



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB  
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional



## **ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA NA CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE FÍSICA DO IFBAIANO - GUANAMBI.**

ERIC NOVAIS SILVA

Vitória da Conquista – BA  
Junho/2018

ERIC NOVAIS SILVA

**ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA NA CONCEPÇÃO DOS  
PROFESSORES DE FÍSICA DO IFBAIANO - GUANAMBI.**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

ORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Maria Deusa  
Ferreira da Silva

COORIENTADOR: Prof. Dr. Ferdinand  
Martins da Silva

Vitória da Conquista – BA  
Junho/2018

S586	<p>SILVA, Eric Novais. Análise da Matematização da Física na Concepção dos Professores de Física do IFBaiano - Guanambi. / Eric Novais Silva, 2018. 123 f. il. Orientador (a): Dra. Maria Deusa Ferreira da Silva. Coorientador: Dr. Ferdinand Martins da Silva Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Vitória da Conquista - BA, 2018. Inclui referências. 113-118. 1. Matematização. 2. Ensino de física. 3. Metodologia histórico-filosófica. I. SILVA, Maria Deusa Ferrera da II. SILVA, Ferdnand Martins da. III. Universidade Estadual Sudoeste da Bahia, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Vitória da Conquista,IV. Título.</p>
	<b>CDD: 530</b>

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Matematização
2. Ensino de física
3. Metodologia histórico-filosófica

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB  
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

**ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA NA CONCEPÇÃO DOS  
PROFESSORES DE FÍSICA DO IFBAIANO - GUANAMBI.**

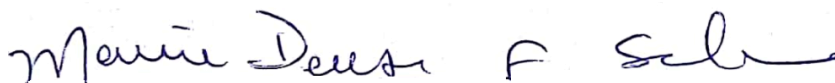
Eric Novais Silva

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Deusa Ferreira da Silva

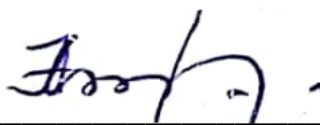
Coorientador: Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Aprovada por:



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Deusa Ferreira da Silva (Orientadora)  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB



Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva (Coorientador)  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB



Prof. Dr. Walmir Belinato (Convidado)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)

Vitória da Conquista, 06 de junho de 2018.

## FEBRÍCULA

O SOL GIRA NO CATA-VENTO  
NOS SETE EIXOS

REVIRO BRASA EM MEUS PÉS  
E SÃO FAMILIARES AS ESTRADAS

DÚBIA, DE COSTAS AO ESPELHO,  
ERGO LONGE A TAÇA DA VIDA  
DEITO NA GIRÂNDOLA OS AMORES  
ACOLHO EXPLOSÕES E PROSSIGO

ATRAVESSAM-ME RAIOS  
EU... ABSORTA DEMAIS  
ABRUPTA EM DEMASIA

DESPREZO ESCONDERIJOS  
IGNORO TEMORES ALHEIOS

[É CRISTALINO O QUE SINTO]

INCABÍVEIS SÃO AS ENCOSTAS  
QUANDO VIVER É MERGULHO

TANTO ME FIZ TERRENO ABISSAL  
FUGI NO CARROSSEL DO TEMPO:  
EU, LABAREDA DE SETE METROS

ME ENXAME QUE EU VOO

Daniela Galdino

## AGRADECIMENTOS

O momento de agradecer é doloroso, pois sabemos que sempre ficará alguém que de uma forma ou de outra nos auxiliaram nessa trajetória.

Primeiramente tenho que agradecer ao criador e aos meus orixás Iansã, minha mãe que muito me livrou do mal, Obaluaê e Oxóssi, meus pais que me trouxeram força e sabedoria, sou grato por vocês terem me guiaram em todo esse curso.

Aos guias Raoni, Flecha e Cavalo Branco por todas as discussões filosóficas e palavras de apoio e incentivo.

Tenho que agradecer ao Jeovane, sem a crença que ele tinha em meu potencial, me incentivando a fazer a seleção até segurando as pontas no trabalho e em casa nos momentos de correria no curso. Jeo, meus momentos de maior realização e tristeza vieram com você e devido a isso minha gratidão por você não cabe nessas palavras, você segurou minha mão e guiou pela estrada da vida, sou o que sou porque tive você.

Minha família foi muito importante, principalmente minha Tia Tede que as quintas-feiras ligava pra o táxi pra eu sair de manhã cedo de Itapetinga para Vitória da Conquista assistir aula e a minha avó Zinha e minha Tia Carla por toda preocupação e zelo que tiveram por mim nesses anos.

Meus colegas de curso por todo apoio, principalmente Sergiana, que graças as suas caronas eu não precisava sair de Brumado tão cedo. Todas suas palavras foram muito uteis esses anos.

Meus orientadores pela paciência que tiveram comigo.

Aos funcionários e diretor do colegiado do curso por todo apoio durante o curso e a todos os professores que tive por terem deixado um pouco de si em mim.

Minhas amigas Laura Goulart e Camila Messias da UESB de Itapetinga que muito contribuíram para a minha formação profissional e Queila, Élia, Roberta, Dani e Cássia, no IF-Baiano que contribuíram muito para minha formação pessoal sempre me ouvindo e me ajudando.

A Carol Jezler que tornou-se o porto seguro onde eu me ancorava nos momentos de maior dificuldade nesse último ano, amiga sem sua coragem de assumir os riscos e viver comigo eu não sei o que seria de mim.

Aos meus ex-alunos da UESB principalmente a Ilane, Clara, Damares, Ivânderson, Erbene, Daykson, Micael, Jutai, Rosiane, Vanusa, Widervan, Ingrid, Álex e mais

alguns que não lembro o nome por todo conhecimento proporcionado em nossas discussões!

A minha amiga de sempre Thamires que muito me ajudou com locais para dormir quando eu precisava ficar e Vitoria de Conquista.

A Valcleide e Leticia que eram as pessoas que, esporadicamente, esperavam-me nos finais de semana em Brumado, depois de todos correria, sempre de braços abertos.

A Heloisa, Lolói, que foi uma mãe desde que eu a conheci em 2013 e de lá pra cá nunca mais largou esse posto, batendo quando devia e levantando quando podia.

Aos amigos que fiz em Brumado e que de alguma forma influenciaram nesse curso.

A Carlos Alberto, um dos meus maiores amores, culpado pela minha loucura e descontrole, o menino de olhos negros que virou minha vida para sempre e mudou minha forma tensa de enxergar a vida, o mundo e as pessoas. Tudo que vivi contigo carregarei para sempre em minha existência e só deixarei de me preocupar contigo no dia que não puder mais respirar.

A Videnicio, que trouxe a vida e o equilíbrio para meus dias nos últimos meses. Vi, graças à sua cobrança as coisas fluíram e eu sou demasiadamente grato por tudo que vivo com você. Você mostrou que amor é ser casa, dando-me abrigo quando era preciso... Mostrou-me que amor é segurança, protegendo-me quando era necessário... Provou para mim que amor é ser guarda-chuva no meio da tempestade ou que o amor é parceria para uma dança, uma vida ou um sorriso!

Aos meus pet's Alice, Itana, Elvira, Alzira, Eduardo e Álvaro, pelo companheirismo de sempre.

E aos pet's que passarm pela minha vida, deixando seu amor e carinhos tatuados na minha alma, amor de forma incondicional que faziam as minhas longas distâncias viajadas para assistir as aulas do mestrado serem pequenos passos. Esses pequenos seres estarão sempre em minha memória, tendo meu amor e gratidão eterna à Luna e Nina.

**Agradeço do fundo da minha alma!**

**Obrigado por tudo!**

SILVA, Eric Novais. ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA NA CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE FÍSICA DO IFBAHIA – GUANAMBI. 2018. 123 fls. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Vitória da Conquista, 2018.

## RESUMO

Os primeiros povos que demonstraram interesse em entender a natureza e não apenas aceitar como mera vontade dos deuses todas as manifestações que ocorriam foram os gregos. Aristóteles foi um dos primeiros filósofos da natureza que teve uma estruturada obra sobre essas observações. A obra de estudo sistematizado do cosmos e do mundo físico, conhecida por nós como A Física de Aristóteles prevaleceu como uma das explicações mais plausíveis e teve seu momento de aceitação por parte da Igreja Católica na corrente denominada Escolástica que prevaleceu do século XII até o XVI, fim da Idade Média. O século XVII traz 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 no século XVII. Com o advento da álgebra e do cálculo, os estudos das ciências mudaram drasticamente. Assim, esse trabalho propõe-se a investigar as mudanças que ocorreram no estudo da Física, entender quais as contribuições da matematização da ciência no processo de ensino e aprendizagem da Física e compreender a concepção que os professores que lecionam a disciplina Física, na Rede Federal de Educação Tecnológica do município de Guanambi-BA, têm a respeito do conceito de matematização e como isso influencia em sua prática pedagógica além de pensar em uma alternativa ao processo da matematização por meio da História e Filosofia da Ciência.

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



SILVA, Eric Novais. ANALYSIS OF MATHEMATIZATION OF PHYSICS IN THE CONCEPTION OF IFBAIANO PHYSICS TEACHERS - GUANAMBI. 2018. 123 s. Thesis (Master's Degree) – University of Southwest Bahia, Vitoria da Conquista, Bahia, in 2018.

## ABSTRACT

The first population who have demonstrated interest in understanding the nature and not just accept as will of the gods all manifestations that occurred were the Greeks. Aristotle was one of the first nature's philosophers had a structured work on these observations. The work systematized study of the cosmos and of the physical world, known to us as the physics of Aristotle prevailed as one of the most plausible explanations and had its moment of acceptance on the part of the Catholic Church in the chain called Scholastics prevailed from the 12<sup>th</sup> century until the 16<sup>th</sup>, end of the Middle Ages. 17<sup>th</sup> century bring us the science modern advent and the process of mathematized nature, which had as one of the fathers of this current the alchemist, mathematician, astronomer and scholar Isaac Newton's religion, who became widely known for his system of explanation of the world in the 17<sup>th</sup> century. The advent of the algebra and the calculus, the studies of sciences have changed dramatically, so this work proposes to investigate the changes that occurred in the study of Physics, trying to understand which the contributions science's mathematics in the process of teaching learning in Physics. This work proposes to try to understand the conception that teachers who teaching Physical subject, Federal Institute of Education, Science and Technology Baiano Guanambi Campus, have to respect the mathematization concept and how it influences in their pedagogical practice in addition to thinking in one alternative to the mathematization process through the History and Philosophy of Science.

**Keywords:** Mathematization. Physics teaching learning. Historical-philosophical methodology.

## LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular  
CNS – Conselho Nacional de Saúde  
EAD – Educação à Distância  
EBTT – Ensino Básico Técnico e Tecnológico  
EF – Ensino Fundamental  
EM – Ensino Médio  
ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática  
EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física  
HFC – História e Filosofia da Ciência  
IBCC – Instituto Brasileiro de Ciência e Cultura  
IES – Instituição de Ensino Superior  
IFBaiano – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano  
LDB – Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional  
MEC – Ministério da Educação  
MM – Modelagem Matemática  
PCN+ – Parâmetros Curriculares Nacionais + Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais  
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio  
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais  
PNAIC – Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa  
PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático  
PSSC – Physical Science Study Committee  
SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica  
SBF – Sociedade Brasileira de Física  
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação  
UC – Unidade de Contexto  
UESB – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

UR – Unidades de Registro

URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

USP – Universidade de São Paulo

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Resumo de estratégias de mudança conceitual.....	36
<b>Quadro 2:</b> Proposta curricular para o Curso de Ciências Físicas da FFCL da UESP em 1934.....	48
<b>Quadro 3:</b> Estrutura Curricular do Curso de Física da FFCL da USP em 1942. ....	48
<b>Quadro 4:</b> Currículo da Licenciatura em Física da FFCL da UESP em 1967.....	49
<b>Quadro 5:</b> Currículo do Bacharelado em Física da FFCL da USP em 1967. ....	50
<b>Quadro 6:</b> Instituições públicas que ofertam o curso de Licenciatura em Física. ....	51
<b>Quadro 7:</b> Componentes curriculares, por semestre, dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.....	51
<b>Quadro 8:</b> Componentes curriculares, por semestre, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia na modalidade Ead pela PARFOR. ....	52
<b>Quadro 9:</b> Componentes curriculares, por semestre, dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Santa Cruz. ....	53
<b>Quadro 10:</b> Carga horária, número de disciplinas e creditação dos cursos das Universidades Estaduais presentes no sudoeste da Bahia.....	54
<b>Quadro 11:</b> Categorização das disciplinas. ....	55
<b>Quadro 12:</b> Percentual de disciplinas por categoria. ....	55
<b>Quadro 13:</b> Sugestão de rotina de acordo com a quantidade de aulas semanais. ..	68
<b>Quadro 14:</b> Sugestão de programação para curso anual de 1ª série do ensino médio com duas aulas semanais.....	68
<b>Quadro 15:</b> Sugestão de programação para curso anual de 2ª série do ensino médio com duas aulas semanais.....	69
<b>Quadro 16:</b> Sugestão de programação para curso anual de 3ª série do ensino médio com duas aulas semanais.....	70
<b>Quadro 17:</b> Unidades de registro da questão 1.....	75
<b>Quadro 18:</b> Unidades de registro da questão 2.....	76
<b>Quadro 19:</b> Unidades de registro da questão 3.....	77
<b>Quadro 20:</b> Unidades de registro da questão 4.....	78
<b>Quadro 21:</b> Unidades de registro da questão 5.....	79
<b>Quadro 22:</b> Disciplinas de Física ofertadas nos cursos de graduação.....	79
<b>Quadro 23:</b> Unidades de registro da questão 6.....	81
<b>Quadro 24:</b> Unidades de registro da questão 7.....	83
<b>Quadro 25:</b> Unidades de registro da questão 8.....	84
<b>Quadro 26:</b> Unidades de registro da questão 9.....	86
<b>Quadro 27:</b> Unidades de registro da questão 10.....	88
<b>Quadro 28:</b> Unidades de registro da questão 11.....	89
<b>Quadro 29:</b> Unidades de registro da questão 12.....	91
<b>Quadro 30:</b> Unidades de registro da questão 13.....	94
<b>Quadro 31:</b> Unidades de registro da questão 14.....	96
<b>Quadro 32:</b> Unidades de registro da questão 15.....	97

<b>Quadro 33:</b> Unidades de registro da questão 16.....	100
<b>Quadro 34:</b> Unidades de registro da questão 17.....	102

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estrutura geral da sequência de aprendizagem .....	38
<b>Figura 2:</b> Síntese das diferentes interpretações da álgebra escolar.....	63
<b>Figura 3:</b> Estratégia de resolução memorística. ....	98

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Tempo de docência. ....	104
<b>Gráfico 2:</b> Metodologia de ensino mais utilizada pelos professores. ....	106
<b>Gráfico 3:</b> Os alunos compreendem os fenômenos físicos por meio da matemática ou apenas matematizam a física. ....	108

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	18
2. TRAJETÓRIA METODOLÓGICA .....	22
2.1 LEVANTAMENTO DO PROBLEMA.....	22
2.2 OBJETIVOS.....	25
2.2.1 Objetivo Geral.....	25
2.2.2. Objetivos específicos .....	25
2.3 ABORDAGEM DA PESQUISA.....	26
2.4 SUJEITOS DA PESQUISA .....	28
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
3.1 O ENSINO MÉDIO E A FÍSICA.....	31
3.2 PRÁTICA DOCENTE: PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS.....	40
3.3 PRÁTICA DOCENTE: CURRÍCULO.....	46
3.4 MATEMATIZAÇÃO .....	57
3.5 ENSINO DE ÁLGEBRA E O PROBLEMA NA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA.....	60
3.6 O ENFOQUE HISTÓRICO NO ENSINO DE FÍSICA: UMA SAÍDA PARA O ENSINO NÃO PAUTADO NA MATEMATIZAÇÃO.....	67
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS .....	74
4.1 ANÁLISE ESPECÍFICA DAS QUESTÕES .....	74
4.2 ANÁLISE GERAL.....	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113
APÊNDICES.....	119
APÊNDICE A .....	120
APÊNDICE B .....	123



## 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 natureza do mesmo é dinâmica e, como tal, muda conforme também mudam o indivíduo e a sociedade à sua volta.

Mesmo com todas as alterações propostas para a educação, o papel do professor continua sendo fundamental, pois ainda que ele não seja mais o centro do processo, todo projeto que se deseja implantar em sala de aula, continua passando necessariamente pela habilidade do professor de desenvolver as práticas pedagógicas. Contudo, não é apenas a ação do professor que determina o êxito do processo de ensino e aprendizagem, pois são inúmeros os fatores que fazem parte desse universo, como a atitude do próprio aluno, o contexto sociocultural e a política educacional na qual a escola está inserida.

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

O aluno já não é mais um ser passivo e desinformado, que tem apenas a escola como fonte de informação e conhecimento. É cada vez maior o número de estudantes que tem acesso às redes sociais e à internet e, muitas vezes, esse acesso acontece ainda no ambiente da sala e durante a própria aula.

Todas essas mudanças podem afetar o modo de ser do professor, pois o mesmo é também um ser social que é influenciado pelo ambiente em que está inserido. Portanto, o professor precisa repensar sua prática docente.

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 do despertar 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 podemos ignorar que o ensino de Física precisa ser (re)significado para que a aprendizagem seja significativa para os alunos. Para tal, as mudanças metodológicas são fundamentais.

Metodologias embasadas na experimentação são muito utilizadas para esse fim, porém muitas escolas da rede pública enfrentam sérios problemas na aplicação dessa metodologia: “a falta de físicos educadores, falta de laboratório de ciências, bem como sua não utilização, ausência de professores capacitados para utilizar os equipamentos e instrumentos e inexistência de material” (SANTOS *et al*, 2016, p. 221).

Os laboratórios didáticos às vezes são pouco utilizados pelos professores devido ao pouco número de aulas e grande número de alunos por turma que acabam por inviabilizar a utilização dessa metodologia, por mais que os docentes saibam de sua importância na aprendizagem significativa dos alunos, tendo em vista que:

o laboratório didático influencia diretamente a argumentação dos alunos, ao “guarnecer” o discurso, no qual estão inseridos os argumentos, como três tipos específicos e distintos de dados: dados fornecidos pelo roteiro (DF); dados empíricos obtidos através da atividade experimental (DE), e dados resgatados do cotidiano (DR). O dado empírico (DE), aumenta a probabilidade da ocorrência de argumentos, cuja estrutura se aproxima bastante da estrutura dos argumentos científicos (VILLATORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008, p. 109).

Dessa forma, por mais que alguns professores tentem utilizar a experimentação, muitas vezes os alunos não têm os conhecimentos prévios para que os conceitos sejam assimilados e as atividades experimentais cumpram seu objetivo. Pensando nisso, a metodologia embasada na História e Filosofia da Ciência (HFC) quando aplicada ao ensino de Física acaba por permitir que com textos históricos os alunos consigam adquirir os elementos necessários para a compreensão conceitual e mudem sua postura perante a ciência.

O contexto histórico auxilia na transformação dinâmica do aluno de um ser passivo e receptor do conhecimento para um ser participativo que compreende ativamente os conceitos pela interação social que a HFC promove. O caminho não é fácil, porém, as pesquisas de Boss, Filho e Caluzi (2009) demonstraram a eficácia dessa metodologia. Sendo assim:

[...] uma discussão com abordagem histórico-filosófica recria o ambiente contextualizador que permite entender a origem da problemática, do desafio conceitual e/ou empírico – como se apresentaram as questões, as hipóteses, os elementos conflitantes – e os desenvolvimentos subsequentes, atingindo os conhecimentos procedimentais (*os comos*) além dos declarativos (o quê), para uma reestruturação fundamental, no sentido de ruptura com as bases conceituais e empíricas originais. (BATISTA, 2004, p. 473).

Para que possamos mudar essas metodologias temos que levar reflexões acerca dos conceitos para que os professores percebam que a matematização sozinha não levará ao aprendizado de forma significativa para todos os alunos. Por isso, esse trabalho objetiva compreender a concepção que os professores que lecionam Física da Rede Federal de Educação Tecnológica de Guanambi-BA têm a respeito do conceito de matematização.

Foi escolhido o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IF Baiano – *Campus* Guanambi devido a sua importância para a região do alto Sertão Produtivo e por estar entre as cinco melhores instituições de ensino superior da Bahia, segundo os Indicadores de Qualidade da Educação Superior de 2016, podendo assim analisar o ensino de Física em várias modalidades.

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. Temos muitos problemas, e, por isso, acreditamos que a HFC possa auxiliar para que esses problemas se amenizem. Nesse sentido, resolvemos

investigar, com os professores da melhor escola pública da região, os benefícios em inserir essa metodologia como prática didática com professores que lecionam Física.

Para auxiliar esse processo, a pesquisa será dividida em quatro partes. Na primeira parte será apresentado a trajetória metodológica que trará as seções para a justificativa e contextualização do problema da pesquisa, a segunda seção apresentará os objetivos, logo após será apresentado a abordagem da pesquisa e para finalizar serão apresentados os sujeitos da pesquisa.

Este trabalho de abordagem qualitativa apresenta no capítulo 3 a sua fundamentação teórica. Para cumprir essa seção irá discutir o Ensino Médio e a Física escolar, as discussões da prática docente foram divididas em duas partes: a primeira dispõe-se a analisar os pressupostos epistemológicos dessa prática e a segunda o currículo da formação inicial. A seção seguinte discutirá o processo de matematização e o ensino de álgebra nesse processo. Para finalizar esse capítulo, será apresentada a metodologia baseada na HFC como uma alternativa ao processo da matematização.

No quarto capítulo está a compreensão e análise dos dados da pesquisa obtidas por meio dos questionários aplicados aos professores de Física da escola pesquisada. Na primeira parte será apresentado a análise individual de cada questão e, na segunda parte, uma análise geral de toda a pesquisa.

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. TRAJETÓRIA METODOLÓGICA**

---

---

Neste capítulo será descrito a trajetória metodológica que foi utilizada nesta pesquisa. Na primeira parte será feita a justificativa e contextualização, descrevendo o problema que foi investigado e o que motivou a escolha do tema. Logo em seguida, serão definidos os objetivos desta pesquisa e a escolha do método. Para finalizar, a última seção trará os sujeitos da pesquisa.

