticamente insolúveis, demonstrar), representando problemas por meio de equações (identificando parâmetros, variáveis e relações e tomando contato com fórmulas, equações, variáveis e incógnitas) e conhecendo a “sintaxe” (regras para resolução) de uma equação (BRASIL, 1997, p. 39).

O ensino da Álgebra no EF apresenta um grande problema quando os PCN (BRASIL, 1997) dizem que o índice desse eixo nos resultados da SAEB[3] chegam apenas a 40% de acerto em muitas regiões do Brasil. A imagem abaixo faz uma síntese do tratamento algébrico feito no EF.

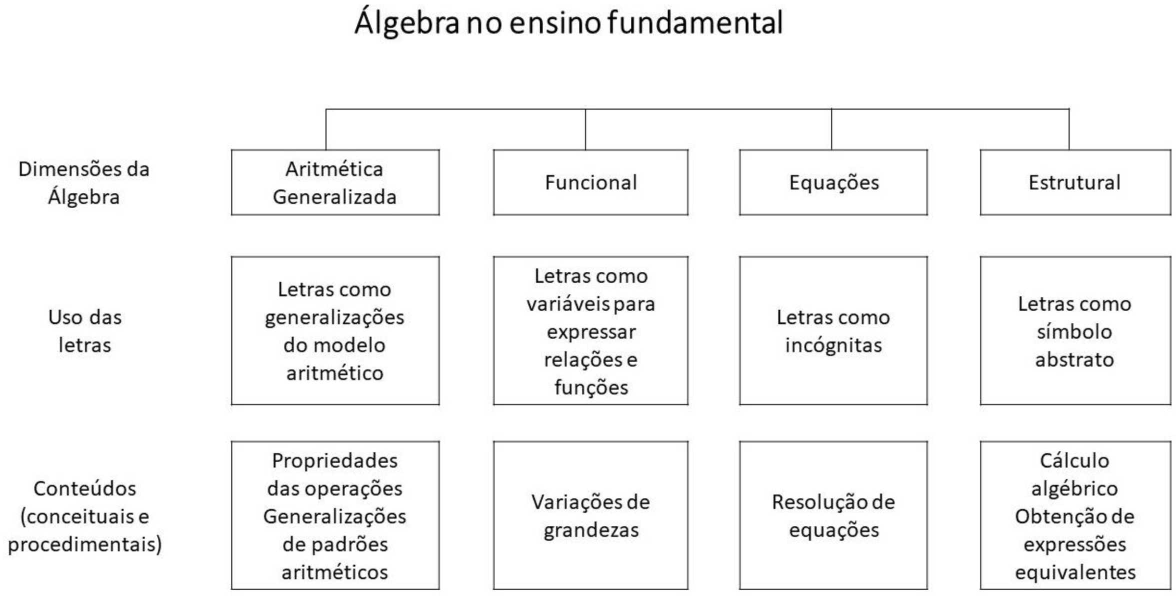

Figura 1: *Síntese das diferentes interpretações da álgebra escolar.*
Fonte: PCN (BRASIL, 1998, p. 116).

O conceito de variável não é muito trabalhado no EF, segundo os PCN (BRASIL, 1998, p. 118), os alunos desse segmento bem como do Ensino Médio (EM) sempre substituem esse conceito pelo de incógnita, ou seja, que a letra sempre está lá para “esconder” o valor de algum número.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) propõe para o EF cinco unidades temáticas para a matemática:

1. Números;
2. Álgebra;
3. Geometria;
4. Grandezas e Medidas;
5. Probabilidade e Estatística.

[3] O Sistema de Avaliação da Educação Básica – Saeb, instituído em 1990, é composto por um conjunto de avaliações externas em larga escala e tem como principal objetivo realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de alguns fatores que possam interferir no desempenho do estudante, fornecendo um indicativo sobre a qualidade do ensino ofertado.

A BNCC diferente dos PCN defende o ensino da Álgebra em todo o EF, não caracterizando nos anos iniciais uma pré-álgebra e traz como finalidade do estudo da álgebra nesse segmento:

> [...] o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos (BRASIL, 2017, p. 268).