### **2.1 LEVANTAMENTO DO PROBLEMA**

As motivações iniciais deste trabalho surgiram das minhas inquietações enquanto professor da rede municipal de educação do município de Brumado-BA ao lidar com as dificuldades enfrentadas no ensino e aprendizagem dos conteúdos de matemática nos anos finais do ensino fundamental. Soma-se a isso, as discussões levadas a cabo nas disciplinas relacionadas com o Ensino de Física, relativas às dificuldades enfrentadas pelos professores de Física ao ensinar conceitos científicos (conteúdos específicos), tendo em vista os precários conhecimentos em matemática apresentados pelos alunos.<sup>1</sup>

Assim, pensando nas dificuldades supracitadas e levando em consideração os textos da Física de Aristóteles (384 – 322 a.C.) que mostram o lado filosófico do conhecimento grego, conhecimento este que prevaleceu por muitos séculos e só começou a ser questionado a partir do século XV surgiu a motivação maior para o trabalho.

A Física aristotélica acreditava no movimento natural e violento, e que “ação é movimento”, afirmando que na matemática os “princípios não são suscetíveis de movimento”, logo, na matemática não há ação nem tampouco movimento, motivo pelo qual o estudo físico não possuía uma essência baseada na matemática. Por mais que

---

<sup>1</sup> Refere-se ao período em que atuei como professor substituto da área de Ensino de Física, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus Juvino Oliveira – Itapetinga-BA, ministrando as disciplinas Didática em Física, Instrumentação para o Ensino de Física I e II, Estágio III, IV e V e Evolução da Física I e II.

Aristóteles acreditasse em mais de um princípio, ele tinha a teoria de um princípio para o movimento, motivo pelo qual ele foi aceito pela igreja católica na Idade Média nos estudos criado pelo frade Tomás de Aquino (1225 – 1274), movimento conhecido como Escolástica. Esse princípio surgiu como Motor Primário, ente que deu o movimento ao Universo, o qual a doutrina Tomista tentou transformá-lo em Deus.

O ponto seguinte é dizer se os princípios são dois, três ou em maior número. Não é possível que o princípio seja um só, visto que os contrários não são um só. Tampouco é possível que os princípios sejam ilimitados, visto que, neste caso o ente não seria cognoscível, bem como porque há apenas uma só contrariedade em qualquer gênero único – e a substância é um gênero único – e porque é possível explicar os entes por princípios limitados, e é melhor ainda explica-los por princípios limitados do que por ilimitados – como Empédocles: de fato, ele julga ter explicado tudo quanto Anaxágoras explicou por ilimitados (ARISTÓTELES, 2009, p.33).

A Física aristotélica buscava compreender desde a matéria e os elementos até a Cosmologia e o movimento dos corpos celestes e terrestres. Com os estudos da “nova ciência” instituídos por Galileu Galilei (1564 – 1642), por meio de provas matemáticas e experimentais, esta começava a se opor à escolástica/Física aristotélica.

O século XVII traz o xeque-mate na escolástica com as teorias matemáticas de Galileu, Isaac Newton (1642 – 1727), Johannes Kepler (1571 – 1630), René Descartes (1596 –1650), Blaise Pascal (1623-1662), Christiaan Huygens (1629 – 1695), Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716), os quais trouxeram o ferramental matemático e experimental que a Ciência Moderna do século seguinte utilizaria para galgar os séculos de escuridão.

Então, com o advento da ciência moderna, a Física passa a estar carregada de um arsenal matemático para seu estudo e compreensão. Esse processo de compreender os fenômenos por meio de modelos e teorias matemática, buscando descobrir regularidades e conexões com o mundo real é o processo denominado matematização.

Porém, como a própria Física Aristotélica não era carregada de formalismo matemático, mesmo tendo um lógica matemática muito densa como base, ela foi ensinada durante séculos, promovendo a compreensão dos fenômenos. Então surge um questionamento: é mais importante que o aluno compreenda o fenômeno a priori ou que o mesmo ingresse de forma inicial em um emaranhado de fórmulas

desconexas? Com esse problema o trabalho surge, tentando compreender o que os professores que lecionam disciplinas de Física entendem por matematização.

Por mais que a realidade educacional brasileira mostre que o ensino atual de matemática não tem contribuído de forma significativa para uma mudança no cenário educativo, devido às dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de aquisição do conhecimento matemático, um ensino baseado unicamente nessa disciplina tende a não cumprir com o seu objetivo primário, que seria fazer com que os alunos conseguissem enxergar a ciência à sua volta.

As tentativas de reestruturações na matemática que ocorreram com o Movimento Escola Nova, na década de 30 e o Movimento da Matemática Moderna no Brasil, na década de 60, os quais lutavam para que o ensino se libertasse do tradicionalismo e tentasse olhar mais para os alunos, não foram suficientes para que a matemática ensinada na educação básica conseguisse alcançar a maior parte dos alunos.

Mesmo não conseguindo ressignificar o ensino da matemática, as ciências da natureza ainda insistem em utilizá-la como metodologia quase que unânime por parte dos professores que lecionam Física e Química.

Dessa forma, o trabalho em foco procura mostrar que o processo de matematização da ciência ainda é muito utilizado até os dias de hoje e analisar como ele é tratado nas salas de aulas da educação básica. Como a matematização é um construto histórico, se desvincular dele é muito difícil, mas podemos tentar alternativas para os alunos enxergarem uma ciência por trás da matemática.

Da mesma maneira, o ensino aprendizagem das disciplinas de Física atrelado à métodos tradicionais de ensino, que são ancorados na matemática, é amplamente condenado pelos documentos norteadores da educação básica, visto que a utilização demasiada dessa metodologia, geralmente, não gera uma aprendizagem significativa e sim mecânica, devido ao fato que o aluno acaba por memorizar uma série de fórmulas e procedimentos sem ter uma análise crítica do que está fazendo.

É com o sentimento de que a ciência ensinada na educação básica possa ser ressignificada que esse trabalho surge, tentando mostrar que o ensino de Física

precisa ser modificado nas escolas de ensino médio para que haja aprendizagem significativa e, por consequência, alfabetização científica.

## **2.2 OBJETIVOS**

### **2.2.1 Objetivo Geral**

- Discutir a concepção que os professores da área de Física da Rede Federal de Educação Tecnológica de Guanambi-BA têm a respeito do conceito de matematização.

### **2.2.2. Objetivos específicos**

- Discutir as contribuições que a metodologia de ensino estruturada na História e Filosofia da Ciência podem trazer para um ensino não ancorado na matematização;
- Investigar o papel da Matemática no ensino de Física;
- Levantar o(s) conteúdo(s) matemático(s) que mais contribuem para o não aprendido da Física escolar, na visão dos professores;
- Discutir o papel do saber matemático no ensino de Física de acordo com as concepções dos professores;
- Inferir a compreensão do fenômeno *versus* o processo de matematização;
- Propor alternativas que possibilitem uma aprendizagem significativa perante a matematização.



## 2.3 ABORDAGEM DA PESQUISA

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.

Essa 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, dentre as quais se destacam o questionário, o formulário e a entrevista. Nesta pesquisa foi utilizado o questionário.

Segundo Lakatos e Marconi (2006, p. 203), “questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 117), “a diferença desse instrumento de pesquisa em relação às entrevistas é que o questionário pode ser aplicado a um grande número de sujeitos sem que haja necessidade de contato direto do pesquisador com o sujeito pesquisado”. O questionário utilizado para a pesquisa foi misto, ou seja, constituído de perguntas abertas (15), fechadas (1) e semiabertas (1) (Apêndice A), possuindo no total 17 perguntas. O questionário foi estruturado de acordo com a pesquisa sobre matematização feita por Mendes e Batista (2016).

Como se trata de uma pesquisa desenvolvida com pessoas, foram feitos alguns procedimentos éticos, de acordo com a resolução N°466/2012 do Conselho

Nacional de Saúde (CNS), como esclarecer ao participante sobre o estudo, logo realizou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice B). Também foi utilizado um questionário piloto com dois professores para melhor adequar o questionário definitivo

De acordo com os procedimentos técnicos esta pesquisa tem caráter de levantamento.

[...] esse tipo de pesquisa ocorre quando envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento desejamos conhecer através de algum tipo de questionário. Em geral, procedemos à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise [...] obtermos as conclusões correspondentes aos dados coletados (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 57 – 58).

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

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, 2011b, p. 42).

Ainda segundo Moreira (2011b, 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.

Para a análise dos questionários foi utilizada a análise de conteúdo, a qual permite uma sistematização dos dados da pesquisa (BARDIN, 2009). De acordo com Guerra (2014, p. 42) “a análise de conteúdo é uma técnica de tratamento de dados coletados, que visa à interpretação de material de caráter qualitativo, assegurando uma descrição objetiva, sistemática e com a riqueza manifesta no momento da coleta dos mesmos”.

Neste trabalho utilizamos a modalidade de análise de conteúdo denominada de *análise temática*, cujo ponto inicial é uma boa organização. Segundo Bardin (2009), para se cumprir com os objetivos da pesquisa deve-se nortear a análise em três pontos:

1. A pré-análise;
2. A exploração do material;
3. O tratamento dos resultados.

Na primeira etapa deve-se fazer uma leitura superficial dos materiais disponíveis para a análise, objetivando saber se todo material necessário encontra-se disponível para ser analisado, se o material que será analisado tem relevância para a pesquisa e deixando para trás as singularidades, se o material possui representatividade da população.

Para a segunda etapa serão criadas unidades de registro (UR), objetivando a categorização e análise da frequência.

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e em seguida por reagrupamento segundo o gênero (analogia) com os critérios previamente estabelecidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um conjunto de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento este efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos. O critério de categorização pode ser semântico (por exemplo, todos os temas que significam ansiedade ficam agrupados na categoria ansiedade [...]), sintático (os verbos e os adjetivos), léxico (classificação de palavras segundo seu sentido [...]) e expressivo (por exemplo, categorias que classificam as diversas perturbações da linguagem) (BARDIN, 2009, p.117 *apud* GUERRA, 2014, p.39-40).

Para cada questão analisada serão criadas unidades de contexto (UC) que servirá para uma melhor compreensão e agrupamento das UR. Para o cumprimento da terceira fase o pesquisador irá interpretar os dados obtidos por cada UC de acordo com a fundamentação teórica.

## **2.4 SUJEITOS DA PESQUISA**

A pesquisa foi realizada no ano de 2017 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus Guanambi*. A instituição foi criada em 2008

porém já existia desde 31 de julho de 1993, funcionando como a Escola Agrotécnica Antônio José Teixeira. É uma instituição de Ensino Médio e Superior, focado na Educação Profissional e Tecnológica. Sua proposta é levar alternativas às demandas da comunidade, através de ensino, pesquisa e extensão, articulando-se com o mundo do trabalho.

O *campus* fica localizado na zona rural do município de Guanambi, no distrito de Ceraíma. Com um total de 301 alunos matriculados no Ensino Médio e oferecendo cursos de nível técnico integrado ao ensino médio (Técnico em Agropecuária, Agroindústria e Informática para Internet), técnico de nível médio subsequente (Técnico em Agricultura e Zootecnia) e técnico de nível médio integrado à educação de jovens e adultos – PROEJA (Técnico em Informática).

Em relação aos cursos superiores, a instituição oferece o Bacharelado em Engenharia Agrônômica, Licenciatura em Química e os cursos de Tecnologia em Agroindústria e Análise e Desenvolvimento de Sistemas. A instituição ainda conta com uma pós-graduação *stricto sensu* em Produção Vegetal no Semiárido, a nível de mestrado profissional, e uma *lato sensu* em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

De acordo com o senso de março de 2017, a instituição conta com 105 professores, entre efetivos e substitutos. Para cumprir com os objetivos da pesquisa foram selecionados desse universo 4 professores que lecionam disciplinas de Física.

A escolha dessa instituição deu-se pelo fato de a mesma possuir desde o ensino médio, que apresenta-se entre as melhores instituições da região, até o ensino de graduação e pós-graduação, dando assim um leque maior para análise da prática docente em mais de um ensino acerca da Matematização da Física.

No universo de todos os professores do Instituto Federal de Educação Tecnológica Baiano – *Campus* Guanambi apenas quatro professores lecionam disciplinas de Física. Como na instituição os cursos vão desde a educação básica até pós-graduação, existem professores que lecionam em mais de um nível, uma vez que todos os docentes pertencem ao regime de trabalho do Ensino Básico Técnico e Tecnológico (EBTT).

Todos os professores concordaram em participar da pesquisa, conforme os TCLE<sup>2</sup> em cuidado do pesquisador. Conforme o item Confidencialidade do estudo, a pesquisa se compromete em manter todos os sujeitos sem identificação e para que possamos nos referir aos participantes utilizamos os códigos P1 para professor 1, P2 para professor 2 até que chegamos a nosso último participante o P4.

---

<sup>2</sup> Termo de Consetimento Livre e Esclareciso: termo preenchido e assinado pelos professores participantes da pesquisa, altorizando a publicação dos dados desde que seus nomes não sejam revelados.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

---

---

Nesta seção será feito um estudo sobre o processo de ensino de Física e o processo de Matematização; refletindo desde o processo de transposição didática até a aprendizagem significativa, tentando mostrar que as dificuldades enfrentadas no processo de ensino da álgebra contribuem para o fracasso da Matematização e uma saída para esse insucesso poderia estar na mudança metodológica.

#### 3.1 O ENSINO MÉDIO E A FÍSICA

O Ensino de Física vem sofrendo modificações no decorrer dos anos. Até mesmo nas avaliações externas à escola é possível perceber a mudança, é o caso do ENEM e os vestibulares, que possuem em suas questões interdisciplinaridade, sendo trabalhada a Física em conjunto com a Matemática, a Química, Biologia etc. Carvalho *et al* (2011) expõe questões relevantes ao Ensino de Física e mostra que a perspectiva usada tem sido transformada, passando a ser mais do que a mera operacionalização de exercícios de Matemática que envolvem temas da Física. Porém, ainda está caminhando a passos lentos e há muitas coisas que precisam ser melhores para que a Física seja trabalhada da melhor forma possível.

A Física é de longa data, uma das disciplinas mais temidas pelos alunos do Ensino Médio. Grande parte dessa fama deve-se ao fato de que seu ensino tradicionalmente vem sendo pautado na transmissão de conceitos e fórmulas cujas relações com a realidade parecem inexistentes (CARVALHO *et al*, 2011, sinopse).

Os autores apresentam ainda uma ideia geral de como é vista a Física por muitos alunos: a dificuldade em estabelecer ligação entre os assuntos e a realidade; a forma tradicional como tem sido trabalhado seus conteúdos, dentre outros.

Sob a perspectiva do ensino obrigatório, está claro que devemos adaptar os conteúdos procedimentais às necessidades reais dos alunos, de modo que essas aprendizagens lhe sirvam para adaptarem melhor ao meio, orientando ao mesmo tempo, sua formação para que lhe proporcione uma sólida base para as aprendizagens procedimentais de estudos superiores (ZABALA, 1996, p.24).

É proposto e incentivado por Zabala (1996) que o professor, sempre que possível, busque adaptar os conteúdos procedimentais<sup>3</sup> para tornar a aula mais acessível ao aluno. Procurando fazer uso de linguagem e práticas que sejam comuns nos meios que se encontram os alunos, assim como os exemplos e demais complementos das aulas, que também devem ser convertidos, para que torne assim possível a construção dos conceitos científicos básicos a partir de fatos e fenômenos observáveis.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000) resultado da proposta educacional dos anos 90 bem como o Parâmetros Curriculares Nacionais + Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002) tem entre seus objetivos auxiliar o professor na tarefa de reflexão e discussão de sua prática pedagógica. Eles são responsáveis por estabelecer uma referência curricular do que se deve ensinar, no caso da Física, o que é mais “importante e fundamental”.

Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir (BRASIL, 2002, p. 61).

No decorrer do processo de ensino aprendizagem de Física é importante pensar primeiro no motivo de ensinar Física no Ensino Médio, se seguirmos “o que ensinar”, corremos o risco de fazermos exatamente como tem ocorrido em livros didáticos, à questão de assuntos que são abstratos e estão distantes da realidade do aluno, atuando como um preparo para etapa seguinte (marcada pelo ensino de pré-requisitos para futuros ensinamentos) com é exposto nos PCN+ (BRASIL, 2002). Quando vemos o “para que ensinar Física”, nos deparamos com situações nas quais:

[...] supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. Finalidades para o conhecimento a ser apreendido em Física que não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática, de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir (BRASIL, 2002, p. 61).

---

<sup>3</sup> Os conteúdos procedimentais, segundo Pozo e Crespo (2009) fazem com que os alunos construam instrumentos para analisar, por si mesmos, os resultados que obtêm e os processos que colocam em ação para atingir as metas que se propõem, ou seja, vivenciar o seu potencial por meio de técnicas e estratégias (procedimentos) próprios para se chegar a aprendizagem.

O professor pode auxiliar o aluno a reconhecer e desenvolver suas competências, as quais terá de adquirir durante a escolaridade média para que possa lidar com as situações reais supracitadas. Isso causa a descentralização da preocupação com os conteúdos, fazendo com que o aluno se torne mais capaz de lidar com questões sociais, o que segundo Pozo e Crespo (2009) configura-se como conteúdos atitudinais que referem-se à formação de atitudes e valores em relação à informação recebida, visando à intervenção do aluno em sua realidade.

Uma questão importante na abordagem sobre o processo de ensino aprendizagem em Física no Ensino Médio é a aplicação de fórmulas. Para muitos a Física do Ensino Médio ainda parece resumir-se a elas. Qual é mesmo seu valor? Seria algo que atua apenas na substituição de valores numa expressão?

Zabala (1996, p.31), afirma que “é preciso ter presente que existe uma diferença fundamental entre aplicar uma fórmula e conhecer seu significado científico e as implicações que tem”. Segundo o autor, as fórmulas vão muito além de apenas substituir valores e obter outro valor como resposta, elas envolvem uma série de conhecimentos prévios que são necessários para sua aplicação. Ele ainda fala sobre a relação que há entre a fórmula e o trabalho experimental: “Não se pode separar a fórmula do trabalho experimental que levou a defini-la: são as leis da natureza e, como tais, estão presentes na realidade.” Após um tempo, a aplicação das fórmulas passa a ser um trabalho quase mecânico, devido a constante prática de quem a usa, há porém um período de transição marcado pelo domínio de cada termo existente da fórmula, onde o usuário aprende a relação do termo com a fórmula, sua unidade de medida e o porquê de ser utilizada assim, em alguns casos, até fazendo a dedução da fórmula através dos conhecimentos prévios.

O autor afirma também que “é fundamental aprender sua utilização, já que em Física e em Química são imprescindíveis para poder avançar no conhecimento destas disciplinas” (ZABALA, 1996, p.31). Em síntese, destaca a utilidade das fórmulas, que foram criadas por pessoas que conseguiram compreender certos quesitos da natureza e interpretá-los da maneira correta, formulando assim, expressões que facilitam o trabalho do aluno levando sempre em consideração que foram estudados cada termo da sua composição, e que todo processo é feito de forma consciente, não apenas envolvendo substituições de valores.



Em relação à aquisição de novos conhecimentos no Ensino Médio (EM), é importante considerar como se desenvolve a relação entre conhecimentos “novos” e “antigos”, ou seja, os conhecimentos que o aluno tem antes da aula e aqueles adquiridos no decorrer da mesma. De acordo com Piaget (1996), a construção do conhecimento se desenvolve por meio da assimilação e da acomodação, que são processos cognitivos integrantes de um processo mais amplo, denominado de adaptação.

[...] uma integração às estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação (PIAGET, 1996, p. 13).

Essa relação entre conhecimento “novo” e “antigo”, que comumente chamamos de conhecimentos prévios também é discutida por Moreira (2011a) e David Ausubel (1918 – 2008), que dentro da corrente do cognitivismo partem da premissa de que para cada informação nova o indivíduo necessita de uma estrutura cognitiva para que as informações interajam e sejam processadas.

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retiradas na medida em que conceitos, ideias ou proposições relevantes e inclusivas estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, desta forma, como “ancoradouro” para novas ideias, conceitos ou proposições (MOREIRA, 2011a, p. 103).

Para Moreira (2011a), quando os elementos “ancoradouros” funcionam bem, organizadores prévios conseguem servir de ponte entre o conhecimento e o aprendiz. Acontece-se assim a aprendizagem significativa que “ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2011a, p. 104).

As estruturas cognitivas que servem como ancoradouros são chamados de *subsunçores*, de acordo com essa teoria, se o aprendiz não possui em sua estrutura cognitiva os *subsunçores* responsáveis pela conexão entre o novo e o velho a aprendizagem significativa não acontecerá, podendo assim ocorrer a aprendizagem mecânica.

Para Ausubel (2000, apud MOREIRA, 2011a, p. 104) a aprendizagem significativa é a ideia totalmente contrária a aprendizagem mecânica, que ele define como: “a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma relação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva”.

Nesse caso, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária: não há interação entre a nova estrutura e aquela já armazenada, dificultando assim, a retenção. A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas matemáticas, leis e conceitos pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso (MOREIRA; MASINI, 2006, apud MOREIRA, 2011a, p. 104).

Temos a tendência a fazer comparações, na busca de uma “ancoragem”, sempre que busca-se adquirir um novo conhecimento, e isso contribui para o processo de aprendizagem. Na Física, não costuma ser diferente, o conhecimento prévio é utilizado como base para os novos conhecimentos, por isso, devemos estar preparados para “aperfeiçoar” o que sabemos e transformarmos isso em conhecimento científico. O uso de analogias, também destacado nesta perspectiva teórica, contribui para este processo, as quais cientificamente são chamados de concepções alternativas para o aluno acerca do conteúdo. Muitas vezes o aluno faz uso delas pensando ser apenas uma fuga ao vocabulário técnico, mas devemos estar atentos ao seu uso, levando em consideração a sua praticidade, sem deixar de considerar suas limitações ao explicar determinados assuntos.

O uso de analogias é permitido até certo ponto, e ele demonstra que há um conhecimento prévio e que o aluno tem conseguido relacioná-lo com os aspectos científicos atuais, mesmo que feito de maneira superficial.

[...] estudos que apontam problemas no uso de analogias, principalmente porque os estudantes não percebem a similaridade entre os domínios análogos, ou se prendem a aspectos superficiais que conduzem à generalização de concepções inadequadas. No entanto [...] a analogia é uma ferramenta valiosa na aprendizagem por mudança conceitual e que abre novas perspectivas (MORTIMER, 2006, p.56).

Analogias, com o passar do tempo, tendem a ser substituídas por formas científicas de lidar com os assuntos tratados. O estudo do vocabulário técnico é importante para tal substituição. Essa substituição da forma alternativa que é a forma como o aluno enxerga a realidade, por ser uma construção pessoal, é difícil de ser substituída, e para que esse processo aconteça faz-se necessário encontrar contraexemplos nos quais essa concepção não funcione para que o mesmo abra mão para a mudança conceitual.

Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008) conceituam captura conceitual como sendo uma etapa da aprendizagem onde o professor analisa as concepções

alternativas dos alunos filtram as corretas, ou seja, aquelas que precisam ser aprimoradas para que se torne conhecimento científico. Nesse caso há o que as autoras chamam de congruência cognitiva, e as concepções que no processo de captura não são conciliáveis com o conhecimento passará pela mudança ou troca conceitual, chamado de conflito cognitivo.

**Quadro 1:** *Resumo de estratégias de mudança conceitual.*

Troca conceitual – conflito cognitivo	Captura conceitual – congruência cognitiva
Trazer à tona os conhecimentos prévios dos alunos	
Estabelecer “conflitos” ou “pontes”, dependendo da natureza dos conhecimentos prévios:	
Problematizar o conhecimento prévio em seus pontos fracos e diminuir a segurança nesses conhecimentos	Estabelecer “pontes” entre o conhecimento prévio e o científico.
Mostrar o poder do conhecimento científico:	
Desenvolver o conhecimento científico até conseguir aplica-lo aos contraexemplos.	Selecionar algumas exemplificações alternativas e desenvolvê-las de forma a convergir para a explicação científica.
Aumentar a consistência do conhecimento científico.	

**Fonte:** Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008, p; 41, adaptado de VILLANI, 1989 & SANTOS, 1991).

Outro aspecto importante que às vezes não é bem explorada é a parte experimental da Física. Segundo Campos (1999), é através dela que testamos nossas hipóteses explicativas e verificamos sua veracidade. É essencial para a compreensão mais ampla do assunto que está sendo estudado. A introdução do experimento, além de atrair o aluno, torna possível a constatação do que foi explicado teoricamente. O experimento além de tornar a aula mais interessante pode ainda levantar novas questões que levem a discussões sobre o assunto, dando uma ênfase maior em determinados pontos e facilitando o entendimento do aluno.

Devemos pensar na relação estabelecida entre os conteúdos físicos e o cotidiano, se o aluno é capaz de estabelecer essa relação e qual o papel dela. Zabala (1996) expõe sua opinião no trecho a seguir.

É impossível a aprendizagem das Ciências Naturais se não tivermos contato com a realidade. Os conceitos que devem ser aprendidos são construídos por meio de experiências concretas estabelecidas com os objetos e os seres vivos de nosso ambiente. Tais experiências requerem uso de procedimentos mais simples ou mais complexos, assim como uma atitude positiva e entusiasta para com a própria tarefa a realizar (ZABALA, 1996, p.23).

Para o autor, a relação entre teoria e prática é o que torna possível a aprendizagem do aluno, sem ela nem mesmo os conceitos fundamentais, nem os

procedimentos específicos da metodologia científica, poderão ser compreendidos, impedindo assim, uma formação científica básica. Ele argumenta ainda, que nas últimas séries dar-se-á mais ênfase aos conteúdos conceituais<sup>4</sup>, e que a boa predisposição e a experiência acumulada nos anos anteriores é fundamental para que o aluno se aprofunde na construção dos novos conceitos.

Deve-se adaptar os conteúdos procedimentais às necessidades reais do aluno para que os conteúdos conceituais sejam significativos, de modo que essas aprendizagens lhes sirvam para se adaptarem melhor ao meio, orientando, e proporcionando uma base sólida para futuras experimentações das séries seguintes. A experimentação, como proposta acima, torna perceptível e possível relacionar os conteúdos com o cotidiano; sem essa experimentação bem fundamentada, seria inviável fazer uso desse recurso tão importante.

Ao fazermos este estudo fundamentado sobre o Ensino de Física, não podemos deixar de fora as seguintes questões: Para que ensinar Física? Ou melhor: Para que ensinar Física no Ensino Médio? Os PCN+ (BRASIL, 2002) nos dão a base para lidarmos com este tipo de questionamento.

Quando “o que ensinar” é definido pela lógica da Física, corre-se o risco de apresentar algo abstrato e distante da realidade, quase sempre supondo implicitamente que se esteja preparando o jovem para uma etapa posterior: assim, a cinemática, por exemplo, é indispensável para a compreensão da dinâmica, da mesma forma que a eletrostática o é para o eletromagnetismo. Ao contrário, quando se toma como referência o “para que” ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante (BRASIL, 2002, p. 61).

Devemos diferenciar o “o que” do “para que”; os critérios que orientam a ação pedagógica se baseiam nessa segunda alternativa, e é por meio dela que estão fundamentados os PCN+ (BRASIL, 2002), buscando priorizar a preparação do jovem para lidar com coisas relevantes na sociedade, podendo fazer uso desse conhecimento adquirido, utilizando-o para mais do que apenas passar em provas e vestibulares.

---

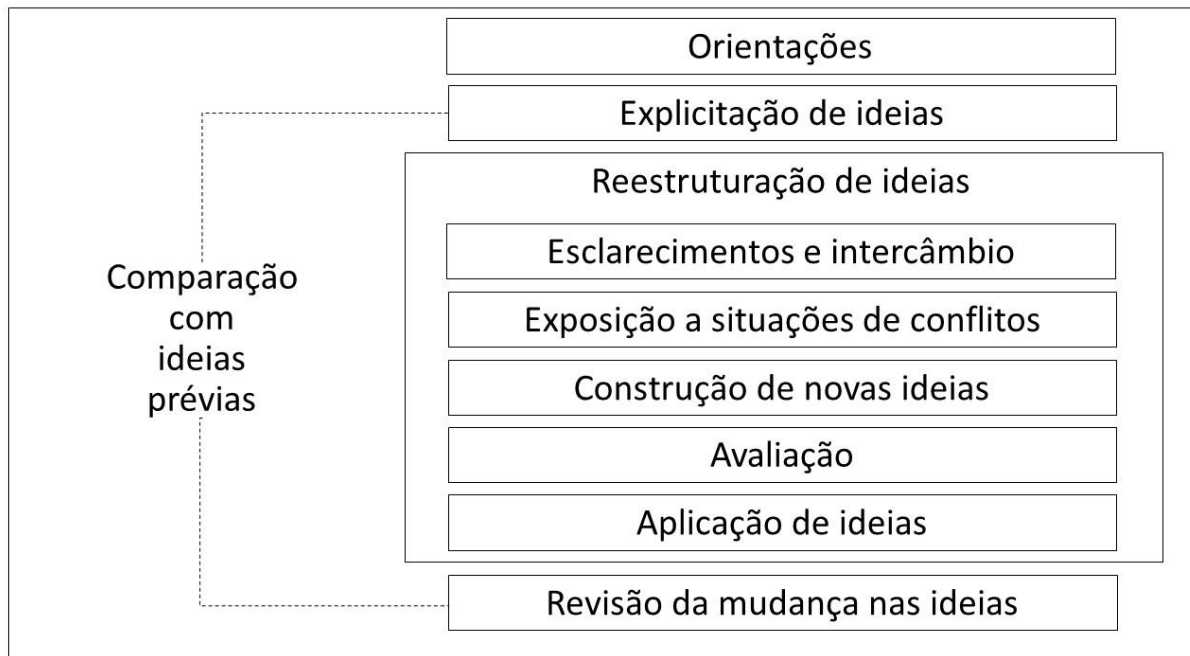
<sup>4</sup> Os conteúdos conceituais, segundo Pozo e Crespo (2009), visam estimular as competências e habilidades do aluno nas suas relações com códigos, símbolos, expressões, ideias, fórmulas, imagens, representações e nexos, com os quais ele aprende e ressignifica o seu cotidiano.

Dessa maneira, a preocupação central ligada aos conteúdos é substituída, pela identificação das competências que, se imagina, que eles terão necessidade de adquirir em seu processo de escolaridade média.

Para permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de Ciências da Natureza, e destas com Linguagens e Códigos e Ciências Humanas, as competências em Física foram já organizadas nos PCNEM de forma a explicitar os vínculos com essas outras áreas. Assim, há competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórica e social (BRASIL, 2002, p.62).

Os PCN+ (BRASIL, 2002) tem a preocupação de relacionar todas as áreas de Ciências da Natureza para que essas competências desenvolvidas englobem os mais diversos assuntos, dando uma base para o aluno poder escolher como lidar com certos problemas e dificuldades enfrentadas no ramo da Ciência.

Para que a Física ensinada no EM não seja meramente baseada numa aprendizagem mecânica, Lahera e Forteza (2006) estabelecem uma sequência de aprendizagem, que sendo pautada na experimentação contribui drasticamente no processo de captura e troca conceitual.



**Figura 1:** Estrutura geral da sequência de aprendizagem  
**Fonte:** Driver (1988, apud, LAHERA e FORTEZA, 2006)

O processo didático que parte da orientação até a revisão de ideias, permeando a reestruturação bem como a avaliação dessas ideias é parte integrante da metodologia da experimentação, contudo o processo de experimentar não é tão

simples como a maioria dos docentes acredita. Segundo Vilatorre, Higa e Tychanowicz (2008):

A experimentação é uma das estratégias que vem sendo proposta para o ensino de Física. Este, sob o enfoque experimental, deve ultrapassar aquela visão tradicionalista de experimento concebida sob a influência empirista-indutivista [sic] [...] Nessa visão, o experimento é composto por um equipamento pronto, com um roteiro no formato de receita, indicando aos alunos procedimentos a serem seguidos, tanto para a utilização do aparelho quanto para a coleta de dados. Essa espécie de procedimento é criticada, pois passa a idéia [sic] de ciência construída pela observação de fatos, podendo-se absorver desse processo a própria realidade. Assim o trabalho com o experimento torna-se para o aluno uma mera execução de tarefas. Tratado dessa forma, este coleta dados e faz cálculos que serve para a verificação de leis e teorias físicas já aceitas na comunidade científica e previamente estudadas na sala de aula. Como muitos dos resultados obtidos nesse experimento já são conhecidos, essa atividade isolada de um contexto de reflexões pouco contribui para a aprendizagem por parte do aluno. Dessa forma, a interação com o objeto causa contrapontos, não ocasiona conflitos, apenas se verifica o dado empírico que já consta nos livros ou nas aulas ditas “teóricas” (VILATTORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008, p; 105-106).

Para vencer a visão empirista-indutivista faz-se necessário rever a estratégia experimental para se causar aprendizagem significativa e não mecânica, provocando no aluno curiosidade para que o ensino cognitivista aconteça, superando o enfoque supracitado e causando reflexão crítica. Logo:

[...] a experimentação deve ser usada segundo seu aspecto qualitativo. Quando o interesse do professor é problematizar para obter uma situação de ensino mais significativa, interessa mais a reflexão que o material suscita no ambiente de sala de aula do que a pura matematização do experimento ou a simples obtenção de um número que pouco representa para o aluno. Como qualitativo, o **experimento** pode se configurar como um **objeto de problematização**, sugerindo confronto entre concepções científicas e conhecimentos prévios dos estudantes, além de diversos outros elementos que podem despertar seus interesses (VILATTORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008, p; 106-107).

A atividade experimental que preze por uma aprendizagem baseada no processo de “enculturação” dos alunos deve ser muito bem planejada visto que o processo argumentativo dos discentes que estão no EM é bem amplo, e muitas vezes desconexo, necessitando de grande preparo docente para o processo de captura e mudança conceitual. Essa atividade quando bem planejada e motivando o processo de discussão dará vazão aos discursos muito mais próximos do científico.

O ensino médio, importante fase da vida escolar que os adolescentes experimentam com muita intensidade é comprimido entre o ensino fundamental e a pressão exercida pelos exames vestibulares, cuja influência na vida dos estudantes se irradia da última série para a primeira. Tal é o significado dessa espécie de ritual de passagem, ao qual, não raramente, o conteúdo e a própria vivacidade do ensino médio se rendem. Assim, os conceitos da física se tornam instrumentos para abrir portas que dão acesso à vida universitária, e os professores veem impelidos a adaptar suas práticas pedagógicas à objetividade dos resultados nos concursos; [...] O Exame

Nacional do Ensino Médio (Enem) promoveu um avanço positivo ao esvaziar o caráter conteudista dos exames vestibulares tradicionais, privilegiando a essência dos conceitos em detrimento da memorização de fórmulas e dados, ou seja, estimulando a avaliando mais a capacidade do aluno para lidar com as informações do que sua habilidade para memoriza-las (BARRETO, 2012, p. 7-8).

(Re)Pensando essa etapa do processo formativo, que em termos de avaliações externas foram revistas, é de suma importância que o professor reveja suas práticas pedagógicas que diante dessa atual conjuntura do ensino muitas vezes não é mais indicada. Um ensino tradicional, pautado num processo de memorização de fórmulas, ou seja, pautado na matematização nem sempre é o que o aluno necessita para a sua vida.

### **3.2 PRÁTICA DOCENTE: PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS**

Quando tratamos de educação escolar pensamos em todo o processo formativo, mas sempre visamos o que acontece em sala de aula. Por sala de aula compreendemos todos os possíveis lugares físicos onde possa estabelecer a interação entre professor-alunos (laboratório, quadra, oficina, ateliê etc.). Essa interação fundamental possibilita além do processo ensino-aprendizagem, o posicionamento político, ideológico, a troca de afeto, valores, dentre outras coisas. É por meio dela que o professor percebe os reais problemas do ensino, algo que vai muito além do idealizado durante a formação acadêmica.

A sala de aula é o centro do acontecimento educação escolar, pois a formação básica do educando se dá neste espaço de interação entre os sujeitos, mediados pela realidade. No ato de educar, [...] no contato com os alunos é que o professor sente, por um lado, o volume de problemas concretos, sem solução, a antipedagogia do dia-a-dia [sic] e, por outro lado, a desvinculação acadêmica, o pedagogs que não dá conta da vida escolar (VASCONCELLOS, 2002, p.12).

A educação é a razão de ser da escola e interfere diretamente na sociedade, por isso, devemos estar atentos a alguns aspectos no ensino que poderão contribuir para aula com melhor rendimento, tanto para o aluno quanto para o professor. Vasconcellos (2002) exemplifica o caso do professor, segundo ele, alienado, que tem sua preocupação mais imediata em “dar o conteúdo” e “defender sua sobrevivência”. Para ele, o correto seria buscar caminhos que unissem a vida cotidiana da sala de aula com uma educação mais aberta a mudanças e não focada no professor, como

detentor de todo o conhecimento. Pensamento semelhante tem Aquino (1996) que diz ser o modo de agir do professor em sala de aula, mais do que suas características de personalidade, que colabora para uma adequada aprendizagem dos alunos.

Torna-se necessário compreender certas “habilidades” que compõem o trabalho docente, que sob as devidas condições, torna-se possível aprimorá-las com o tempo, ocasionando melhorias para a construção do conhecimento. A organização do contexto é uma delas, pois é através dela que acontece a aula propriamente dita. Sant’Anna *et al* (1998) comenta que a ação de planejar o ensino é predominantemente importante para incrementar a eficiência da ação a ser desencadeada em sala de aula, o que evidencia sua necessidade. Entre seus vários aspectos há o processo de estimulação, que é composto por materiais didáticos e meios auxiliares. Vasconcellos (2002, p.105) apresenta algumas das vantagens desse processo:

Dispor objetos/elementos/situações: dar condições para que o educando tenha acesso a elementos novos, para possibilitar a elaboração de respostas aos problemas suscitados, superar a contradição entre sua representação e a realidade. Dar indicações, oferecer subsídios, dispor de elementos para “combustível” (“arte” do professor: elementos certos, no momento certo).

Isso além de tornar a aula mais interessante, trabalha outras áreas que também podem ser exploradas para solidificar o conhecimento. Sant’Anna *et al* (1998) ressalta sua importância alegando que a forma de apresentar as informações e ideias tem influência na aceitação das mesmas. Partindo de estratégias coerentes com o processo metodológico, poderão ser relacionados meios auxiliares, como, por exemplo, trabalho em grupo, experimentação, debates, jogos educativos, dramatização, pesquisa etc, que trabalham diferentes canais receptores, alternando entre o ver e ouvir. Em paralelo com isso serão fomentadas ideias e poderão surgir perguntas, que devem ser estimuladas pelo professor, que assumem duas possíveis categorias, as altas e as baixas, sendo respectivamente, uma associada à comparação, análise e necessidade de inferir; e a outra, reconhecimento de conceitos, fatos, generalizações não aprofundadas. Vasconcellos (2002, p.105) explicita como “provocar” o aluno para que ele compreenda o assunto:

Colocar o pensamento do educando em movimento; pôr “os neurônios” para funcionar; propiciar que aluno pense sobre a questão. Propor atividades de conhecimento; provocar situações em que os interesses possam emergir e o aluno possa atuar. Assim, terá condições de “triturar”, trabalhar, processar as informações e aproveitá-las.



O ato de colocar os “neurônios para funcionar” estimula o raciocínio do educando; ao levantar situações problemas o professor favorece (ou estimula) que isso aconteça. Neste sentido, considera-se importante não sobrecarregar o aluno com informações irrelevantes e/ou desconexas, ajudando-o no encaminhamento das resoluções, oferecendo as informações no momento certo. Para isso, é necessário que o professor tenha organizado o conteúdo, estruturando as ideias, dando uma sequência predefinida e trabalhando somente os conteúdos relevantes, permitindo que haja o “tempo de espera” para assimilação do mesmo.

Ao propor a atividade, o problema, o educador deve esperar o encadeamento das ações, a elaboração das hipóteses, da resposta por parte do educando. Este “**tempo de espera**” é fundamental para o desenvolvimento da reflexão do educando e conseqüentemente construção do conhecimento (VASCONCELLOS, 2002, p.109).

Ainda sobre organização do conteúdo ser explicitado com clareza, o objetivo da aula é muito importante. Algo que parece tão básico, mas que na prática muitas vezes não é feito, constituindo um dos sérios problemas enfrentado por educadores. Vasconcellos (2002, p.74) evidencia que um objetivo bem formulado ajuda na elaboração da estratégia de ação e serve de critério para se saber em que medida foi alcançado, além de permitir uma postura ativa do sujeito. Sant’Anna *et al* (1998, p.55) ainda nos diz mais:

A formulação de objetivos é fundamental e prévia em qualquer atividade. Todo o educador precisa conhecer a meta que dará sentido aos seus esforços, pois não é possível selecionar o itinerário mais adequado se não se sabe onde se quer chegar.

Essa ideia, partindo da clareza do objetivo, torna possível perceber o início, meio e fim da aula, que é algo que orienta tanto o aluno quanto o professor. Deve-se levar em consideração o uso adequado do vocabulário e a clareza na organização das ideias; o vocabulário adequado auxilia no rompimento de errôneas concepções alternativas e possibilita sua substituição pelos termos científicos pertinentes. Concepções alternativas, segundo Gravina *et al* (1994), são as concepções apresentadas pelos estudantes que diferem das concepções aceitas pela comunidade científica. O uso de gírias e palavras de baixo calão não condizem com a exigência de uma linguagem acessível e academicamente orientada, ressalta Farias *et al* (2009).

Tratando da clareza na organização das ideias, Libâneo (1994, p.97) nos diz que dependendo do grau de proximidade que (o aluno) tem em relação ao assunto novo e do nível dos pré-requisitos, não havendo condições objetivas, o professor encaminha o contato com a matéria pela conversação, discussão etc. tendo como objetivo dessa fase, a formação de ideias claras sobre o assunto. Essa forma clara na organização das ideias irá juntar os elementos para a melhor compreensão por parte do aluno.

Conforme exposto acima alguns aspectos na variação de estímulos, referente ao comportamento do professor tem um importante papel na sua aula. A movimentação é um desses aspectos, Farias *et al* (2009, p.136) traz argumentos sobre como isso influencia.

A movimentação é outro aspecto que o professor deve considerar. Exposições em que os expositores permanecem sentados, com leituras de longos textos, estão fadadas ao fracasso. Ao contrário, o chegar junto, o olho no olho, facilita a comunicação e o diálogo pretendido.

Por esse motivo, o professor pode estar atento a sua movimentação, ela irá contribuir para como se dá o *feedback* pelo aluno. O *feedback* é um dos recursos de avaliação da aula, sendo uma forma de obter e analisar os resultados do que tem sido apreendido pelos alunos.

Entendemos como *feedback* o processo organizado, pelo qual se faz retroagirem os efeitos (resultados) de um sistema em desenvolvimento sobre as causas (fontes de estimulação), com o propósito básico de assegurar o alcance dos objetivos. Para que ocorra esse mecanismo é necessário coletar dados e interpretá-los (avaliar). São a coleta e a interpretação dos dados em função dos objetivos que nos dirão acerca das modificações a implementar e dos modos como poderemos realizar essas inovações (SANT'ANNA, 1998, p.51).

Dada sua importância, pode-se selecionar a forma mais adequada para cada turma e situação. O *feedback* pode ser proposto (ao aluno) via perguntas, via testes e/ou via solicitação de exemplos; o que fica a critério do professor, visando uma melhor análise da turma. Obtido esse retorno por parte do aluno, o professor tem a oportunidade de empregar um reforço, que seria a resposta ao *feedback* do aluno. Esse reforço pode ser positivo ou negativo, e ser transmitido oralmente ou através de gestos etc.

Skinner acredita que, em sala de aula, o estudante deve ser reforçado logo que apresente a resposta apropriada. Ele lamenta que muita oportunidade de aprender seja desperdiçada, pois o aluno só fica sabendo se o exercício está

certo ou errado, quando o recebe de volta, corrigido, uma semana depois... O reforço deve ser imediato (BARROS, 2007, p. 66).