Os PCN + sistematizam o ensino de Matemática no EM baseado em três grandes eixos:

1. Álgebra: números e funções
2. Geometria e medidas
3. Análise de dados

> O primeiro tema ou eixo estruturador, Álgebra, na vivência cotidiana se apresenta com enorme importância enquanto linguagem, como na variedade de gráficos presentes diariamente nos noticiários e jornais, e também enquanto instrumento de cálculos de natureza financeira e prática, em geral. No Ensino Médio, esse tema trata de números e variáveis em conjuntos infinitos e quase sempre contínuos, no sentido de serem completos (BRASIL, 2002, p. 120).

A segunda versão preliminar da BNCC[4] (BRASIL, 2016) trazia para a Matemática do EM seis eixos para disciplina:

1. Geometria;
2. Grandezas e Medidas
3. Estatística e Probabilidade
4. Números e Operações
5. Álgebra e Funções.

> [...] a Álgebra no Ensino Médio deve ser entendida como o estabelecimento de relações, ampliando e consolidando as noções de equações e função. Nessa etapa de escolaridade, merece especial destaque o estudo das funções por seu papel como modelo matemático para analisar e interpretar relações de dependência entre variáveis de duas grandezas em fenômenos do mundo natural ou social, incluindo os trabalhados em componentes de

[4] A primeira versão foi publicada em 16 de setembro de 2015 e esteve aberta para consulta pública até 15 de março de 2016. Após as colaborações feitas pela sociedade civil e por instituições de ensino, em 3 de maio de 2016 foi divulgada a segunda versão da BNCC. Após o lançamento da segunda versão houveram seminários de divulgação e colaboração no período de 23 de junho à 10 de agosto de 2016. Em 6 de abril de 2017 foi lançada a versão final da BNCC, contendo o texto base para o EF e faltando a parte pertinente ao EM. Devido as alterações feitas pela Lei nº13.415/2017, a Lei da Reforma o Ensino Médio, a parte da BNCC com as disciplinas do Ensino Médio só foram lançadas em 2018.

> outras áreas de conhecimento como Física, Química e Biologia, por exemplo (BRASIL, 2016, p. 576).

Pelo fato de nessa versão a BNCC se propor a trabalhar com conceito de variáveis e incluir trabalho interdisciplinares com Física, temos desta forma o currículo pedindo para que a matematização ocorra. Contudo os problemas que esse eixo da matemática enfrenta é demasiadamente grande e por consequência, alguns alunos sequer conseguem resolver uma equação do primeiro grau, quiçá entender a equação de Torricelli.

Muitas vezes, a dificuldade do aluno em compreender problemas algébricos está na interpretação da questão, ou seja, muitas vezes está na linguagem escrita.

> Sem o desenvolvimento do domínio da linguagem necessária à apreensão de conceitos abstratos (e, portanto extremamente dependentes da linguagem que os constrói) nos seus diversos níveis, não pode haver o desenvolvimento do pensamento matemático (também em seus diferentes níveis) (MALTA, 2004, p. 44 e 45, apud GIL, 2008, p. 31).

A dificuldade da linguagem formal, bem como o distanciamento dos elementos do cotidiano contribuem para que o aluno na educação básica não compreenda álgebra e por consequência não consiga matematizar a Física.

A versão final da BNCC houve drásticas alterações no que se refere ao currículo da matemática.

> No Ensino Médio, esses diferentes campos da Matemática são integrados de forma ainda mais consistente. Para tanto, são definidos, nessa etapa, um conjunto de pares de ideias fundamentais que produzem articulações entre os vários campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Probabilidade e Estatística, Grandezas e Medidas – e que são importantes para o desenvolvimento do pensamento matemático. Estes são os pares de ideias fundamentais adotados: variação e constância; certeza e incerteza; movimento e posição; relações e inter-relações (BRASIL, 2017, p. 520).