O reforço ajuda o aluno a perceber se está correto ou errado quanto à sua forma de pensar a respeito do assunto; e o reforço age, de certa forma, como um *feedback*. Essas “habilidades” dizem respeito tanto aos professores novatos quanto aos já em exercício. Há muitos anos estão tentando efetivar uma mudança no processo educativo “na qual não importa apenas “quanta ciência os alunos aprendem, mas também o que aprendem “sobre” a ciência” (HARRES, 2012, p. 106).

Mesmo que os professores busquem essa mudança, seja na sua formação inicial ou continuada, do ponto de vista epistemológico ainda há dilemas na área de pesquisa em ensino de ciências, que segundo Harres (2012) são cinco:

1. Polarização entre autonomia e dependência no desenvolvimento profissional.
2. O respeito à diversidade e a disseminação da inovação.
3. O professor investigador.
4. A concepção de aprendizagem profissional e a prática docente como formador.
5. Relação entre uma visão simplista do conhecimento e uma visão complexa do conhecimento.

Pensar em polarizar refere-se a ideia de criar polos. Essa ideia entre a autonomia e a dependência no desenvolvimento profissional, refere-se ao fato de cada vez menos os professores na sala de aula estarem independentes (autônomos) no seu desenvolvimento profissional enquanto que os pesquisadores têm uma dependência muito grande desses docentes para investigação. Em meio a essa polarização do primeiro dilema está incluído o terceiro dilema, partindo do pressuposto que os professores da educação básica podem (e devem) utilizar suas salas de aula como instrumento de investigação, sempre respeitando a diversidade e trabalhando na disseminação da inovação de feitos em suas investigações, conforme dilema dois.

O quarto dilema refere-se ao fato de que será que a aprendizagem que os professores que estão se formando condiz com a ideia de aprendizagem proposta pelos seus formadores? Mas pensar nisso é voltar ao dilema dois, onde deve-se respeitar a diversidade formativa onde os professores devem, e estão, aprendendo com a sua própria prática.

E, por último, vencer uma visão simplista do conhecimento é uma etapa difícil do processo de ensino-aprendizagem, visto que o processo de conhecer é muito complexo, e no processo de matematização o aluno acaba muitas vezes por ter uma aprendizagem memorística e pouco aprende para poder entender o mundo a sua volta que de simples não tem nada, carecendo nesse momento de orientações pedagógicas construtivas e não tradicionalistas, que geralmente são pautadas na memorização e aplicação de fórmulas por mera substituição polinomial.

Superar essa visão simplista para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 33) seria a maneira com que dá um tratamento científico às questões relativas à veiculação de conhecimento na escola e à sua apropriação pela maioria dos estudantes. No entanto, o conhecimento científico abrange quase todos os aspectos da vida do indivíduo e constantemente observamos o seu domínio desenvolvendo-se de forma expressiva. Assim, todo indivíduo, independentemente de sua concepção e ofício, convive diariamente com este conhecimento, necessitando de um maior e melhor entendimento da ciência, de suas aplicações e implicações. Para superar esse “senso comum” é de muita importância o professor compreender o processo de transposição didática, fenômeno este que fará com que os conceitos científicos aprendidos na academia se modele para ser compreendido pelo estudante da educação básica.

A transposição didática é o caminho percorrido para que a prática do ensino de um objeto seja transformado em objeto de ensino. Segundo Chevallard (1991, apud SILVA, 2008, p. 118):

Um conteúdo do saber que tenha sido designado como saber a ensinar sofre, a partir de então, um conjunto de transformações que vão torna-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O “trabalho” que transforma um objeto de ensino, é denominado de “transposição didática”.

O processo engloba três etapas:

1. O saber sábio: aquele saber do cientista, o saber acadêmico, produzido pelos pesquisadores e publicado em periódicos.
2. O saber a ensinar: segundo Alves Filho, Pietrocola e Pinheiro (2000):

[...] é o produto organizado e hierarquizado em graus de dificuldade, resultante de um processo de total descontextualização e degradação do saber sábio. Enquanto saber sábio apresenta-se ao público através de publicações científicas, o saber a ensinar faz-se por meio de livros-textos e

manuais de ensino (ALVES FILHO; PIETROCOLA; PINHEIRO, 2000, apud SILVA, 2008, p. 118).

3. O saber ensinado: é o produzido pelo professor ao preparar suas aulas de acordo com seus textos e suas “notas” de aula.

O professor ao se apropriar da teoria da transposição didática pode utilizar sua sala de aula como laboratório e pesquisar o ensino de física, tornando-se assim um professor-pesquisador. Silva (2008, p.50), traz vários problemas que o cotidiano escolar revela para o professor de física resolver, tais como:

- Como o docente de Física faz a transposição didática do saber a ensinar para um saber ensinado? Quais critérios utilizados na transposição?
- Como o docente de Física organiza esses saberes de forma que propicie uma aprendizagem? De que maneira ele desenvolve essa prática?
- Tendo o docente de Física um objeto de ensino e supondo haver mais de uma turma da mesma série, o ensino se torna peculiar para cada turma de uma determinada série ou o referido ensino é padronizado para as demais turmas? De que forma ele interfere nesse saber ensinar? Quais os critérios utilizados?
- Como é proposta pelo professor a construção do conceito físico associado ao saber escolar?

Para que possa haver uma melhor compreensão do processo formativo do professor de física, faz-se necessário entender a formação do currículo da graduação para que se possa compreender o fenômeno da matematização.

### **3.3 PRÁTICA DOCENTE: CURRÍCULO**

Em 1946, foi criado o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) que na década de 50 com atividades feitas com professores e alunos pode-se ampliar os trabalhos do instituto. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1961, tornou obrigatório o ensino de Ciências para todas as séries do Ginásio (atualmente 6º ao 9º ano do ensino fundamental) e em 1971 este ensino passa a atender a todas as séries do 1º grau (hoje Ensino Fundamental).

Na década de 60, com os avanços científicos causados pelo lançamento do Sputnik pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), os Estados Unidos criaram inovações curriculares para tentar produzir “pequenos cientistas”. Essas inovações foram embasadas em projetos de experimentação orientadas pela pedagogia da redescoberta. Temos como exemplo o projeto Havard, que nem chegou

a ser inserido no Brasil, mas contribuiu muito para a inserção de uma abordagem conceitual da Física; o Physical Science Study Committee (PSSC), com uma abordagem bem experimental foi introduzido no Brasil com o apoio do IBEC e da Universidade de São Paulo (USP) com reprodução do material pela Editora da Universidade de Brasília.

Com apoio da Fundação Ford, no verão de 1962, foi feito um curso com 40 professores da América Latina para divulgarem o PSSC. De proposta inovadora, com kits para que os alunos pudessem pesquisar e redescobrir, teve muitos percalços na sua implementação como a de falta de preparo docente, material didático como livros textos e kits.

Em 1972, o Ministério da Educação (MEC) cria o Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências para desenvolver materiais didáticos e aprimorar a capacitação de professores do 2º grau (hoje Ensino Médio). Os conteúdos de Física e Química foram inseridos na disciplina Ciências para enriquecê-la e mostrar aos alunos novas possibilidades de aprendizado e, sobretudo, o que está intrínseco na área de conhecimento de Ciências da Natureza.

Em 1986, todas as iniciativas supracitadas começaram a surtir efeito e surge na Sociedade Brasileira de Física (SBF), o Encontro dos Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF) e em 1987 o Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), com debates que começaram a reorganizar as políticas curriculares para Física e Matemática.

A graduação em Física no Brasil teve seu início regular em 1934, com a criação do curso de “Sciencias Physicas” na “Faculdade de Philosophia, Sciencias e Letras” da Universidade de São Paulo. Até 1946, o curso teve duração de três anos, tanto para bacharéis como para licenciados, devendo estes freqüentar [sic] também o “Curso de Formação Pedagógica do Professor Secundário”, organizado no antigo Instituto de Educação da Praça da República, na Cidade de São Paulo. Em 1946, foi criado o quarto ano obrigatório para os bacharéis, com direito também às disciplinas para licenciatura. Em 1962, o Conselho Federal de Educação regulamentou o currículo mínimo obrigatório para a Licenciatura em Física, juntamente com as disciplinas pedagógicas, e determinou sua obrigatoriedade no país a partir de 1963. Assim, acentuou-se a diversificação entre Licenciatura e Bacharelado na Universidade de São Paulo (PRADO; HAMBURGER, 2004, p. 31).

O currículo do Curso de Sciencia Physicas em 1934 apresentava a seguinte configuração curricular:

**Quadro 2:** Proposta curricular para o Curso de Ciências Físicas da FFCL da UESP em 1934.

ANO	DISCIPLINAS
1º	Física Geral e Experimental (1ª parte); Cálculo Vetorial; Geometria Analítica e Projetiva; Análise Matemática (1ª parte);
2º	Física Geral e Experimental (2ª parte); Mecânica Racional; Análise Matemática (2ª parte);
3º	Teorias Físicas e História da Física; Física Geral e Experimental (Exercícios de Física); Análise Matemática.

*Fonte: Prado & Hamburger (2001, p. 32).*

Em 1942 houve a primeira reformulação onde foi incluído no currículo estudos em física experimental como em física teórica ligados à radiação cósmica e à física nuclear.

**Quadro 3:** Estrutura Curricular do Curso de Física da FFCL da USP em 1942.

ANO	DISCIPLINAS
1º	Física Geral e Experimental; Cálculo Vetorial; Geometria Analítica e Projetiva; Análise Matemática;
2º	Física Geral e Experimental; Mecânica Racional; Análise Matemática; Geometria Descritiva e Complementos de Geometria;
3º	Análise superior; Física Superior; Física Matemática e Física Teórica.

*Fonte: Prado & Hamburger (2001, p. 32).*

Por mais louvável que seja a primeira reforma, pode-se perceber que acrescentou-se duas disciplinas puramente matemática e uma mista. Contribuindo assim com a perpetuação da matematização da Física.

Com a LDB de 1961 houve a diferenciação entre licenciatura e bacharelado e assim criou-se currículos “diferenciados” para ambos os cursos.

Embora organizado por série, segundo uma programação ideal, passou-se a permitir ao estudante o curso parcelado, isto é, matricular-se nas matérias (hoje disciplinas) de sua escolha, ao invés de fazê-lo no conjunto de matérias que constituíam determinado ano do curso. Esta situação destruiu o conceito de “turma”, talvez importante para a vida escolar do ingressante, e resultou em exigências quanto ao número máximo de matérias a que o estudante

pode assistir por ano (hoje semestre) e quanto aos requisitos de cada matéria; estes são conjuntos de disciplinas julgadas indispensáveis para que o estudante consiga sucesso na disciplina seguinte. Os pré-requisitos foram criados, portanto, com o intuito de orientar a matrícula no regime parcelado, e de facilitar o trabalho em aula do professor e o estudo por parte do aluno. Os estudos sobre evasão, contudo, mostraram depois que a exigência rigorosa dos pré-requisitos, praticada nos anos 80, não melhorou significativamente os índices de aprovação (PRADO; HAMBURGER, 2004, p. 33-34).

As reformulações curriculares foram maiores na década de 60, período que os alunos deixaram de prestar exame para cursar o colegial (hoje ensino médio), abrindo, desta forma, as portas para um contingente de alunos que careciam de um ensino mais voltado para usabilidade, proposta que casava com as ideias dos projetos dos Estados Unidos, bem como com a obrigatoriedade do 4º ano do curso de licenciatura imposto pela LDB.

**Quadro 4:** Currículo da Licenciatura em Física da FFCL da UESP em 1967.

ANO	DISCIPLINAS DO 1º SEMESTRE	DISCIPLINAS DO 2º SEMESTRE
1º	Cálculo Infinitesimal; Física Geral e Experimental I; Geometria e Vetores; Química;	Cálculo Infinitesimal; Física Geral e Experimental I; Geometria e Vetores; Química;
2º	Cálculo II; Física Geral e Experimental II; Mecânica Geral; Cálculo Numérico;	Cálculo II; Física Geral e Experimental II; Mecânica Geral;
3º	Psicologia da Educação; Estrutura da Matéria; Física Aplicada para Licenciatura;	Psicologia da Educação; Estrutura da Matéria; Física Aplicada para Licenciatura;
4º	Instrumentação para Ensino; História das Ciências Físicas; Didática; Prática de Ensino; Administração Escolar.	Instrumentação para Ensino; Física Teórica para Licenciatura; Didática; Prática de Ensino.

**Fonte:** Prado & Hamburger (2001, p. 34).

As disciplinas do quarto ano foram cruciais para modificação do cenário do ensino de ciências que havia no Brasil na década de 60. Cumprindo o parecer que constava que devia haver alguns itens que estavam na tendência da época: Física Experimental e Instrumentação para Ensino. A Física Aplicada para a Licenciatura e a Instrumentação para Ensino foram criadas como programa aberto e só em 1976 começaram a seguir uma certa regularidade.



Por mais que a reforma proposta pela LDB não alcançasse o bacharelado o mesmo também sofreu reformulações.

**Quadro 5:** Currículo do Bacharelado em Física da FFCL da USP em 1967.

ANO	DISCIPLINAS DO 1º SEMESTRE	DISCIPLINAS DO 2º SEMESTRE
1º	Análise I; Física Geral e Experimental I; Geometria e Vetores; Química;	Análise I; Física Geral e Experimental I; Geometria e Vetores; Química;
2º	Análise II; Física Geral e Experimental II; Mecânica Geral; Cálculo Numérico;	Análise II; Física Geral e Experimental II; Mecânica Geral; Álgebra;
3º	Análise III; Estrutura da Matéria; Física Ondulatória; Física Matemática I;	Análise III; Estrutura da Matéria; Física Ondulatória; Física Matemática II*;
4º	Eletromagnetismo; Introdução à Mecânica Quântica; História das Ciências Físicas; Termodinâmica; Eletrônica*; Física Tecnológica*.	Eletromagnetismo; Int. à Física do Estado Sólido; Int. à Física Nuclear; Teoria dos Grupos; Eletrônica* Física Tecnológica*.
As matérias assinaladas com * são optativas e as não assinaladas, obrigatórias.		

*Fonte:* Prado & Hamburger (2001, p. 35).

A Química foi introduzida para que o Licenciado pudesse ensiná-la, a depender de sua carga horária. História das Ciências Físicas volta ao currículo e na reforma da década de 80 passa para a responsabilidade do Departamento de História. Para não perder o domínio sobre o ensino ela muda de nome para “Evolução das Ideias da Física”, ou simplesmente “Evolução da Física”, e assim continua sob responsabilidade dos professores da área da física.

Após esse histórico do curso de Licenciatura em Física podemos analisar hodiernamente os cursos que são ofertados na rede pública da região Sudoeste da Bahia. Na região sudoeste há duas instituições públicas que ofertam a Licenciatura em Física, uma na modalidade presencial e à distância (PARFOR<sup>5</sup>) e uma outra na modalidade à distância:

<sup>5</sup> Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica é um Programa emergencial instituído para atender o disposto no artigo 11, inciso III do Decreto nº 6.755, de 29 de janeiro de 2009 e implantado em regime de colaboração entre a Capes, os estados, municípios o Distrito Federal e as Instituições de Educação Superior – IES.

**Quadro 6:** Instituições públicas que ofertam o curso de Licenciatura em Física.

INSTITUIÇÃO	LOCALIZAÇÃO DO CURSO	MODALIDADE
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB	Vitória da Conquista e Itapetinga	Presencial e à Distância (PARFOR)
Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC	Brumado, Vitória da Conquista e Itapetinga	Modalidade EAD.

*Fonte: Sites das instituições.*

Os cursos da UESB apresentam matrizes curriculares diferentes de um *campus* para o outro:

**Quadro 7:** Componentes curriculares, por semestre, dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

(continua)

SEMESTRE	CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA	CAMPUS ITAPETINGA
1 <sup>o</sup>	Física Geral I Laboratório de Física Geral I Cálculo I Geometria Analítica e Cálculo Vetorial Português Instrumental Educação e Diversidade Étnico-Racial	Introdução à Física Cálculo Vetorial e Geometria Analítica Introdução ao Laboratório de Física Fundamentos da Pesquisa Científica Português Instrumental Introdução à Filosofia Introdução à Ciência da Computação
2 <sup>o</sup>	Física Geral II Laboratório de Física Geral II Cálculo II Álgebra Linear I Psicologia da Educação I Introdução à Ciência da Computação	Física I Cálculo Diferencial e Integral I Física Experimental I Álgebra Linear Psicologia da Educação I Estrutura e Funcionamento do Ensino Básico
3 <sup>o</sup>	Física Geral III Laboratório de Física Geral III Cálculo III Química Geral Equações Diferenciais Práticas de Ensino de Física I Elementos de Educação Especial e Fundamento em Metodologia da Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS	Física II Cálculo Diferencial e Integral II Física Experimental II Didática Psicologia da Educação II Métodos e Técnicas da Pesquisa Científica
4 <sup>o</sup>	Física Geral IV Laboratório de Física Geral IV Cálculo IV Química Inorgânica I Psicologia da Educação II Práticas de Ensino de Física II	Física III Cálculo Diferencial e Integral III Física Experimental III Didática em Física Estágio I Instrumentação para o Ensino de Física I
5 <sup>o</sup>	Mecânica Clássica I Cálculo Numérico Estrutura e Funcionamento do Ensino do 1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> Graus Didática Introdução à Filosofia Recursos Energéticos e Meio Ambiente Práticas de Ensino de Física III	História da Ciência Física IV Cálculo Diferencial e Integral IV Instrumentação para o Ensino II Estágio II Física Experimental IV

*Fonte: Site da instituição.*

**Quadro 7:** Componentes curriculares, por semestre, dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. (conclusão)

SEMESTRE	CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA	CAMPUS ITAPETINGA
6º	Estrutura da Matéria Termodinâmica Estágio Supervisionado em Física I Metodologia da Pesquisa Científica Teoria Eletromagnética I	Fundamentos de Eletromagnetismo Física Moderna I Cálculo Numérico Evolução da Física I Estágio III
7º	Evolução da Física I Realidade Brasileira Contemporânea Estágio Supervisionado em Física II Trabalho Monográfico Orientado I Optativa I Optativa II	Termodinâmica Física Moderna II Física Moderna Experimental Evolução da Física II Estágio IV
8º	Evolução da Física II Introdução à Astronomia e Astrofísica Estágio Supervisionado em Física III Trabalho Monográfico Orientado II Optativa III Optativa IV	Libras Monografia Estágio V Optativa I Optativa II Optativa III

**Fonte:** Site da instituição.

O curso de Licenciatura em Física na modalidade Ead pela PARFOR da UESB está vinculado ao *campus* de Vitória da Conquista. Sendo oferecida 125 vagas em 5 pólos, ou seja, 25 vagas por pólo. As cidades que receberam os pólos são: Vitória da Conquista, Jequié, Itapetinga, Ibicuí, Ipiaú e Guanambi. O curso teve início no primeiro semestre do ano de 2018. As disciplinas do curso são geralmente oferecidas duas por vez, caracterizando assim, um módulo. Cada semestre tem três módulos.

**Quadro 8:** Componentes curriculares, por semestre, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia na modalidade Ead pela PARFOR. (continua)

SEMESTRE	CURSO NA MODALIDADE EAD
1º	Introdução à Física Tecnologias Aplicadas à Educação a Distância Matemática Básica Prática de Leitura, Interpretação e Produção de Textos Filosofia da Ciência Educação e Diversidade Étnico-racial
2º	Física I Laboratório de Física Experimental I Cálculo I Psicologia da Aprendizagem Metodologia Científica Prática como Componente Curricular I
3º	Física II Laboratório de Física Experimental II Cálculo II Didática Estrutura e Funcionamento da Educação Prática como Componente Curricular II

**Fonte:** Coordenação do curso.

**Quadro 8:** Componentes curriculares, por semestre, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia na modalidade Ead pela PARFOR. (conclusão)

SEMESTRE	CURSO NA MODALIDADE EAD
4 <sup>o</sup>	Física III Laboratório de Física Experimental III Cálculo III Evolução da Física Estágio Curricular Supervisionado I Prática como Componente Curricular III
5 <sup>o</sup>	Física IV Laboratório de Física Experimental IV Cálculo IV Optativa I Estágio Curricular Supervisionado II Prática como Componente Curricular IV
6 <sup>o</sup>	Termodinâmica Elementos de Educação Especial e Fundamentos em Metodologia da Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS Optativa II Instrumentação para o Ensino de Física Estágio Curricular Supervisionado III
7 <sup>o</sup>	Física Moderna Monografia I Mecânica Clássica Novas Tecnologias no Ensino de Física Química Geral Prática como Componente Curricular V
8 <sup>o</sup>	Eletromagnetismo Monografia II Optativa III Recursos Energéticos e Meio Ambiente Estágio Curricular Supervisionado IV

**Fonte:** Coordenação do curso.

Embora esse estudo fosse sobre os cursos de Licenciatura em Física que existem no sudoeste da Bahia, há dois pólos da UESB – Ead localizados no extremo sul baiano, nas cidades de Ipiauí e Ibicuí.

Em relação ao curso de Física na modalidade Educação à Distância (EAD), oferecido pela UESC, o sítio eletrônico da instituição apresenta a seguinte matriz curricular para o curso de Licenciatura em Física.

**Quadro 9:** Componentes curriculares, por semestre, dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Santa Cruz. (continua)

SEMESTRE	DISCIPLINAS
1 <sup>o</sup>	Educação a Distância (EAD) e Letramentos Digitais Química Geral Elementos de Matemática Básica Introdução à Física Políticas Públicas Educacionais

**Fonte:** Site da instituição.

**Quadro 9:** Componentes curriculares, por semestre, dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Santa Cruz. (conclusão)

SEMESTRE	DISCIPLINAS
2 <sup>o</sup>	Filosofia da Educação Psicologia da Educação Cálculo I Evolução dos Conceitos da Física Informática no Ensino de Física
3 <sup>o</sup>	Física I Laboratório de Física I Cálculo II Tópicos Especiais em Física – Astronomia Didática
4 <sup>o</sup>	Física II Laboratório de Física II Elementos de Matemática Avançada Tópicos Especiais em Física – Física Nuclear Produção de Material Didático
5 <sup>o</sup>	Física III Laboratório de Física III Instrumentação para o Ensino de Física I Tópicos Especiais em Física – Energias Alternativa Estágio Supervisionado I
6 <sup>o</sup>	Física IV Laboratório de Física IV Instrumentação para o Ensino de Física II Tópicos Especiais em Física – Ótica Estágio Supervisionado II
7 <sup>o</sup>	Eletromagnetismo Elementos de Mecânica Clássica Introdução à Língua Brasileira de Sinais <sup>6</sup> Tópicos Especiais em Ensino de Física – Pesquisa em Ensino de Física Estágio Supervisionado III
8 <sup>o</sup>	Física Moderna Laboratório de Física Moderna Termodinâmica Trabalho de Conclusão de Curso Estágio Supervisionado IV

**Fonte:** Site da instituição.

Os cursos de Licenciatura em Física das universidades estaduais que apresentam *campi* ou pólo no sudoeste da Bahia apresentam a seguinte carga horária:

**Quadro 10:** Carga horária, número de disciplinas e creditação dos cursos das Universidades Estaduais presentes no sudoeste da Bahia. (continua)

Análise	Instituição	UESB			UESC
		Vitória da Conquista	Itapetinga	Ead	
Carga horária total		3755	3260	3045	3200

**Fonte:** Sites das instituições.

<sup>6</sup> A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) foi implementada no currículo das licenciaturas conforme determina o artigo terceiro do Decreto no 5.626/2005.

**Quadro 10:** Carga horária, número de disciplinas e creditação dos cursos das Universidades Estaduais presentes no sudoeste da Bahia. (conclusão)

Análise	Instituição	UESB			UESC
		Vitória da Conquista	Itapetinga	Ead	
Carga horária de estágio		495	435	435	405
Número de disciplinas obrigatórias		45	44	46	40
Número de disciplinas optativas		4	3	3	0
Créditos		177	170	167	165

**Fonte:** Sites das instituições.

As matrizes curriculares já expostas anteriormente foram analisadas de forma mais criteriosa e foram formadas categorias das disciplinas, onde cada uma destas está representado pelo número de componentes curriculares que a competem:

**Quadro 11:** Categorização das disciplinas.

Categoria	Instituição	UESB			UESC
		Vitória da Conquista	Itapetinga	Ead	
Núcleo específico		16	17	15	19
Química		2	0	1	1
Matemática		8	7	5	4
Educação		7	5	11	6
Ensino de Física		3	3	2	5
História e Filosofia das Ciências		1	2	1	0
Ciência da Computação		1	1	0	0
Linguagens e Representações		1	1	1	0
Pesquisa Científica		3	3	3	1
Estágio		3	5	4	4
Optativas		4	3	3	0

**Fonte:** Análise do pesquisador.

O quadro abaixo permite um comparativo dos cursos de Licenciatura em Física, incluindo um dos primeiros modelos de curso ofertado pela USP e os oferecidos em nossa região pela UESB e UESC, apresentando o percentual de disciplinas por categoria.

**Quadro 12:** Percentual de disciplinas por categoria.

(continua)

Categoria	Instituição	USP			UESB			UESC
		Sciencias Physicas - 1934 -	Física - 1942	Licenciatura em Física - 1967	VC	IT	Ead	
Núcleo específico		44,44%	45,45%	30%	32,65%	36,17%	32,60%	47,5%
Química		0%	0%	6,66%	4,08%	0%	2,17%	2,5%

**Fonte:** Análise do pesquisador.

**Quadro 12:** Percentual de disciplinas por categoria.

(conclusão)

Instituição Categoria	USP			UESB			UESC
	Sciencias Physicas - 1934 -	Física - 1942	Licenciatura em Física - 1967	VC	IT	Ead	
	Matemática	44,44%	54,55%	23,33%	16,32%	14,89%	
Educação	0%	0%	23,33%	14,28%	10,63%	23,91%	15%
Ensino de Física	0%	0%	13,33%	6,12%	6,38%	4,34%	12,5%
História e Filosofia das Ciências	11,12%	0%	3,35%	2,04%	4,25%	2,17%	0%
Ciência da Computação	0%	0%	0%	2,04%	2,12%	0%	0%
Linguagens e Representações	0%	0%	0%	2,04%	2,12%	2,17%	0%
Pesquisa Científica	0%	0%	0%	6,12%	6,38%	6,52%	2,5%
Estágio	0%	0%	0%	6,12%	10,63%	8,69%	10%
Optativas	0%	0%	0%	8,19%	6,43%	6,52%	0%

*Fonte:* Análise do pesquisador.

A partir do quadro anterior percebe-se a construção histórica da quantidade de disciplinas de matemática que há no curso de Física. Nos modelos iniciais desse curso a quantidade de componentes curriculares de matemática supera a quantidade de componentes de física em 1942 e no ano de 1934 chegou a se igualar. Isso se reflete nos currículos atuais, já que a UESB, *campus* de Vitória da Conquista (16,32%) tem o número de disciplinas de matemática igual a metade do número de disciplinas de Física; no *campus* de Itapetinga (14,89%) chegou-se a um percentual bem próximo da metade e o curso na modalidade Ead (10,86%), juntamente com o curso da UESC, também na modalidade a distância, apresentaram os menores percentuais de disciplinas de matemática.

Como o curso de licenciatura em Física na modalidade Ead ofertado pela UESC possui o maior percentual de disciplinas do núcleo específico e o menor percentual de disciplina de matemática, sendo assim o curso que teoricamente menos “matematizará” a Física, visto que o ferramental matemático será menos abordado.

É sabido da importância da matemática para o estudo da Física, como afirma Bassanezi (2002):

Nas pesquisas científicas, a Matemática passou a funcionar como agente unificador de um mundo racionalizado, sendo um instrumento indispensável para a formulação de teorias fenomenológicas fundamentais, devido, principalmente ao seu poder de síntese e de generalização [...] As leis fundamentais da Física são formuladas matematicamente para proporcionarem uma primeira geração de modelos matemáticos que depois,

são sujeitos a várias correções, algumas empíricas. (BASSANEZI, 2002, 19-22).

Sendo assim a estreita ligação entre a matemática e a física é parte imprescindível do processo de ensino e aprendizagem da física, ou seja, criou-se a visão que seria impossível aprender física sem se saber matemática. Paty (1995) afirma que a matematização é inerente aos conceitos físicos, sendo indispensável a elaboração de conceitos físicos com a matemática.

Dessa forma, a prática pedagógica pautada puramente na matemática é uma construção formativa que vem desde os primórdios do currículo da Licenciatura em Física. Por mais que em 1942 tenha sido inserido um quarto ano para a licenciatura, não se tem informações do que se discutia em relação às práticas docentes. Hodiernamente temos muitas disciplinas pedagógicas e tendências para um ensino não ancorado na matematização.

### 3.4 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 com Pitágoras (c. 570 – c. 495 a.C.) ao acreditar que o princípio de tudo é o número. Platão (428/427 – 348/347 a.C.) não pensava diferente ao conceber 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 de uma 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 heliocêntrico do modelo copernicano dispondo de uma matemática mais sofisticada, o cálculo diferencial.

O processo de matematização da física não é uma construção recente, por mais que nos últimos séculos tenhamos 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.

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, 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, 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?

A partir dessa concepção as reformas educacionais dos últimos anos trouxeram para a prática docente o Pacto Nacional pela Alfabetização da Idade Certa

(PNAIC), instituído pelo MEC em parceria com estados e municípios, foram disponibilizados para professores material didático e formação continuada em Linguagem, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas.

Nessas propostas, foram criados os direitos de aprendizagem, que diferentes dos objetivos educacionais passam a vigorar no estado de direito sendo dever ensinar para os alunos determinados conteúdos para que se cumpra a aprendizagem. Nesse processo de alfabetização científica, a matemática e o processo de matematização estiveram presentes para contribuir, mostrando que o ensino de Física pode começar desde cedo e os conteúdos de matemática como álgebra e probabilidade que eram exclusivos do ensino fundamental nos anos finais e/ou ensino médio, passaram a fazer parte do cotidiano da alfabetização.

Quando pensamos no ensino de Física para criança devemos partir de uma abordagem construtivista. O processo de “construir” o conhecimento acerca do mundo físico faz com que a criança crie suas próprias conjecturas e vá apurando suas ideias sobre o funcionamento das coisas.

A construção do conhecimento pelas crianças é um processo ativo e complexo, no qual seu conhecimento sobre o mundo é dinâmico, ou seja, está em constante mudança. Em qualquer ponto, o entendimento da criança irá incluir ideias corretas (“É possível fazer o cascalho escorregar rapidamente pela calha de forma a cair em seu final” e “Eu tenho de mudar algo para conseguir atingir um resultado diferentes”), assim como ideias incorretas (“O que eu devo mudar é a ferramenta que despeja o cascalho”). Entender que as crianças constroem conhecimento significa que os professores tentam compreender o que as crianças estão pensando no contexto das atividades em sala de aula – uma característica distintiva do ensino construtivista. A evidência de que as crianças constroem conhecimento sobre o mundo físico é que elas aparecem com muitas ideias que nunca lhes foram ensiadas sobre objetos físicos e fenômenos por eles causados. Por exemplo, durante as atividades com rampas e caminhos, frequentemente vemos crianças pequenas colocando um pedaço de mata-junta no chão, depois uma bola de gude sobre ele e então encaram esperançosamente, esperando que a bolinha se mova (DEVRIES; SALES, 2013, p. 30 – 31).

### **3.5 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 escrita 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 número acrescido de 2 é igual a 20.

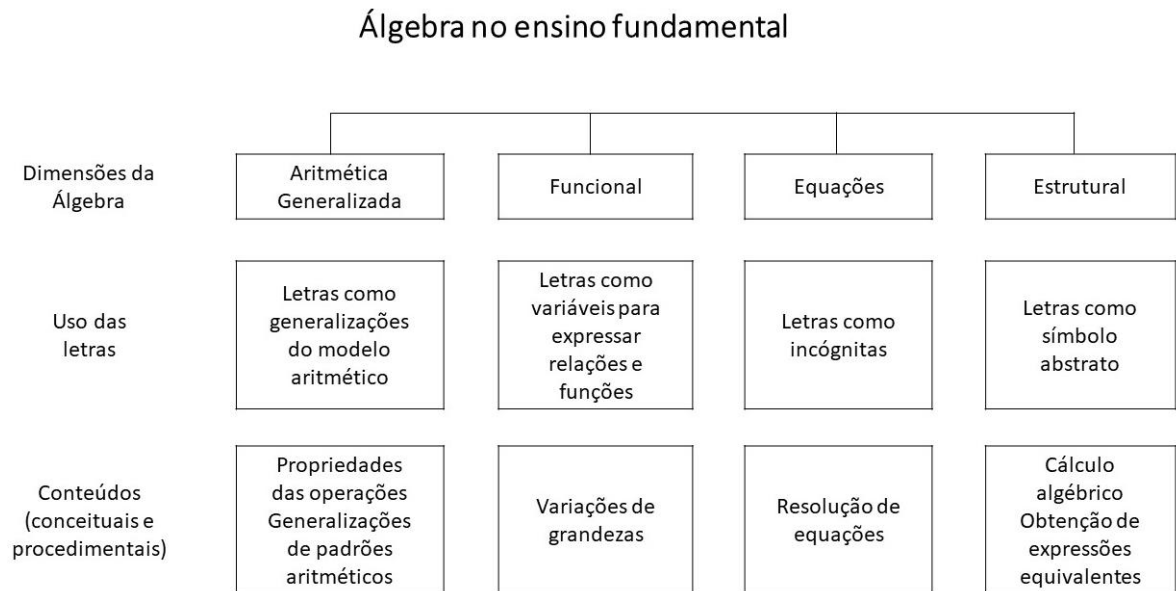
“Estudo das relações entre grandezas” fica evidente quando o aluno começa a operar com fórmulas, principalmente em área das figuras planas, ao analisar que a área de um triângulo pode ser calculada como sendo a metade do produto de sua base por sua altura, assim pode-se perceber que há proporcionalidade 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<sup>7</sup> chegam apenas a 40% de acerto em muitas regiões do Brasil. A imagem abaixo faz uma síntese do tratamento algébrico feito no EF.



**Figura 2:** 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.

<sup>7</sup> 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<sup>8</sup> (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

---

<sup>8</sup> 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 aí 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, englobando 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 tal 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 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.

### **3.6 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).

O livro didático “As Faces da Física”, da Editora Moderna, de autoria de Wilson Carron e Osvaldo Guimarães traz no seu suplemento para o professor uma sugestão de como proceder em sua aula e a quantidade de aulas que ele deve disponibilizar para que se cumpra o conteúdo programático da Física no EM. Os autores orientam as práticas docentes de acordo com a quantidade de aulas que são disponíveis para a disciplina.

**Quadro 13:** Sugestão de rotina de acordo com a quantidade de aulas semanais.

Carga Horária	Sugestão de atividades
2 aulas semanais	<p><b>Professor:</b> Visão geral da matéria e resolução dos exercícios propostos ao longo do capítulo.</p> <p><b>Aluno:</b> Resolução dos exercícios complementares com base nos exemplos resolvidos nos capítulos e nos exercícios resolvidos pelo professor.</p>
3 aulas semanais	<p><b>Professor:</b> As mesmas sugestões acima, acrescentadas da discussão de exemplos resolvidos e resolução de alguns exercícios complementares</p> <p><b>Aluno:</b> Resolução dos exercícios complementares.</p>
4 aulas semanais	<p><b>Professor:</b> Além dos itens acima, correção dos exercícios complementares.</p> <p><b>Aluno:</b> Seminários e resolução dos exercícios complementares.</p>

**Fonte:** Suplemento para o professor (CARRON; GUIMARÃES, 2006, p. 4)

Fazendo uma breve análise do quadro acima, podemos observar que nas orientações dos autores o professor só deverá corrigir atividades feitas pelos alunos. Caso haja 4 aulas semanais e só nesse caso também o mesmo poderia modificar sua forma avaliativa com a inserção de *Seminários*. É sabido que as realidades das escolas públicas são de duas aulas de Física semanais, quando há professores para tal. Sendo assim, de acordo com a orientação pedagógica proposta por esse livro texto, que pouco diferencia de muitos adotados pelo Programa Nacional de Livro e do Material Didático (PNLD), a doutrina tradicionalista impera em relação a outras metodologias centradas na aprendizagem significativa.

Em nenhum momento foi orientado que o professor utilizasse uma metodologia diferenciada com experimentos e/ou abordagem histórica, assim como o livro não apresenta nenhum texto com elementos de história da ciência, com exceção da Parte VI – Física Moderna, onde os textos da seção começam com uma breve abordagem histórica

Conclui-se, portanto, que o livro didático citado, a exemplo de outras coleções, continuam a empoderar a quantidade de conteúdo em detrimento da qualidade do que é ensinado, ou seja, parte do princípio da aprendizagem mecânica pelo processo de matematização e por consequência a compreensão dos conceitos científicos fica comprometida. Afinal, a matematização faz-se necessária para facilitar a aplicação e

compreensão conceitual; ela por si só é uma sequência geralmente pautada na concepção da Álgebra como estrutura.

A obra citada apresenta ainda no suplemento para o professor, uma sugestão de programação de curso para carga horária de duas aulas semanais, para um ano letivo com duração de 30 semanas, conforme os quadros abaixo.

**Quadro 14:** Sugestão de programação para curso anual de 1ª série do ensino médio com duas aulas semanais.

Capítulo	Título	Nº de Aulas
1	Introdução à Física	4
2	Cinemática escalar: conceitos básicos	4
3	Movimento uniforme	3
4	Movimento variado uniforme	4
5	Vetores	3
6	Cinemática vetorial	3
7	Movimentos circulares	4
8	Composição de movimentos	3
9	Movimento vertical, lançamento horizontal e lançamento oblíquo	4
10	Dinâmica: as leis de Newton	4
11	Aplicações das leis de Newton	5
12	Dinâmica das trajetórias curvas	3
13	Energia, trabalho e potência	4
14	Energia mecânica	5
15	Impulso e quantidade de movimento	4
16	Gravitação universal	3
<b>Total de aulas no ano letivo</b>		<b>60</b>

**Fonte:** Suplemento para o professor (CARRON; GUIMARÃES, 2006, p. 4)

**Quadro 15:** Sugestão de programação para curso anual de 2ª série do ensino médio com duas aulas semanais.

(continua)

Capítulo	Título	Nº de Aulas
17	Estática	3
18	Mecânica dos fluidos	4
19	Temperatura e calor	3
20	Calorimetria	4
21	Dilatação térmica	3
22	Mudança de fase	3
23	Estudo dos gases	3
24	Termodinâmica	3
25	Conceitos básicos de Óptica Geométrica	3
26	Reflexão da luz nos espelhos planos	3
27	Reflexão da luz nos espelhos esféricos	3

**Fonte:** Suplemento para o professor (CARRON; GUIMARÃES, 2006, p. 5).

**Quadro 15:** Sugestão de programação para curso anual de 2ª série do ensino médio com duas aulas semanais.

(conclusão)

Capítulo	Título	Nº de Aulas
28	Refração luminosa	3
29	Diopros, lâminas e prismas	3
30	Lentes	4
31	Instrumentos ópticos	3
32	Movimento harmônico simples	3
33	Ondas	3
34	Fenômenos ondulatórios	3
35	Acústica	3
<b>Total de aulas no ano letivo</b>		<b>60</b>

*Fonte:* Suplemento para o professor (CARRON; GUIMARÃES, 2006, p. 5).

**Quadro 16:** Sugestão de programação para curso anual de 3ª série do ensino médio com duas aulas semanais.

Capítulo	Título	Nº de Aulas
36	Eletrostática	4
37	Campo elétrico	4
38	Potencial elétrico	4
39	Condutores em equilíbrio eletrostático	3
40	Eletrodinâmica: corrente elétrica	3
41	Resistores	4
42	Geradores e receptores	3
43	Medidas elétricas	4
44	Leis de Krichhoff, capacitores e semicondutores	5
45	Magnetismo: campo magnético	4
46	Força magnética	4
47	Indução e ondas eletromagnéticas	3
48	Física atômica	4
49	Relatividade	3
50	Radioatividade e Física nuclear	4
51	Partículas elementares. Cosmologia	2
52	Análise dimensional. Teoria dos erros	2
<b>Total de aulas no ano letivo</b>		<b>60</b>

*Fonte:* Suplemento para o professor (CARRON; GUIMARÃES, 2006, p. 5)

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 sugestão trazida pelo livro didático “As Faces da Física” para que se cumpra todos os conteúdos previstos para o ensino médio privilegia a teoria por meio da utilização de fórmulas sem representação efetiva para os alunos. 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 científico.

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 ( $\Delta S$ ) é diretamente proporcional à velocidade em um movimento retilíneo uniforme para o aluno não fará o menor sentido se o mesmo 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 aí 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.



## **4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS**

Neste capítulo apresentamos a análise dos dados tomando por base a Análise do Discurso de Bardin (2009). Foram analisadas 17 perguntas, utilizando-se para tanto das Unidades de Contexto (UC) e das Unidades de Registro (UR) elaboradas.

Na subseção 4.1 serão apresentados as questões e a UC pertinente a ela e logo após as UR que compreendem cada uma delas. Para melhor compreensão do que se esperava com cada pergunta será apresentado o objetivo de cada pergunta e no quadro, o percentual de participantes que se enquadraram em cada UR. Na subseção 4.2 será feita uma discussão geral dos dados.

### **4.1 ANÁLISE ESPECÍFICA DAS QUESTÕES**

#### **4.1.1 Questão 1**

Qual é a sua área de formação?

Física  Biologia  Química  Matemática  Engenharias  Outros: \_\_\_\_\_

Objetivo:

- Mostrar que existem professores que não são habilitados em Física que lecionam essa disciplina.

Por mais que a Proposta de Diretrizes para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica, em Cursos de Nível Superior (BRASIL, 2000, p. 18) informe que cada disciplina deverá ter professores habilitados em suas respectivas áreas lecionando, é sabido que o cotidiano escolar é multifacetado e para que as unidades escolares funcionem, muitas vezes, é necessário deslocar professores de suas áreas de formações para lecionarem outras disciplinas, evitando assim que os alunos fiquem sem aula.

O quadro 17 apresenta os registros da questão 1 mostrando que por mais que a escola escolhida na pesquisa tenha excelentíssima qualidade a realidade alcança a todos. Para essa análise foram criadas apenas duas unidades de registro visto que apenas duas alternativas da questão semiaberta foram assinaladas.

**Quadro 17:** Unidades de registro da questão 1.

<b>UC1 – Área de formação</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR1.1 - Física</b>	2	50%
<b>UR1.2 - Matemática</b>	2	50%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

Como podemos observar no quadro acima, somente dois professores são habilitados em Física (P2 e P4) e dois são licenciados em Matemática (P1 e P3).

Esses dados nos remete ao que as pesquisas vêm mostrando nos últimos anos, ao dizer que os professores que ministram aulas de Física, em sua maioria em outras áreas. Silva (2017), em sua pesquisa sobre os Professores de Física na Mesorregião Sudoeste da Bahia, encontrou que 36% dos professores pesquisados possuem a Licenciatura em Física concluída, 6,7% estava cursando o curso de Licenciatura em Física e 40% possuíam graduação em outra área, sendo a maior parte com Licenciatura em Matemática, seguida por Química, Biologia e História.

Os dados encontrados na pesquisa superam o percentual encontrado em Silva (2017) além de estar acima do apresentado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (2009, p.41, apud, SANTOS 2011, p. 7), para os professores que ministram a disciplina de Física, que é de apenas 28% de licenciados em Física. Dessa forma, as pesquisas constatam que na instituição pesquisada, o percentual de professores licenciados em Física está superando as pesquisas do INEP, mesmo que seja uma das disciplinas que apresenta o menor número de professores com habilitação na área.

Vale ressaltar que os dois professores que possuem a habilitação em Matemática são professores substitutos, o P1 – substituto de um professor de estatística e o P3 – substituto de um professor de física, atuando principalmente na primeira série do ensino médio.

#### **4.1.2 Questão 2**

Quanto tempo de magistério?

Objetivo:

- Compreender se há alguma relação entre o tempo de docência e as questões pertinentes à prática pedagógica.