Em relação ao par “variação e constância” os alunos deverão “observar, imaginar, abstrair, discernir e reconhecer características comuns e diferentes ou o que mudou e o que permaneceu invariante, expressar e representar (ou descrever) padrões, generalizando-os” (BRASIL, 2017, p. 520). O MEC ainda salienta que devido ao fato de essas variações de padrões não serem algo exclusivo da Matemática abre-se espaço para a interdisciplinaridade entre áreas diferentes que comungam dessa variação.

Já o par “certeza e incerteza” “normalmente associado, na matemática escolar, ao estudo de fenômenos aleatórios, à obtenção de medidas no mundo físico, a estimativas, análises e inferências estatísticas e a argumentações e demonstrações algébricas ou geométricas” (BRASIL, 2017, p. 520).

O par “movimento e posição”:

> [...] estão presentes na localização de números em retas, de figuras ou configurações no plano cartesiano e no espaço tridimensional; direção e sentido, ângulos, paralelismo e perpendicularidade, transformações geométricas isométricas (que preservam as medidas) e homotéticas (que preservam as formas) e padrões das distribuições de dados. O uso de mapas, GPS e de outros recursos implica a observação e estudo desse par de ideias (BRASIL, 2017, p. 521).

O último par “relações e inter-relações”, é o que mais se enquadra as ideias algébricas já que:

> [..] estão presentes em muitas situações reais nas quais se aplica a Matemática. As relações estão presentes em problemas que envolvem a proporcionalidade entre duas ou mais grandezas, escalas, divisão em partes proporcionais etc. que tratam da interdependência entre grandezas. Dessas relações, evolui-se para a noção de função, uma noção integradora da Matemática. Os movimentos de figuras, como as reflexões em retas, rotações e translações, podem ser expressos por funções, em trabalhos no plano cartesiano, por exemplo (BRASIL, 2017, p. 521).

A versão final da BNCC deixa claro a importância da interdisciplinaridade no EM. Porém a diluição dos eixos aprendidos no EF nos pares propostos para o EM ainda é algo que pesquisas futuras dirão se é uma melhoria ou um retrocesso. A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, enconglobando as disciplinas de Biologia, Química e Física, perderam a sua obrigatoriedade do ensino na proposta da reforma do EM.

A utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) são muito exploradas pelos conteúdos das Ciências da Natureza na BNCC, para que os eixos Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo foram unidos para formar as competências específicas dessa área no EM. Para tal as habilidades a serem desenvolvidas foram listadas em três, como se segue:

> 1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
>
> 2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
>
> 3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando

> procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017, p. 539).

Em todas as habilidades previstas para o ensino de Ciências da Natureza, encontra-se diluídos os conteúdos pertinentes ao ensino da Física Clássica no EM, o ganho dessas habilidades está num ensino pautado na reflexão e investigação, utilizando as TDIC e libertando os alunos do processo demasiado de matematização.

4. O ENFOQUE HISTÓRICO NO ENSINO DE FÍSICA: UMA SAÍDA PARA O ENSINO NÃO PAUTADO NA MATEMATIZAÇÃO

Os problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem da Física no EM geralmente se encontram em dois pontos fundamentais: conceituação e metodologia. Os conceitos são ensinados como se fossem fáceis, como se para o aluno compreender o conteúdo científico fosse tão óbvio quanto a oralidade do professor em explicar as definições (BOSS; FILHO; CALUZI, 2009, p. 202).

O segundo ponto está na escolha da metodologia. Geralmente a mais escolhida devido ao curto tempo que os docentes dispõem é a tradicional, que de certa forma reafirma a dificuldade ao tratar tudo como óbvio e claro e, por consequência, o aluno não consegue compreender o que lhe é ensinado e o ensino fica fadado a se perder na forma propedêutica e a aprendizagem que esperava-se que fosse significativa acaba por ser mecânica (BOSS; FILHO; CALUZI, 2009, p. 202).

Os PCN trazem como a Física tem sido ensinada nas escolas do Brasil.

> O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo (BRASIL, 2000, p. 22).