Por mais que saibamos que não relação direta entre tempo de magistério e qualidade de ensino, contudo o tempo pode aprimorar as práticas pedagógicas do professor e transformá-lo em um professor-pesquisador conforme destaca Silva (2008).

O quadro 18 apresenta os registros da questão dois.

**Quadro 18:** Unidades de registro da questão 2.

<b>UC2 – Tempo de magistério</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR2.1 – 1 a 4 anos</b>	0	0%
<b>UR2.2 – 5 a 9 anos</b>	1	25%
<b>UR2.3 – 10 a 14 anos</b>	1	25%
<b>UR2.4 – 15 – 19 anos</b>	2	50%

*Fonte:* Questionários da pesquisa.

Temos 50% dos professores com experiências entre 15 e 19 anos de docência, sendo o P3 com 16 anos e o P4 com 17 anos. O participante com menor tempo de magistério 8 anos que é o professor P1 e o professor P2 tem 10 anos de docência.

#### **4.1.3 Questão 3**

Quanto tempo leciona a disciplina de Física?

Objetivo:

- Analisar se o professor sempre lecionou Física.

A resposta dessa questão está associada a resposta da pergunta anterior. Para que se possa analisar se os professores Licenciados em Física lecionam outras disciplinas além de sua formação, como acontecem com os Licenciados em Matemática que acabam lecionando Física. O quadro 19 mostra os resultados da questão 3.

**Quadro 19:** Unidades de registro da questão 3.

<b>UC3 – Tempo de docência de Física</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR3.1 – 1 a 4 anos</b>	2	50%
<b>UR3.2 – 5 a 9 anos</b>	0	0%
<b>UR3.3 – 10 a 14 anos</b>	1	25%
<b>UR3.4 – 15 a 19 anos</b>	1	25%

*Fonte:* Questionários da pesquisa.

A pesquisa nos traz a informação que metade dos docentes lecionam Física há menos de 4 anos e esse percentual é representado pelos professores P1 e P3 que não têm habilitação na área. Por mais que o curso de Licenciatura em Matemática geralmente estude disciplinas de Física Geral, alguns ofertando como obrigatória até a Física Geral III, as noções passadas nesses cursos são, geralmente, carregadas de uma matematização densa e muito desconexa da realidade visto que não há espaço para se discutir elementos de história e em pouco casos espaços para experimentação.

Os professores P2 e P4, licenciados em Física, nunca lecionaram outra disciplina, isso se deve ao fato da carência de professores dessa área nas escolas. No entanto, há docentes de outras áreas lecionando Física mas raramente o contrário, já que a quantidade de professores habilitados nessa disciplina estão em número abaixo da demanda.

#### **4.1.4 Questão 4**

Em quais níveis de ensino você já lecionou disciplinas de Física?

Educação Básica  Graduação  Pós-graduação

Objetivo:

- Comprovar a atuação em diversos níveis dos professores da carreira EBTT do IFBaiano *Campus Guanambi*.

A carreira EBTT compreende todos os professores dos Institutos Federais bem como os docentes de escolas técnicas anexas às Universidades Federais. Essa carreira permite que o docente dê aula da educação básica até o ensino superior. Então, na análise do quadro 20, existem professores que estarão representados em

mais de uma unidade de registro. Dessa forma, para isso, cada UR será contabilizada de forma isolada, podendo cada uma delas alcançar 100%.

**Quadro 20:** Unidades de registro da questão 4.

<b>UC4 – Níveis de atuação como professor de Física</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR4.1 – Educação Básica</b>	4	100%
<b>UR4.2 – Graduação</b>	3	75%
<b>UR4.3 – Pós-graduação</b>	1	25%

*Fonte:* Questionários da pesquisa.

Todos os quatro professores envolvidos na pesquisa lecionam física na educação básica, ou seja, ministram aulas em turmas de ensino médio integrado ao curso técnico na modalidade regular ou PROEJA.

Todos os professores lecionam no ensino superior, contudo o professor P1 leciona disciplinas na área de matemática enquanto os professores P2, P3 e P4 lecionam disciplina de física no ensino superior.

O professor P4 apresenta uma experiência maior no ensino superior, devido ao fato de já ter sido tutor presencial do curso de Licenciatura em Física na modalidade EAD ofertado pela UESC no município de Brumado sendo ele o único a ter lecionado em cursos de pós graduação, o curso de especialização em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

#### **4.1.5 Questão 5**

Caso tenha lecionado ou lecione em Graduação e/ou Pós-graduação, indique qual(is) disciplina(s) você lecionou?

Objetivo:

- Investigar se as disciplinas ministradas na Graduação e/ou Pós-graduação tem alguma influência com uma melhor compreensão do processo de matematização da Física.

O quadro 21 apresenta as disciplinas da área de Física que os docentes lecionam na Graduação e Pós-Graduação. Para a análise as UC foram divididas em graduação e pós-graduação, que por sua vez foram divididas em sub-ítens para uma

melhor compreensão do leitor. Assim como na pergunta anterior, os professores podem participar de mais de uma de UR. Portanto cada categoria pode ter até 100% e esse máximo é alcançado com os três professores (P2, P3 e P4), os únicos que lecionam Física na graduação ou o P4, o único que leciona em pós-graduação.

**Quadro 21:** Unidades de registro da questão 5.

<b>UC5 – Disciplinas de Física ministradas em Graduação e Pós-graduação</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR5.1 – Graduação</b>		
<b>UR5.1.1 – Físicas Gerais</b>	3	100%
<b>UR5.1.2 – Físicas Específicas</b>	0	0%
<b>UR5.2 – Pós-graduação</b>		
<b>UR5.2.1 – Disciplinas de ensino de Física</b>	1	100%
<b>UR5.2.2 – Disciplinas de Física</b>	0	0%

*Fonte:* Questionários da pesquisa.

Na instituição pesquisada, todos os cursos de graduação, com exceção do Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, apresentam disciplinas de Física. O quadro abaixo apresenta as disciplinas por curso e sua respectiva carga horária.

**Quadro 22:** Disciplinas de Física ofertadas nos cursos de graduação.

<b>Curso</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Carga Horária Teórica</b>	<b>Carga Horária Prática</b>
Licenciatura em Química	Física I	30 h	30 h
	Física II	30 h	30 h
Bacharelado em Engenharia Agrônômica	Física	38 h	30 h
Tecnologia em Agroindústria	Física I	45 h	15 h
	Física II	45 h	15 h

*Fonte:* Site da instituição.

De acordo com o quadro 21, os professores P2, P3 e P4 lecionam disciplinas de Física Geral na graduação e em todas há uma carga horária prática, conforme o quadro 22. Não há professores que lecionem disciplinas de Física Específica pois para esses cursos não há componentes como Mecânica Clássica, Termodinâmica, Física Moderna, etc.

O participante P3 embora tenha sido contratado como substituto para a área de Física, colabora na área de Matemática ministrando disciplinas nos cursos de Graduação como Fundamentos de Matemática e Cálculo I.

O professor P4 é o único que ministra disciplinas em curso de pós-graduação conforme dito na análise da questão 4, sendo o único que também atuou como tutor presencial, o mesmo teve contato direto com disciplinas específicas nessa atuação mas não configura como docência, apenas estava como auxiliar dos alunos, o mesmo não era responsável pela disciplina. Em relação a sua atuação na especialização, o mesmo ministrou o componente curricular Tópicos Especiais para o Ensino de Física, com carga horária de 24 h, disciplina de caráter pedagógico com o objetivo de propor reflexões acerca das práticas pedagógicas de conteúdos ensinados na educação básica.

De acordo com o *site* da instituição, o *campus* conta com um Laboratório de Física com 60 m<sup>2</sup> com materiais suficientes para atender alunos de todos os cursos, com os seus kits possuindo equipamentos que atendem práticas de mecânica, termodinâmica, óptica e outras áreas.

#### 4.1.6 Questão 6

Comente a relação *Física x Matemática* no ensino de Física.

Objetivo:

- Analisar a visão que o professor possui sobre a relação entre as disciplinas de Física e Matemática.

Com essa pergunta espera-se que os participantes da pesquisa deixem a sua opinião sobre a importância que uma disciplina tem para a outra e acredita-se que professores com mais experiências podem trazer uma relação além de mera matematização.

Como essa questão é aberta, o quadro 23 apresenta as UR de pergunta e logo após as respostas dos professores que se enquadraram em cada UR.

**Quadro 23:** Unidades de registro da questão 6.

<b>UC6 – Comentário sobre a relação entre a física e a matemática.</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR6.1 – Puramente para matematizar os fenômenos.</b>	3 <i>P1: São disciplinas que devem andar lado a lado a física apresentando os problemas e a matemática trazendo modelagens. P2: A matemática é uma ferramenta muito importante para o ensino de física. Através dela conseguimos quantizar<sup>9</sup> os fenômenos que poderiam ser muito abstratos caso analisado teoricamente. P4: Cálculos matemáticos são utilizados para comprovar através dos números, fenômenos físicos. Matemática e física estão interligadas de uma maneira interdisciplinar inseparáveis.</i>	75%
<b>UR6.2 – O ensino de Física depende da Matemática</b>	1 <i>P4: Uma relação muito importante pois o ensino de física depende diretamente da matemática para cálculos e demonstrações matemáticas além da modelagem dos fenômenos.</i>	25%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

Para o professor P1, licenciado em Matemática, a relação que há é que a Matemática serve para modelar fenômenos naturais estudados pela Física e somente isso. Por mais que a forma da escrita tenha sido diferente, o participante P2, licenciado em Física, tem uma visão muito parecida, ao abordar que a Matemática servirá para quantificar fenômenos; caindo quase no mesmo contexto da modelagem trazido pelo primeiro participante.

<sup>9</sup> Em Física a noção de quantização está associado à Física Quântica, mas o professor P2 utilizou essa noção com sinônimo de quantificação.



O professor P3 reconhece a ligação interdisciplinar entre Física e Matemática, mas para ele a maior utilização dos cálculos matemáticos é para “comprovar através dos números fenômenos físicos”, não apresentando em nenhum momento, assim como os dois citados acima, uma relação voltada para o ensino.

Apenas o professor P4 versa sobre a relação ao ensino de Física e não a Física ao dizer que “o ensino de física depende diretamente da matemática para cálculos”. Por mais que ainda temos a visão puramente matematizada da ciência é um avanço pelo simples fato de ter analisado pela perspectiva pedagógica.

#### 4.1.7 Questão 7

Qual a importância da álgebra para o estudo da Física?

Objetivo:

- Entender o nível de importância que a álgebra possui para os estudos Físicos.

De acordo com a subseção 3.5 o tratamento dado ao ensino de álgebra no ensino fundamental está mais voltado ao estudo das estruturas e pouco refletido sobre a álgebra como proporcionalidade. Dessa forma, os alunos ao estudar Física têm muita dificuldade em manipular questões, por não compreenderem fenômenos de proporcionalidade direta e inversa.

Uma outra aplicação muito clássica é como procedimento para resolver problemas: encontrando equações o aluno aprende que “muda de lado, muda sinal”, sem compreender o que realmente está acontecendo; sem entender uma equação como um equilíbrio, que não é apenas mudar de sinal, é trabalhar com operações inversas para que se possa manter o equilíbrio.

Diante do importante papel que a álgebra desempenha em todos esses processos supracitados é evidente que ela possui uma relação com a Física, já que suas formulações necessitam ser generalizadas, logo, é necessário que o aluno compreenda a álgebra como aritmética generalizada. Portanto, utiliza-se todas as concepções da álgebra escolar, provando uma estreita ligação entre a álgebra e a Física.

O quadro 24 expõe as visões dos professores sobre a importância da álgebra.

**Quadro 24:** Unidades de registro da questão 7.

<b>UC7 – Importância da álgebra para o estudo Físico</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR7.1 – Não tem importância</b>	0	0%
<b>UR7.2 – Importante</b>	2 <i>P1: A álgebra proporciona um melhor entendimento das fórmulas físicas. P3: Física é umas das formas mais importantes da matemática aplicada. Acredito que através da álgebra se pode analisar com muita precisão os resultados encontrados em fenômenos físicos.</i>	50%
<b>UR7.3 – Muito importante</b>	2 <i>P2: A álgebra é muito importante pois com ela é possível se analisar os fenômenos físicos e a partir dos resultados obtidos fazes a interpretação do mesmo. P4: Sem a álgebra seria impossível fazer os cálculos das formulações físicas, portanto tem muita importância.</i>	50%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

Todos os professores disseram que a álgebra é importante para a Física. Eles ficaram entre as categorias de importante e muito importante, apresentando um discurso que reforça a ideia da álgebra como procedimento para resolver equações. Como na frase “entendimento das fórmulas”, atribuída a P1, e P2 ao falar sobre a interpretação de resultados.

A visão dos professores está de acordo com os PCN (BRASIL, 1997) entendendo a função da álgebra em resolver problemas e modelizar. Uma outra aplicação da álgebra está em demonstrar equações e fórmulas, porém nenhum professor mencionou essa utilização da álgebra que é muito utilizada principalmente nos cursos de graduação.

O professor P4 tem a visão que sem a álgebra seria “impossível fazer os cálculos”. Embora concordemos com o professor, mesmo assim seria possível ensinar Física, ficaríamos impedidos de criar modelagem, mas não de matematizar.

O participante P3 foi o único a trazer a Física como um ramo da Matemática Aplicada. Essa visão talvez esteja associada à construção das ciências, onde não era feita a separação das disciplinas, já que partes da Física como Óptica geométrica chegou a ser considerado como aplicação da Matemática, assim como os estudos da Mecânica (ROSA, 2012b).

#### 4.1.8 Questão 8

O saber matemático pode ser decisivo no aprender Física? Comente.

Objetivo:

- Analisar a visão docente que os alunos não aprendem Física devido à Matemática.

De acordo com as respostas do item anterior, os professores dão uma importância muito grande ao processo de ensino da física por meio da matematização, chegando até utilizar a palavra “impossível” aprender física sem álgebra.

Como essa pergunta refere-se ao fato do saber matemático como um todo e não apenas a álgebra, era esperado que comentassem áreas como a aritmética e geometria, além do algébrico ser decisivo para aprendizagem dos conceitos físicos.

Para criar as unidades de registro desta pergunta foi levado em consideração apenas sim ou não, e não os comentários.

**Quadro 25:** Unidades de registro da questão 8.

(continua)

<b>UC8 – Para se aprender Física é decisivo saber Matemática</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR8.1 – Sim</b>	4 <i>P1: Acredito que sim, só que a parte matemática da física necessita de um conhecimento mínimo para ser bem compreendida.</i>	100%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

**Quadro 25:** Unidades de registro da questão 8.

(conclusão)

<b>UC8 – Para se aprender Física é decisivo saber Matemática</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR8.1 – Sim</b>	<p>P2: <i>Sim, a física não é resumida em “realizar contar”, análise lógica dos fenômenos é importante e possível apenas através do saber matemático.</i></p> <p>P3: <i>Sim. Para se chegar a conclusão de muitos fenômenos físicos a necessidade de uma análise matemática é fundamental.</i></p> <p>P4: <i>Sim, sem o saber matemático seria impossível ensinar e aprender física já que não se consegue aplicar as fórmulas.</i></p>	
<b>UR8.2 – Não</b>	0	0%

*Fonte:* Questionários da pesquisa.

Todos concordam que o saber matemático é decisivo para se ensinar física. O professor P2 foi o único que tentou mostrar além do fazer contas, tentando dizer que tem a lógica por trás das análises dos fenômenos. O professor P4 ao dizer que “não se consegue aplicar as fórmulas” está indo contra as indicações dos PCN (BRASIL, 2000) que critica a aprendizagem baseada na memorização e aplicação de fórmulas, assim como Carvalho *et al.* (2011) e Moreira e Masini (2006 *apud* MOREIRA, 2011) que indicam que esse tipo de ensino está direcionando à aprendizagem mecânica.

Os professores licenciados em Matemática (P1 e P3), acreditam que a parte matemática precisa de um “conhecimento mínimo” para se compreender Física, além de uma “análise matemática” para se compreender os fenômenos. No entanto, existem fenômenos que podem ser compreendidos sem a matematização e textos históricos poderiam ajudar na compreensão dos fenômenos, para que depois de assimilados a matemática pudesse ser aplicada (VANUCCHI, 1996; BOSS; FILHO; CALUZI, 2009).

#### 4.1.9 Questão 9

De acordo com sua experiência docente, no ensino de conteúdos físicos, qual o conteúdo matemático em que os alunos apresentam maior dificuldade? Você poderia levantar hipóteses do porquê desta dificuldade?

Objetivo:

- Identificar o conteúdo matemático que os alunos mais sentem dificuldade nas aulas de Física.

Os conteúdos de matemática que os alunos sentem dificuldades são muito e dependem da subjetividade de cada aluno, mas os professores que lecionam física conseguem identificar quais as dificuldades enfrentadas de acordo com o cotidiano escolar.

O quadro 26 mostra os conteúdos de Matemática que os professores perceberam que os alunos sentem maior dificuldade. Cada UR está relacionando um conteúdo matemático.

**Quadro 26:** Unidades de registro da questão 9.

<b>UC9 – O conteúdo matemático que mais impede a aprendizagem de Física.</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR9.1 – Operações com racionais</b>	1 P3: Números decimais, especificamente “Notação científica”. Acredito que em algum momento da escolarização, inclusive nas séries iniciais do fundamental I, tal conteúdo (número decimal) tenha sido pouco explorado pela maioria desses professores.	25%
<b>UR9.2 – Operações com inteiros</b>	1 P2: <i>Operações com números inteiros, independe do conteúdo de física abordado. Essa dificuldade se dá por não aprenderem esse assunto no ensino fundamental.</i>	25%
<b>UR9.3 – Equação do 1º e 2º graus</b>	2 P1: <i>Equação do segundo grau; resolução de equações algébricas. Os alunos até compreendem quando são expressões que envolvem números, mas quando generalizamos se perdem.</i> P4: <i>Equação do primeiro e segundo graus pois os alunos têm muitas dificuldades em álgebra.</i>	50%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

25% dos professores acreditam que o conteúdo que representa a maior dificuldade está em operações com números inteiros, enquanto o professor P2 acredita ser porque o aluno não aprendeu direito no ensino fundamental. No nosso entendimento, isso se deve ao fato que as operações de adição e subtração envolvem um contexto operacional diferente da multiplicação e divisão e os alunos acabam por aplicar o jogo de sinal “sinais iguais da positivo e sinais diferentes da negativo” em todas as operações ocasionando erros. Muitas vezes os mesmos pretende somar dois números negativos e o resultado ele dá como um número positivo.

Em relação aos professores que apontam que a maior dificuldade está na resolução de equações de primeiro e segundo graus, confirma a dificuldade enfrentada no ensino de álgebra no ensino fundamental. O professor P1 traz um dado relevante em relação ao fato das generalizações ao dizer que “os alunos até compreendem quando são expressões que envolvem números, mas quando generalizamos se perdem”, geralmente os alunos compreendem melhor a fórmula de Bhaskara quando se coloca números do que na explicação teórica dizendo os coeficientes numéricos de forma generalizada.

Isso confirma que a aritmética generalizada que é uma das vertentes do ensino de álgebra pouco é trabalhada, sendo o foco maior nas estruturas e nos procedimentos.

O único professor a refletir a prática das séries iniciais foi o professor P3 ao trazer que o problema enfrentado em “Notação científica” seja um dos mais complexos e no levantamento de hipóteses dele seria devido a tratamento dado aos decimais no ensino fundamental dos anos iniciais. Muitos professores sentem muita dificuldade em lecionar matemática nos anos iniciais, prova disso é que durante muitos anos o ensino nesse segmento foi pautado no eixo números e operações e a parte de geometria que era exposto nas ultimas partes do livro didático ficavam sem ser ensinadas.

Esse cenário vem mudando com o PNAIC e as oficinas oferecidas aos professores que passaram a enxergar o ensino de matemática nos anos iniciais com outros olhares, tentando corrigir o problema histórico do ensino ancorado nas operações com números naturais, uma vez que se a matemática tem que ser “realística” conforme Freudenthal (1968) ela tem que ensinar os alunos a lerem o mundo que não é feito apenas de números naturais.

#### 4.1.10 Questão 10

O que você entende por matematização?

Objetivo:

- Discutir a ideia que os professores têm a respeito do conceito de matematização.

No quadro 27 são apresentadas as respostas dessa pergunta, no qual as UR foram divididas em 4 categorias, algumas sem nenhuma representação mas ali estão para uma melhor análise.

**Quadro 27:** Unidades de registro da questão 10.

<b>UC10 – Compreensão conceitual da matematização</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR10.1 – Desconhecimento do termo</b>	0	0%
<b>UR10.2 – Definição correta</b>	1 <i>P4: O processo de descrever fenômenos e conceitos por meio da linguagem matemática.</i>	
<b>UR10.3 – Definição polissêmica</b>	3 <i>P1: Tentar explicar matematicamente um problema. P2: A redução de um fenômeno à sua forma matemática. P3: É representar, reduzir a uma forma matemática.</i>	75%
<b>UR10.4 – Divergência semântica</b>	0	0%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

Todos os professores desconhecem o termo, sendo que nenhum apresentou uma definição divergente da correta. Porém, 75% dos questionados apresentaram definições polissêmicas, ou seja, definições que podem se enquadrar em outros conceitos, como a modelagem matemática, já que a matematização é uma etapa desse processo.

Fato à se destacar é que todos os docentes habilitados em Matemática tiveram dificuldades em apresentar uma resposta mais próxima do conceito de matematização.

Apenas o professor P4 trouxe uma resposta categorizada como mais próxima da definição correta. Supomos que isso se relacione com a sua experiência como docente ter sido a maior e ter sido o único a atuar como tutor de um curso de Física, tendo a oportunidade de rever diversos conceitos depois de sua graduação, e pela experiência de ter sido o único a lecionar disciplina de ensino de Física em Pós-graduação.

#### 4.1.11 Questão 11

O que você viu/estudou a respeito do tema matematização na sua graduação?

Objetivo:

- Investigar se os cursos de formação inicial contemplam discussões sobre o tema matematização.