A introdução da História e Filosofia das Ciências no Ensino de Física (HFC) poderá auxiliar para que se possa cumprir os conteúdos previstos, porém com compreensão dos conceitos envolvidos nesse processo. Segundo Vanucchi (1996, p.19 apud BOSS; FILHO; CALUZI, 2009, p. 203):

> Acreditamos que a utilização da História da Ciência juntamente com a Teoria da Aprendizagem Significativa pode contribuir para melhorar a compreensão do conteúdo específico, superando, desta forma, a aquisição mecânica de "fórmulas", equações e expressões matemáticas que, muitas vezes, os alunos decoram e utilizam sem compreender o seu significado real.

Por meio do estudo histórico, pode-se formar melhor os conceitos analisando o contexto de seu surgimento, indo além assim de aspectos experimentais e matemáticos, tendo uma sensibilidade social junto ao processo cientifico.

Se o aluno não possuir subsunçores na sua estrutura cognitiva para que aconteça a ancoragem da nova informação a aprendizagem significativa não irá acontecer. Então os textos de HFC auxiliarão nesse processo de criar esses "ancoradouros". Se um professor disser para um aluno que a variação de espaço (ΔS) é diretamente proporcional à velocidade em um movimento retilíneo uniforme para o aluno não fará o menor sentido se ele não tiver informações que possam auxiliar nessa compreensão, ou seja, só fará sentido se o aluno compreender o que é variação de espaço, velocidade, tempo, conceitos matemáticos como direta e inversamente proporcionais. Dessa forma, os textos poderão ajudar com os subsunçores necessários para que o processo de aprendizagem significativa ocorra. (BOSS; FILHO; CALUZI, 2009, p. 204).

Esse processo perpassa pelo potencial significativo do conteúdo que é ensinado, sendo assim esse potencial é alcançado de duas formas:

> (i) a natureza do conteúdo a ser ensinado, que deve ser suficientemente não arbitrário e não aleatório, para que possa ocorrer uma relação não arbitrária e não aleatória com informações relevantes localizadas no campo da capacidade intelectual humana; (ii) a própria estrutura cognitiva de cada aluno, uma vez que a aquisição de significados ocorre individualmente (BOSS; FILHO; CALUZI, 2009, p. 204).

Quando o novo conteúdo potencialmente significativo encontra na estrutura cognitiva os subsunçores necessários acontece ai a *assimilação* e por consequência a aprendizagem significativa. Na teoria de Ausubel, ele fala de organizadores prévios, que seriam elementos introdutórios de determinados conceitos que, sendo claro, adequados e estáveis serviriam para que os alunos criassem os subsunçores caso fosse o caso de não os possuir.

> A utilização de organizadores prévios justifica-se por: i) a importância de se ter ideias relevantes e apropriadas disponíveis na estrutura cognitiva, para a aprendizagem significativa; ii) as vantagens de utilizar conceitos mais gerais e inclusivos de uma disciplina como ideias de esteio ou subordinadores; iii) os próprios organizadores prévios tentam tanto identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e a ser relacionado com ele) como indicar a relevância desse conteúdo e sua própria relevância para o material de aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144 *apud* BOSS; FILHO; CALUZI, 2009, p. 206).

Os textos de HFC podem servir então como organizadores prévios dos conteúdos a serem trabalhados. Essa metodologia pode ser trabalhada juntamente com experimentação e/ou resolução de problemas, desde que o professor escolha os textos adequados para tais funções. Segundo Vilatorre, Higa e Tychanowicz (2008, p. 103) é importante que as estratégias de ensino utilizadas pelo professor nessa metodologia levem os alunos a perceber todos os conflitos teóricos que haviam na época da formação dos conceitos bem como os diferentes cientistas que contribuíram com as teorias. Vale ressaltar que essa metodologia não pode transformar as aulas de Física em aulas de História da Física.

Na pesquisa feita por Boss, Filho e Caluzi (2009) foi feito um questionário sobre alguns conceitos de eletricidade antes da utilização dos textos históricos. Na pergunta “O que você entende por carga elétrica?”, apenas 6% dos alunos deram uma resposta dentro da categoria do que era aceitável como correta, após as discussões de textos de Charles Du Fay (1698 –1739) esse número saltou para 57%.