Os cursos de formação inicial que todos os pesquisados fizeram matematizam muito e as disciplinas pedagógicas desses cursos deveriam discutir o conceito e o processo de matematização. O quadro 28 apresenta três UR, uma para caso de ter sido trabalhado o conceito de específica, outra para caso de ter sido trabalhado o conceito de forma diluída em outras disciplinas e uma terceira para contemplar o caso de professores que não se recordam de terem trabalhado esse conceito em sua formação inicial.

**Quadro 28:** Unidades de registro da questão 11.

(continua)

<b>UC11 – Para se aprender Física é decisivo saber Matemática</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR11.1 – O conceito foi trabalhado de forma específica</b>	0	0%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.



**Quadro 28:** Unidades de registro da questão 11.

(conclusão)

<b>UC11 – Para se aprender Física é decisivo saber Matemática</b>		
<b>UR11.2 – O conceito não foi trabalho de forma específica, mas diluído em outras disciplinas</b>	3 P2: <i>A matematização não foi trabalhada isoladamente, mas sim na abordagem das ferramentas matemáticas, como o cálculo diferencial, nas disciplinas física.</i> P3: <i>Não me recordo de ter visto/estudado o tema de forma “separada”. Muitas vezes era mencionado dentro de algumas situações.</i> P4: <i>De forma teórica, aplicada ao ensino nada, apenas diluída em outras disciplinas.</i>	75%
<b>UR11.3 – O conceito não foi trabalhado ou o participante da pesquisa não se lembra de ter trabalhado.</b>	1 P1: <i>Não me recordo de ter visto.</i>	25%

*Fonte:* Questionários da pesquisa.

As licenciaturas em Física e Matemática geralmente não discutem o processo de matematização de forma específica, conforme mostra a UR11.2. Algumas vezes em disciplinas pedagógicas como Didática em Física, há momentos que criticam-se o abuso de matemática na educação básica na utilização da metodologia tradicionalista.

Geralmente os cursos de Licenciatura em Matemática enfocam conceitos de modelagem matemática e acabam discutindo o processo de matematização. Conforme Biembengur (2014) a matematização é caracterizada como sendo a etapa formulação dos problemas e criação das hipóteses para em seguida resolver os problemas de acordo com o modelo.

O professor P1 não se recorda de ter visto esse conceito e o P3, assim os Licenciados em Física (P2 e P4), mencionaram não ter visto o conceito de forma “isolada” mas sim diluído nas disciplinas e/ou em breves comentários em disciplinas de ensino.

#### 4.1.12 Questão 12

De acordo com as clássicas metodologias de ensino quais você mais utiliza em suas aulas?

Tradicional

Experimentação

Problematização

História e Filosofia da Ciência

Objetivo:

- Investigar a metodologia de ensino mais utilizada pelos professores pesquisados.

A metodologia de ensino escolhida é decisiva para o processo de ensino e aprendizagem. As classes regulares nunca são homogêneas, às vezes temos alunos em diferentes etapas de abstração do conhecimento matemático dando a impressão que as classes são multisseriadas. Essas turmas, muitas vezes, além de demandar atividades diferenciadas precisam de variação até na escolha da metodologia de trabalho.

Como os participantes poderiam escolher mais de uma categoria, nessa análise cada UR pode ter até 100%. O quadro a seguir apresenta quatro unidades de registro, uma para cada alternativa disponível na pergunta.

**Quadro 29:** Unidades de registro da questão 12.

<b>UC12 – Metodologia mais utilizada</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR12.1 - Tradicional</b>	4	100%
<b>UR12.2 - Problematização</b>	1	25%
<b>UR12.3 - Experimentação</b>	1	25%
<b>UR12.4 - História e Filosofia da Ciência</b>	1	25%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

Todos os participantes fazem a utilização da metodologia tradicional, muito criticado por Moreira (2011) e Ausubel (1980) já que dessa forma os conceitos têm pouca ou nenhuma relação com o cotidiano dos alunos, não formando, assim, ideias claras sobre o conteúdo, conforme Libâneo (1994). O único a marcar apenas o tradicionalismo foi o professor P1. Essa metodologia não causa uma estimulação que promoverá assimilação, conforme Vasconcelos (2002).

Além disso, a metodologia tradicional, focada no “conteudismo”, não respeita o tempo de espera dos alunos, necessário para a assimilação ocorrer, conforme diz Vasconcelos (2002). Na sugestão metodológica tradicional, trazida pelo livro *As Faces da Física*, para se cumprir com a programação didática em duas aulas, o professor jamais iria propor um feedback, elemento muito importante para confirmar assimilação conforme Sant’Anna (1998).

A teoria da problematização, assinalada apenas pelo professor P2, traz elementos do cotidiano dos alunos, contribuindo para o processo educativo conforme (LIBÂNEO, 1994). Com essa proximidade as concepções alternativas dos alunos são estimuladas, podendo ser capturadas e mudadas para os conceitos científicos (GRAVINA, 1994). Segundo Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008) esse processo é muito importante porque os alunos não são obrigados a aceitar um conceito, mas vão construindo juntos aos colegas e ao professor. Essa metodologia contribui para que os neurônios funcionem de forma satisfatória no processo de ensino e aprendizagem (VACONCELOS, 2002).

A experimentação é umas das mais clássicas metodologias de ensino, sendo a base dos projetos como o PSSC. A dinâmica da experimentação desperta a curiosidades dos alunos, trazendo uma movimentação diferente, influenciando e facilitando a comunicação entre professor e alunos (FARIAS *et al*, 2009).

A experimentação foi escolhida apenas pelo professor P4. Embora ele não tenha assinalado problematização, as duas metodologias possuem pontos de contato. Conforme Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008, p. 107) “o experimento pode se configurar como um objeto de problematização” ultrapassando a visão tradicionalista, que o mesmo professor também disse utilizar.

A pesquisa evidencia que alguns professores que lecionam disciplinas de Física na graduação, não cumprem a carga horária prática destinada as mesmas. O estudo revelou que os professores P2, P3 e P4, deveriam ministrar as práticas laboratoriais previstas nas disciplinas ministradas nos cursos de graduação. Porém o único professor que disse utilizar a metodologia da experimentação em suas aulas foi o professor P4, ou seja, os professores P2 e P3 não cumprem a parte prática das disciplinas, utilizando, desta forma, a carga horária destinada a prática para ministrar a teoria.

O professor P3, licenciado em matemática, mesmo não tendo estudado história da física/ciência, foi o único a assinalar a metodologia de História e Filosofia da Ciência. Conforme destacam as pesquisas essa metodologia é uma das que contribuem na formação de subsunções que são as estruturas responsáveis pela acomodação do conhecimento (AUSUBEL, 1980; MOREIRA, 2011). Essa relação do novo e o velho também é discutida pela teoria psicogenética de Piaget (1996).

Conforme apresentado no subcapítulo 3.6, essa metodologia é a mais indicada para se desvincular do processo de matematização aproximando-se de um ensino de Física preconizado pelos PCN (BRASIL, 2000) (VANUCCHI, 1996; BOSS; FILHO; CALUZI, 2009).

Harres (2012) defende uma diversidade formativa conforme visto anteriormente, e, partindo desse pressuposto, é normal que professores adotem metodologias diferenciadas, esse trabalho confirma a diversidade metodológica encontrada nos discursos docentes.

#### **4.1.13 Questão 13**

Durante o processo de formação inicial, você cursou disciplinas específicas, ou correlatas, cursos complementares ou outros que tenham abordado noções de História da Ciência? Quais?

Objetivo:

- Analisar se o professor teve oportunidade na sua formação inicial de estudar disciplinas de História da Ciência e/ou correlatas.

O ensino de disciplinas de História da Ciência esteve presente nos cursos de graduação nos moldes iniciais dos cursos de Física da USP em 1934. Esses componentes curriculares foram suprimidos em 1942 e voltaram aos currículos em 1967; desde então permanecem até hoje em muitos cursos como Evolução das Ideias da Física, Evolução da Física ou Evolução dos Conceitos da Física.

Independente da nomenclatura, essa disciplina apresenta uma alternativa ao ensino baseado na matematização e é de suma importância para que os discentes possam perceber como se deu a construção das teorias físicas.

O quadro 30 apresenta as UR para a pergunta de número 13. Como há graduados em Matemática foi inserida a categoria “História da Matemática”, para contemplar as respostas apresentadas nos questionários.

**Quadro 30:** Unidades de registro da questão 13.

<b>UC13 – Conhecimento em HFC oferecido pela formação inicial</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR13.1 – História da Ciência</b>	0	0%
<b>UR13.2 – Evolução da Física</b>	2	50%
<b>UR13.3 – História da Matemática</b>	2	50%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

A disciplina de História da Ciência não foi cursada por nenhum participante, que em nossa região é ofertada apenas no curso de licenciatura em Física da UESB de Itapetinga. Porém, a nosso ver, essa disciplina pouco ajudaria na prática docente de forma direta já que estuda a epistemologia da ciência com filósofos da ciência como Karl Popper (1902 – 1994), autor da teoria do falseacionismo.

Para Popper, a ciência não começa pelas observações de fenômenos, e o indutivismo não leva à construção de verdades universais. Para ele, nunca é possível confirmar uma teoria, porém é possível refutá-la. Ou seja, não se pode provar que uma teoria é verdadeira, no entanto é possível verificar quando ela é falsa. Por se apoiar nessa premissa é que suas ideias são chamadas de *falseacionistas* (VILLATORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008, p. 27). (itálico das autoras).

Ou ainda Thomas Kuhn (1922 – 1996), que contrariamente às teorias de Popper, usou:

[...] sua formação inicial em física teórica para se dedicar aos estudos em história da ciência [...] A epistemologia de Kuhn é baseada na história dos acontecimentos científicos e sua estrutura sobre alguns conceitos básicos, intercalando períodos de ciência normal, anomalias, crises e revolução científica (VILLATORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008, p. 27-28).

Esses teóricos são importantes para estudos didáticos em Física, e esses textos eram utilizados pelo pesquisador em disciplinas de Didática em Física e História da Ciência na UESB – *Campus Itapetinga*.

Todos os Licenciados em Física participantes da pesquisa cursaram disciplinas de Evolução da Física, que nos cursos da UESB, são divididas em I e II. A primeira analisa dos primórdios até o século XVI e a segunda da revolução científica do século XVII até os dias atuais.

O curso de licenciatura em Física da UESC – EAD, oferta o componente curricular Evolução dos Conceitos da Física, no segundo semestre, diferente da outra universidade que oferta a partir do sexto; momento que o aluno tem uma maior maturidade para compreender os conceitos devido à sua caminhada pelo curso de graduação.

Independente da disciplina, o importante é que os cursos de nossa região, assim como os professores habilitados em Física, têm subsídios teóricos para aplicarem a metodologia de HFC para retirar o ensino de Física baseado em “leis e fórmulas, de forma desarticulada” conforme os PCN (BRASIL, 2000).

Os professores habilitados em Matemática cursaram em sua graduação História da Matemática, disciplina que até a revolução científica muito divide com as disciplinas do curso de Física, já que durante muito tempo não havia separação e quase todos Físicos produziam Matemática e vice-versa.

O professor P3, único a assinalar que utilizava a metodologia de HFC nas suas aulas, cursou em sua graduação História da Matemática e como lecionava primeira série do ensino médio, essa disciplina cursada auxiliou na sua prática pedagógica devido a físicos como Galileu e Newton, muito marcantes nessa série, terem sido estudados em sua formação inicial.

O fato preocupante é que os professores que possuíam o maior domínio para a aplicação da metodologia HFC, que são os licenciados em Física, não a aplicam na sua dinâmica de sala de aula, ressaltando que essa metodologia poderia estar atrelada a práticas de Problematização, conforme o P2 diz utilizar, ou as aulas de Experimentação, conforme o P4 utiliza.

#### **4.1.14 Questão 14**

Para você a matematização e modelagem matemática se trata do mesmo processo?

Objetivo:

- Identificar se na compreensão dos professores há diferença entre modelagem matemática e matematização.

De acordo com Biembergur (2014) a matematização é uma etapa do processo de modelagem, logo a MM contempla a matematização, mas são em suas essências coisas diferentes.

O quadro 31 apresenta duas UR, uma para aqueles que acham que se trata do mesmo processo e outra para os que acharem que são processos diferentes.

**Quadro 31:** Unidades de registro da questão 14.

<b>UC14 – Diferença entre modelagem matemática e matematização</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR14.1 – São a mesma coisa</b>	3 P1: <i>Acredito que sim.</i> P2: <i>Sim.</i> P4: <i>Acredito que sim pois a modelagem modela fenômenos por meio de equações matemáticas assim como a matematização.</i>	75%
<b>UR14.2 – São coisas diferentes</b>	1 P3: <i>Não se trata do mesmo processo. Porém, a matematização seria uma das “etapas” ao se realizar a modelagem matemática no processo de ensino-aprendizagem.</i>	25%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

Apenas o professor P3 conseguiu apresentar a resposta correta por mais que ele tenha caracterizado matematização de forma polissêmica, ou seja, definiu o processo de matematização de forma que se encaixa também no processo de modelagem matemática.

Almeida, Silva e Vertuan (2013) trazem uma definição de matematização como sendo uma passagem da “linguagem natural para a linguagem matemática” muito semelhante com a “tradução matemática” trazida por Pietrocola (2002), e 75% dos participantes da pesquisa trabalham de forma direta com matematização e não conseguem saber que esse é apenas uma etapa do processo de modelagem feito muito no curso de Física por meio de equações diferenciais.

#### 4.1.15 Questão 15

Na sua visão é possível ensinar física sem estar completamente vinculada ao processo de matematização?

Objetivo:

- Discutir se o professor acredita que pode ser ensinado os conteúdos de Física sem o processo de matematização.

O processo de matematização faz parte de forma direta do ensino de Física. Dessa forma, o ensino desta disciplina dificilmente estaria “completamente” desvinculado do processo de matematização, o que podemos ter é abordagens metodológicas diferenciadas que permitam que esse processo não impere frente a uma aprendizagem significativa, já que muitas vezes o tradicionalismo permite que isso aconteça.

O quadro 32 apresenta as UR para essa questão.

*Quadro 32: Unidades de registro da questão 15.*

<b>UC15 – Possibilidade do ensino de física se desvincular da matematização</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR15.1 – Possível mas com perda de conteúdo</b>	1 <i>P2: Sim mas seria um aprendizado pobre de conteúdo.</i>	25%
<b>UR15.2 – Possível mas complexo para entendimento</b>	1 <i>P1: Acredito que sim, mas uma generalização torna-se complicada.</i>	25%
<b>UR15.3 – Impossível</b>	2 <i>P3: Não, inclusive quando se trata de análise de resultados e sua conclusão. P4: Não, acredito devido aos conceitos precisarem dos cálculos.</i>	50%
<b>UR15.4 – Impossível mas plausível com menos ênfase ao processo</b>	0	0%

*Fonte: Questionários da pesquisa.*



Os professores P3 e P4 (50% dos participantes), acreditam ser impossível se ensinar Física sem o processo de matematização porém justificaram pelos motivos que os PCN (BRASIL, 2000) condenam, ou seja, para eles “conceitos precisam de cálculos” e a matemática precisa para “análise de resultados”.

Conforme Zabala (2006), os alunos precisam conhecer o conceito e não aplicar uma fórmula, logo, não é porque os alunos conseguem acertar um cálculo matemático de uma questão de Física que o mesmo assimilou os conceitos pertinentes aquela questão.

É muito comum os professores de Física no momento de resolução de exemplos em sua aula retirar das questões os dados e o valor que a questão deseja colocar uma interrogação depois perguntando para os alunos qual fórmula usará para depois substituir na fórmula como ilustra a imagem abaixo.

**ER4.** Um veículo trafegou por uma rodovia federal passando pelo km 55 às 9 h e pelo km 235 às 11 h, isto é, 2 horas mais tarde. Sabendo-se que nesse intervalo de tempo o veículo ficou estacionado durante 15 minutos na lanchonete do km 137, determine a velocidade escalar média resultante.

**Resolução:**

$$s_0 = 55 \text{ km}$$

$$s_f = 235 \text{ km}$$

$$t_0 = 9 \text{ h}$$

$$t_f = 11 \text{ h}$$

A velocidade escalar média é calculada sobre todo o período de tempo transcorrido, sem se descontar o intervalo em que o veículo permaneceu estacionado.

O deslocamento foi de:

$$\Delta s = s_f - s_0 = 235 \text{ km} - 55 \text{ km} \Rightarrow \Delta s = 180 \text{ km}$$

e o intervalo de tempo foi de:

$$\Delta t = t_f - t_0 = 11 \text{ h} - 9 \text{ h} \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ h}$$

Logo, a velocidade escalar média foi de:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{180}{2} = 90 \text{ km/h}$$

**Figura 3:** Estratégia de resolução memorística.

**Fonte:** Yamamoto e Fuke (2011, p. 49)

Barreto (2012) faz severas críticas a esse processo de ensino que acaba “privilegiando a essência dos conceitos em detrimento da memorização de fórmulas e dados”, ou seja, o professor acredita que o aluno aprendeu o conceito simplesmente porque o aluno sabe utilizar as fórmulas e resolver as questões.

O professor P3 que diz utilizar a HFC como metodologia de ensino acredita que seria impossível ensinar desvinculado da matematização. Isso nos parece contraditório, à medida que a metodologia vem justamente como recurso para diminuir o formalismo matemático e atribuir significado aos conceitos que os professores julgam que os alunos compreenderam.

Os professores que acreditaram ser possível se enganaram em suas respostas, mas apresentaram justificativas interessantes. O P1 acredita que seria “complicado” sem a matematização, mas temos os dados reais que mostram que com o processo não fica fácil, o que teríamos que talvez os alunos não saibam fazer as contas, de fato, mas talvez eles possam compreender a essência do fenômeno, como foi durante muitos séculos na utilização da Física de Aristóteles.

O professor P2 acredita que seria “pobre de conteúdo”, ou seja, o que traz a riqueza para os conteúdos físicos é a matematização. Porém, os fenômenos são ricos por si só, o que esse processo faz é só um tratamento, uma tradução, para que possam ser compreendidos de uma forma científica e com isso poder fazer previsões com modelos criados a partir desse processo.

Os professores necessitam superar a visão simplista do ensino de física baseado na memorização de fórmulas desvinculadas da realidade sem significado para os alunos, conforme Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2011) e, passarem a enxergar o aluno como um indivíduo que tem anseios e necessidades educacionais diferenciadas, demandando, assim, que os professores façam a reflexão da ciência que eles ensinam e da ciência que os alunos aprendem, que conforme Harres (2012) nem sempre é a mesma.

#### **4.1.16 Questão 16**

Na sua opinião o aluno está apenas matematizando a Física ou compreendendo os fenômenos naturais por meio da matemática?

Objetivo:

- Investigar se os professores acreditam que os alunos estão aprendendo fenômenos por meio da matemática ou apenas fazendo contas sem sentido para eles.

Diante do que foi exposto anteriormente e da discussão apresentada no referencial teórico chegamos a pergunta de número 16 e o cenário educativo mostra que nossos alunos estão apenas matematizando a física e não cumprindo o objetivo que seria compreender os fenômenos naturais por meio de leis e equações matemáticas.

O quadro 33 apresenta a visão dos professores diante dos resultados encontrados com suas turmas de educação básica e ensino superior.

**Quadro 33:** Unidades de registro da questão 16.

<b>UC16 – O aluno compreende os fenômenos físicos</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR16.1 – Sim</b>	1 <i>P3: Ao matematizar ele acaba por compreender tais fenômenos.</i>	25%
<b>UR16.2 – Não</b>	3 <i>P1: Difícil responder. Acredito que nem sempre matematizar é compreender. P2: Apenas matematizando. Infelizmente a preocupação deles é em encontrar um “vetor” e acertar a questão da prova. P4: Matematizando a física porque com duas aulas fica difícil o aluno compreender o fenômeno.</i>	75%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

Apenas o professor P3 acredita que os alunos compreendem o fenômeno devido a matematização. Como discutido na pergunta anterior, nem sempre que se acerta uma “conta” significa que se compreende o fenômeno, pois há diferença entre aplicar uma fórmula e compreender o que se está fazendo (ZABALA, 1996).

75 % dos pesquisados acreditam que os alunos estão apenas matematizando a Física e o professor P2 levanta uma discussão pertinente, relacionado com a preocupação dos alunos em relação à aprovação, ou seja, em “acertar a questão da prova”. Na maioria das vezes, não abre espaço para que discussões surjam em sala de aula e fomentem um aprendizado baseado em diálogo; cenário que poderia ser modificado no processo de “enculturação científica”. Conforme Vasconcelos (2002) e Aquino (1995), o modo de agir do professor em sala de aula pode mudar completamente o rumo e inverter essa visão imediatista dos alunos em querer aprender o conteúdo apenas para passar numa prova e não aprender para a vida.

O professor P4 traz a questão do número de aulas, conforme os quadros 14, 15 e 16. Para que o professor consiga cumprir os conteúdos em duas aulas ele deverá, conforme o quadro 13, apenas fornecer uma “visão geral da matéria e resolução dos exercícios propostos ao longo do capítulo” e os alunos apenas resolverão exercícios. Isso confirma o ensino baseado na memorização de fórmulas que gerará apenas uma aprendizagem mecânica, conforme Moreira (2011).

De acordo com Lahera e Forteza (2006) e Vilatorre, Higa e Tychanowicz (2008), existem momentos de obter os conhecimentos prévios, da captura conceitual, para depois a troca conceitual. Segundo Moreira (2011), esse momento de ancoragem do conhecimento novo com o velho pode muitas vezes ser mediado por analogias, como Mortimer (2006) sugere, para que haja uma aprendizagem significativa que se oponha ao cenário atual que comprova o que o professor P1 diz que “nem sempre matematizar é compreender”.

#### **4.1.17 Questão 17**

A Física Aristotélica e a Física Newtoniana conseguem exemplificar o processo de compreensão dos fenômenos *versus* o processo de matematização?

Objetivo:

- Analisar de acordo com os conhecimentos de HFC o que o pesquisado entende por Física Aristotélica e estudo do fenômeno.

A Física Aristotélica era completamente filosófica e tentava compreender os fenômenos físicos. Foi adotada por muitos séculos e só depois do século XV caiu em

descrédito com o processo de matematização que teve como precursores Galileu e Newton. Com os Princípios Matemáticos de Filosofia Natural, Newton acabou por criar ferramentas matemáticas que conseguiram explicar os fenômenos por meio de uma linguagem completamente matematizada.