Dessa maneira, a metodologia HFC no ensino de Física se mostra como uma aliada para que o ensino que não seja pautado na matematização aconteça de maneira que a aprendizagem dos alunos seja significativa.

5. METODOLOGIA

Estruturar um método para uma pesquisa é o mesmo que dar um norte para o pesquisador, rompendo desta forma com o conhecimento de senso comum na busca de uma explicação científica para o problema da pesquisa. O método da abordagem desta pesquisa é o indutivo. Para Lakatos e Marconi (2007, p. 86),

> Indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos

argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

Sendo assim, o método indutivo parte de uma situação particular para tentar generalizar para um público maior o resultado do trabalho feito com os dados particulares.

Como método de procedimento, esta pesquisa está de acordo com o método monográfico. De acordo com Gil (2008), esse método tem como princípio o estudo profundo de um caso, que representará um grupo maior de casos semelhantes. Nesse procedimento, analisa-se os fatores que influenciam o processo, no caso, a matematização. Em relação aos procedimentos técnicos esta pesquisa tem caráter bibliográfico, ponto inicial de quase todas as pesquisas acadêmicas, que visa revisar o que as literaturas dizem sobre o tema pesquisa, utilizando como base para a construção do trabalho.

Esta pesquisa tem caráter descritivo, ou seja, não há intervenção direta do pesquisador na ocorrência dos fenômenos. Para que se cumpra com esse caráter, geralmente utiliza-se técnicas específicas de pesquisa.

A abordagem do problema da pesquisa foi de caráter qualitativo, pois é uma pesquisa investigativa na área de ensino, segundo Firestone (1987, apud Moreira, 2011):

> A pesquisa quantitativa está baseada em uma filosofia positivista que supõe a existência de fatos sociais com uma realidade objetiva independente das crenças dos indivíduos, enquanto que a qualitativa tem raízes em um paradigma segundo o qual a realidade é socialmente construída [...] A pesquisa quantitativa procura explicar as causas de mudanças em fatos sociais, primordialmente através de medição objetiva e análise quantitativa, enquanto a qualitativa se preocupa mais com a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva dos atores, através de participação na vida desses atores [...] A pesquisa quantitativa tipicamente emprega delineamentos experimentais ou correlacionais para reduzir erros, vieses e outros ruídos que impedem a clara percepção dos fatos sociais, enquanto o protótipo do estudo qualitativo é a etnografia [...] O pesquisador quantitativo ideal é desprendido para evitar viés, enquanto o pesquisador qualitativo fica ‘imerso’ no fenômeno de interesse (FIRESTONE, 1987, p.16-17, apud MOREIRA, 2011, p. 42).

Ainda segundo Moreira (2011, p. 43), a pesquisa em educação em ciências é interpretada como uma produção de conhecimentos resultante da procura de respostas a perguntas sobre ensino, aprendizagem, currículo e contexto educativo em ciências, como também investiga-se a categoria profissional dos professores dentro de quadro epistemológico, teórico e metodológico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de se traduzir coisas e fenômenos que nos cercam para uma linguagem matemática é chamado de matematização. O processo de matematizar começou nas ciências gregas e teve o seu apogeu na revolução científica do século XVII. Hodiernamente, as ciências da natureza são matematizadas, os PCN+ (BRASIL, 2002) diz que demasiadamente matematizada e isso pode, muitas vezes, fazer com que o aluno não compreenda situações reais do seu dia a dia devido à esse formalismo matemático.

A matematização é peça chave do processo de construção do conhecimento físico, e está presente na relação de interdisciplinaridade que há entre a Física e Matemática. De maneira geral, o processo de matematização não é abordado nos cursos de graduação, o que impossibilita que os professores tenham conhecimento de como se dá sua formação.

O autor não discorda que matematização seja primordial para a construção do conhecimento físico, conforme Paty (1995) diz que ela é integrante da formulação dos conceitos físicos, contudo há uma lacuna deixada pelos cursos de formação inicial, ficando evidente, que geralmente os professores não conseguiram explicar de maneira efetiva o processo de matematização nem tampouco pensar em alternativas para o ensino de Física voltado a desenvolver às estruturas cognitvas dos alunos menos arraigada à fórmulas e resolução de equações.

Espera-se que essa pesquisa possa colaborar com outras futuras sobre o processo de matematização e na utilização da HFC na sala de aula, como alternativa a esse processo. É preciso salientar que essas discussões são pertinentes na formação inicial dos professores de ciências e matemática.

Acredita-se que essa investigação possa colaborar com pesquisas que estejam na área de HFC na formação do professor de Física e Matemática, para que o processo de compreensão da formação do conhecimento físico seja cada vez mais discutido.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; SILVA, Heloísa Cristina da. A Matematização em Atividades de Modelagem Matemática. In: **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.3, p.207-227, novembro 2015.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; SILVA, Karina Pêssoa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática da educação básica**. São Paulo: Contexto, 2013.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BIEMBENGUR, Maria Sallet; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 5 ed. 4 reimp. São Paulo: Contextos, 2014.

BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; FILHO, Moacir Pereira de Souza; CALUZI, João José. Textos históricos de fonte primária – Contribuições para a aquisição de subsunçores pelos estudantes para a formação do conceito de carga elétrica. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade (Org). **Ensino de ciência e matemática, II**: temas sobre a formação de conceitos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnologica. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2016.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnologica. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação é a base. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2017.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) + Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

______. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997.

______. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Proposta de Diretrizes para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica, em Cursos de Nível Superior**. Brasília: MEC, 2000.

COXFORD, Arthur F.; SHULTE, Albert P. (Org.). **As Ideias da Álgebra.** São Paulo: Atual, 1995.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2004.

FIRESTONE, W. A. **Meaning in method**: the rethoric of quantitative and qualitative research. Educational Researcher, 1957, p. 16-21.

FREUDENTHAL, H. Why to teach mathematics so as to be useful. **Educational Studies in Mathematics**, v.1, n. ½, p. 3-8, Mai 1968.

GIL, Katia Henn. **Reflexões sobre as dificuldades dos alunos na aprendizagem de álgebra.** 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

LUCCAS, S.; BATISTA, I. L. O papel da matematização em um contexto interdisciplinar no Ensino Superior. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 451-468, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000200013>. Acesso em: 8 jun. 2016.

MALTA, Iaci. Linguagem, leitura e matemática. In: CURY, Helena Noronha (org.). **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004

MENDES, Gabriela Helena Geraldo Isa; BATISTA, Irinéa de Lourdes. **Matematização e ensino de Física**: uma discussão de noções docentes. Ciênc. Educ., Bauru, v. 22, n. 3, p. 757-771, 2016.

MOREIRA, Marcos Antonio. **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos e complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, n.1, p. 89-109, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9297>. Acesso em: 8 jun. 2016.

PATY, Michel. **A Matéria Roubada**. São Paulo: Edusp, 1995.

PIRES, Magna Natália Marin; GOMES, Marilda Trecenti. O pensamento algébrico. In: PIRES, Magna Natália Marin; GOMES, Marilda Trecenti; CARVALHO, Ana Márcia Fernandes Tucci de. **Fundamentos Teóricos do Pensamento Matemático**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2010.

ROQUE, Tatiana; CARVALHO, João Bosco Pitombeira. **Tópicos de História da Matemática**. Rio de Janeiro: SBM, 2012.

TREFFERS, A.; GOFFREE, F. Rational analysis of realistic mathematics education: the Wiskobas program. In: STREEFLAND, L. (Ed.). **Proceedings of the Ninth International Conference for the Psychology of Mathematics Education**: individual contributions. Utrecht: University of Utrecht, 1985. v. 2, p. 97-121.

VANUCCHI, A. I. **História e Filosofia da Ciência**: Da Teoria Para a Sala de Aula. Dissertação de mestrado, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Didática e Avaliação em Física**. Curitiba: Ibpex, 2008.