Esses tópicos são discutidos nas disciplinas de Evolução da Física e faz parte da formação de todo estudante de física. O quadro 34 traz as UR da visão dos professores de acordo com a questão 17.

**Quadro 34:** Unidades de registro da questão 17.

<b>UC17 – Aristóteles e Newton são os exemplos da compreensão versus matematização</b>		
	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<b>UR17.1 – Sim</b>	3 <i>P2: Sim, a física newtoniana é mais rica na matematização, mas Aristóteles não fica atrás. P3: Sim. Enquanto uma foi baseada no senso da observação, anos depois veio a sua matematização. P4: Sim pois a física aristotélica era filosófica tentando explicar o fenômeno e a newtoniana é carregada de matemática.</i>	75%
<b>UR17.2 – Não</b>	0	0%
<b>UR17.3 – Não consigo responder</b>	1 <i>P1: Não consigo responder a esse pergunta.</i>	25%

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

O professor P1, licenciado em matemática, não consegue responder essa pergunta, talvez devido ao desconhecimento da Física Aristotélica, visto que a newtoniana é a empregada no estudo da Física Clássica do primeiro ano do ensino médio e na Física Geral dos cursos de Licenciatura em Matemática.

Nenhum professor disse um “não” e 75% dos pesquisados acreditam que são o exemplo da compreensão do fenômeno *versus* a matematização. Segundo Rosa (2012b), a Física Aristotélica deixa de ser levada em consideração apenas com o advento da ciência moderna que começa depois dos estudos de Copérnico.

A Física, na tradição aristotélica, passou a estudar a matéria em geral, através da interpretação conceitual dos fenômenos, baseando-se no

raciocínio lógico, no bom senso e nos sentidos, sem submissão de suas teorias à verificação experimental sistemática (ROSA, 2012a, p. 171).

Aristóteles tinha uma mínima matematização, ele acreditava, por exemplo, assim como os Pitagóricos, que as trajetórias dos errantes<sup>10</sup> era circular já que o círculo era a forma mais perfeita. Contrariando assim o que o professor P2 diz que Física aristotélica não “fica atrás” da newtoniana em relação a matemática.

A teoria newtoniana era contestada por intelectuais como Leibniz e Giovanni Domenico Cassini (1625 – 1712), astrônomo e matemático italiano, ambos cartesianos, já que conforme Rosa (2012b, p. 124) a teoria de Newton prevaleceu sobre a de Descartes e acabou por criar “uma nova Ciência, um novo conjunto teórico e conceitual que, de forma coerente, lógica, matematizada e experimental, explicasse os fenômenos físicos”.

Todos os professores que responderam “sim” têm a visão aparentemente correta acerca da física newtoniana, de acordo com os referenciais como Rosa (2012) e Aristóteles (2009), e apenas o professor P2, físico de formação, tem uma visão discordante da Física Aristotélica. A matematização da Física veio realmente anos depois do estudo filosófico conforme afirma o professor P3 e a física newtoniana é carregada de matemática conforme o professor P4.

Os professores que cursaram a disciplina Evolução da Física em sua formação inicial tiveram um índice de respostas melhor do que os que não estudaram e apenas metade dos que estudaram História da Matemática conseguiram responder a pergunta 17.

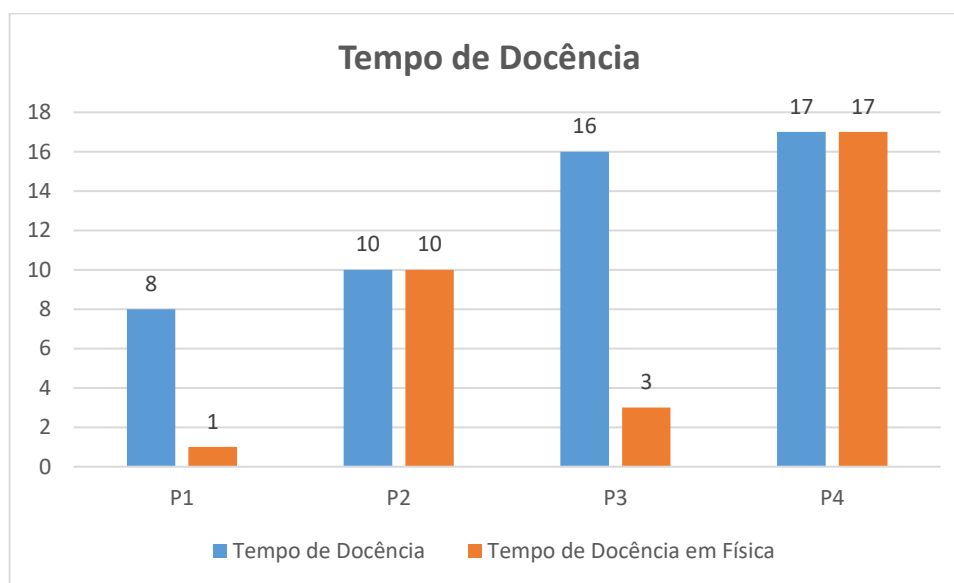
Com essa pergunta, conseguimos verificar que, na visão docente, a Física que compreende o fenômeno é realmente a aristotélica, que foi ensinada durante séculos, inclusive formando os pensadores que conseguiram encontrar as suas falhas e a substituí-la por uma nova, mais científica e que melhor explicava e modelava os fenômenos naturais.

---

<sup>10</sup> Era como os gregos chamavam os corpos celestes, ou na teoria aristotélica, como ocorria todos os movimentos no mundo supralunar.

## 4.2 ANÁLISE GERAL

Os dados revelam que os professores habilitados em Física nunca lecionaram nenhuma outra disciplina além de Física. A pesquisa identificou que os professores que possuem o menor tempo de docência na disciplina Física são os que não possuem habilitação na área. O gráfico 1 mostra que os professores P3 e P4 são os que apresentam o maior tempo de docência.



**Gráfico 1:** Tempo de docência.  
**Fonte:** Questionários da pesquisa.

O professor P3 possui 16 anos de docência na área de Matemática, sendo que 1 desses anos lecionou Física para completar sua carga horária e em 2 desses anos atuou como professor substituto da área de Física, lecionando disciplinas de Matemática para colaborar, ministrando Cálculo I e Fundamentos de Matemática nos cursos de Graduação em Bacharelado em Engenharia Agrônoma, Tecnologia em Agroindústria e Licenciatura em Química.

Todos os professores lecionam a disciplina de Física na educação básica, sendo P1 o único que não leciona Física no ensino superior, lecionando Matemática na educação básica; por ser professor substituto da área de Estatística, P1 ministra os componentes curriculares Estatística Básica e Cálculo 1 nos cursos de Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema, Tecnologia em Agroindústria e Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

P4 é o único que leciona em pós-graduação, ministrando disciplinas que promovem reflexões sobre o ensino de Física. De acordo com os dados da pesquisa, ele é o único professor que diz aplicar a metodologia da experimentação em suas aulas, ou seja, dentre os três professores (P2, P3 e P4) que disseram ministrar disciplinas de física nos cursos de graduação, todas disciplinas com carga horária prática, apenas P4 cumpriria realmente a proposta pedagógica do componente curricular.

Todos conseguiram fornecer respostas satisfatórias para a relação entre a Matemática e a Física, bem como a importância da álgebra para o estudo da Física (perguntas 6 e 7). Em relação ao saber matemático ser decisivo para a aprendizagem de Física, todos acreditam que é decisivo, conforme Bassanezi (2002) que defende que a matemática faz parte do processo de racionalização da ciência, portanto, a matematização é parte integrante dos estudos dessas ciências.

Em relação aos conteúdos matemáticos que os alunos sentem mais dúvida no estudo da Física, metade dos docentes dizem quem os alunos têm maior dificuldade em Equações do 1º e 2º graus isso se dá pela dificuldade enfrentada no ensino da álgebra e pelo fato de os docentes também adotarem a metodologia tradicionalista focada na memorização de fórmulas, sendo completamente contrários aos PCN (BRASIL, 2000) e não se dando conta de que as aprendizagens baseadas nesses pressupostos não contribuem com uma aprendizagem significativa, conforme diz Moreira (2011).

Trouxemos Pietrocola (2002), Freudenthal (1968 *apud* ALMEIDA; SILVA, 2009), Treffers e Goffre (1985 *apud* MENDES; BATISTA, 2016) e Lucas e Batista (2011 *apud* MENDES; BATISTA, 2016) como teóricos para trazerem o significado semântico do processo de conseguir fornecer uma resposta satisfatória e 75% apresentaram uma definição que consegue se encaixar em outros conceitos, como o de modelagem matemática, por exemplo.

Por mais que o professor P4 tenha conseguido “cumprir bem” a questão 10 o mesmo não soube diferenciar matematização de modelagem matemática, assim como os participantes P1 e P2. O professor P3 apresentou uma definição polissêmica para a pergunta de número 10, contudo, foi o único que conseguiu responder a



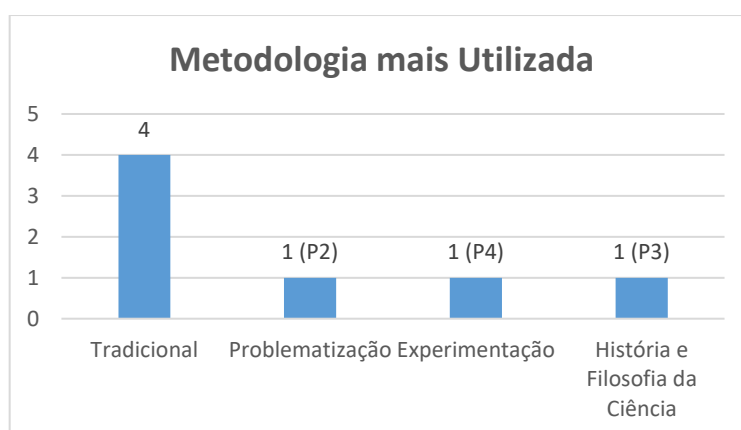
pergunta 14, talvez devido ao fato de sua trajetória na docência de matemática ser maior do que o P1.

Sobre o estudo do tema matematização 25% dos professores, ou seja, apenas o professor P1, não se recordava de ter estudado o tema; geralmente os cursos de Licenciatura em Matemática discutem em disciplinas destinadas ao ensino de Matemática o processo de Modelagem, em que a matematização é uma das etapas. 75% dos professores não estudaram de forma específica, mas sim em meio aos estudos de outras disciplinas talvez por esse motivo não tivemos um grau de acerto satisfatório na questão 10.

Como o professor P1 não se recordava de ter estudado o tema matematização, não conseguir fornecer respostas satisfatórias para as perguntas de número 10 e 14. Por mais que o professor P2 tenha estudado o tema diluído em conceito de outras disciplinas, ele não soube conceituar o processo de matematização nem diferenciá-lo de modelagem matemática.

Os professores P3 e P4 que também estudaram o tema matematização de forma integrada a outros saberes conseguiram acertar apenas uma das perguntas, a 10 ou a 14.

Em relação às metodologias de ensino mais utilizadas, a pesquisa trouxe a informações que todos os professores utilizam “o tradicionalismo”, ou seja, a metodologia centrada na aprendizagem memorística e mecânica que se opõe a aprendizagem significativa defendida por Ausubel (2000) e Moreira (2011). O gráfico abaixo expõe as respostas do professor em relação à questão 12.



**Gráfico 2:** Metodologia de ensino mais utilizada pelos professores.  
**Fonte:** Questionários da pesquisa.

O único professor que assinalou utilizar a metodologia de HFC foi o professor P3 que estudou em sua formação inicial História da Matemática, como esse professor leciona para turmas de primeiro ano, alguns conceitos visto em sua graduação são suficientes para se discutir mecânica clássica. Por mais que não tenha conseguido definir corretamente matematização, soube diferenciar esse processo da modelagem matemática; na visão dele não seria possível ensinar Física sem ser pela matematização, contrariando teóricos como Vanuchi (1996) e Boss, Filho e Caluzi (2009) que defendem que nessa metodologia encontra-se uma alternativa para o ensino de Física, que atualmente, não tem obtido resultados satisfatórios. P1 disse que ministrava disciplinas de Física Geral e ao não assinalar o uso da metodologia da experimentação, fica evidente que P1 não não cumpria a parte prática destinada as disciplinas de Física nos cursos de graduação.

O professor P2 foi o único que disse utilizar a problematização além do tradicionalismo, contudo não foi encontrado em nenhuma das suas respostas a palavra “cotidiano”, ponto chave para se problematizar. O mesmo acredita que sem a matematização o aprendizado seria “pobre de conteúdo”, realçando que a metodologia tradicionalista impera sobre a outra em sua prática pedagógica. Por mais que tenha cursado a disciplina Evolução da Física em sua formação inicial, a HFC não é utilizada em suas aula como forma de “contextualização” e muito menos de “problematização”, mesmo acreditando que possa se ensinar física sem matematização.

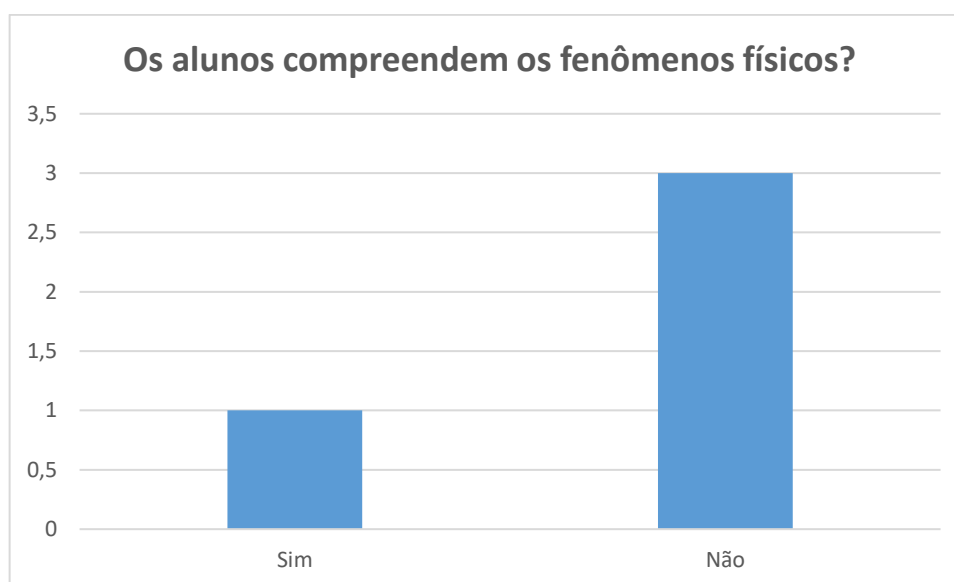
O único a assinalar a experimentação também assinalou que utiliza os métodos tradicionais de ensino, ele acredita não ser possível se ensinar física sem matematizar pois os “conceitos precisam dos cálculos”. Na verdade os conceitos precisam ser compreendidos e a experimentação é umas das melhores estratégias para essa compreensão e por mais que o mesmo tenha estudado Evolução da Física em sua formação inicial em nenhum momento mencionou a HFC como alternativa a matematização.

Os professores P2 e P4 cursaram em sua formação inicial além das Físicas Gerais as disciplinas de Físicas Específicas, como Termodinâmica, Eletromagnetismo, Física Moderna, etc. Sendo assim, estavam com todo “arsenal” teórico e prático para ministrarem as disciplinas de Física Geral dos cursos de

graduação do Instituto Federal Baiano. As disciplinas do IfBaiano possuem carga horária prática e o participante P2 como diz não utilizar a experimentação acreditamos que o mesmo não realiza as práticas dos componentes.

O professor P1 é o único que declaradamente utiliza apenas métodos tradicionais e por mais que tenha cursado História da Matemática em sua formação inicial, como P3, não esboça vontade de sair dessa metodologia pautada na memorização, reprodução e aplicação de fórmulas que os PCN (BRASIL, 2000-2) tanto querem modificar. Ele acredita ser possível um ensino de Física livre da matematização, contudo, um ensino complexo já que na visão dele a generalização torna o processo mais difícil. Entendemos que a questão não é generalizar e sim levar o aluno a compreender o fenômeno, por meio de sua construção e aplicação história e social, fazer o aluno perceber que a ciência não é morta e que ela está a sua volta, apenas esperando ser interpretada e enxergada.

Apenas o professor P3 acredita que ao matematizar a Física os alunos compreendem os fenômenos, até os professores licenciados em Física e o P1, habilitado em Matemática, reconhecem essa deficiência e sabem que os alunos estão apenas matematizando a Física e não compreendem os fenômenos, conforme o gráfico 3 ilustra.



**Gráfico 3:** Os alunos compreendem os fenômenos físicos por meio da matemática ou apenas matematizam a física.

**Fonte:** Questionários da pesquisa.

O professor P3 que acredita que a matematização causa aprendizagem, mesmo não conseguindo definir matematização de forma correta e acredita que não seja possível ensinar Física sem esse processo, utiliza como justificativa para essa impossibilidade o fato da “análise de resultados”, ou seja, na visão desse professor, só seria possível analisar resultados com o ferramental matemático.

De todos os pesquisados, 75% reconhecem que o exemplo de Física desvinculado da matematização seria aristotélica e, reconheceram que durante séculos essa ciência foi ensinada nas escolas e universidades, se tornando um método de ensino reconhecido pela igreja católica denominado Escolástica. Vários nomes conhecidos, como o próprio Newton, estudaram nos moldes aristotélicos e por mais que ela não esteja dentro dos padrões atuais do que se espera de ensino, ela prova que é possível compreender fenômenos com pouca matematização.

O rigor matemático, muitas vezes, cria uma barreira entre os alunos e o professor, a consequência desse “abismo” acaba por prejudicar o aprendizado de Física e Química. A álgebra, devido à sua formalidade e regras, representa o insucesso desse ensino, já que praticamente todas as áreas da matemática, principalmente no ensino médio, estão algebrizadas, como a geometria, por exemplo, e talvez a saída para esse fracasso seja uma renovação metodológica, ou seja, o professor deve tentar mudar a metodologia e a HFC tem muito a contribuir nesse processo.

## **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.

Portanto, na busca de discutir a concepção que os professores que lecionam Física na Rede Federal de Educação Tecnológica de Guanambi-BA têm a respeito da matematização essa pesquisa foi realizada. Verificou-se que os cursos de Licenciatura em Física apresentam subsídios teóricos para que os professores ministrem suas aulas utilizando a metodologia de HFC como alternativa ao processo de matematização, visando, assim, uma aprendizagem significativa dos fenômenos físicos que cercam os alunos.

Como nem sempre temos licenciados em Física ministrando essa disciplina em salas de aula da educação básica, fato constatado pela pesquisa, que 50% dos professores eram licenciados em matemática. Pudemos perceber que mesmo assim, utilizando apenas a disciplinas de História da Matemática, um desses professores conseguiu utilizar a referida metodologia.

Os participantes da pesquisa eram licenciados em Física e Matemática, cursos da área de ciências exatas, e mesmo assim, desconheciam o conceito e o processo de matematização. Daí a importância em se discutir esse tema nos cursos de formação inicial dos professores dessa área para os conscientizar sobre esse processo e propor alternativas à esse ensino, que geralmente ao ser carregado de rigor matemático distancia os alunos das ciências e não consegue fazê-los compreender os fenômenos naturais que estão no seu cotidiano, como é proposto pelos PCN (BRASIL, 2000), PCN+ (BRASIL, 2002) e BNCC (BRASIL, 2016).

Os professores que participaram deste trabalho são todos pertencentes à rede Federal e Educação Tecnológica e os que não são habilitados são professores contratados como substitutos, mesmo assim, todos conhecem o processo de

matematização para o ensino do conhecimento físico e apenas 25% deles diz não se lembrar de ter estudado esse tema em sua formação inicial.

A matemática é peça chave do processo de construção do conhecimento físico, e está presente na relação de interdisciplinaridade que há entre a Física e Matemática. Devido ao fato de 100% dos professores pesquisados compreenderem a estreita relação entre essas duas disciplinas, e por mais que 75% tenham apresentado respostas polissêmicas em relação à definição de matemática, essas respostas são válidas no cotidiano aplicável do processo.

Um fato que se tornou preocupante em relação ao tema, é que o processo de matemática não é abordado de forma específica nos cursos de formação inicial, com textos que discutam o seu conceito e sua aplicação no cotidiano escolar. Dos três professores que afirmaram ter recebido noções a respeito do processo, dois eram licenciados em Física e um era licenciado em Matemática, sendo que este último foi o único a saber a diferença entre modelagem matemática e matemática; todos disseram que a abordagem conceitual foi de forma integrada a outros contextos.

Não discordamos que matemática 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 no momento que os professores não conseguiram explicar de maneira efetiva o processo de matemática nem tampouco pensar em alternativas para o ensino de Física voltado a desenvolver às estruturas cognitivas dos alunos menos arraigada à fórmulas e resolução de equações.

Vale ressaltar que 50% dos professores que cursaram a disciplina Evolução da Física apresentaram um bom desempenho a respeito das perguntas que envolviam essa área de estudo e que um professor habilitado em matemática, mesmo não tendo essa formação, foi o único a utilizar a metodologia HFC em sua prática docente.

Esperamos que essa pesquisa possa colaborar com outras futuras sobre o processo de matemática e na utilização da HFC na sala de aula, como alternativa a esse processo. Salientamos que essas discussões são pertinentes na formação inicial dos professores de ciências e matemática.

Esperamos 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.

Para finalizar, acreditamos que esta pesquisa conseguiu alcançar seus objetivos compreendendo as concepções que os sujeitos envolvidos possuíam do tema, traduzindo essas ideias nesse texto para que possa colaborar com a inserção da metodologia HFC como uma alternativa ao processo ancorado na matematização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

---

---

- 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 Pêsoa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática da educação básica**. São Paulo: Contexto, 2013.
- ALVES FILHO, J. de P.; PIETROCOLA, M.; PINHEIRO, T. de F. Nova transposição didática gera novas atividades experimentais. In: VII Encontro de pesquisa em Ensino de Física, 2000, Florianópolis. anais do VII encontro de pesquisa em Ensino de Física. SP: SBF, 2000.
- AQUINO, Julio Groppa. **Confrontos na sala de aula: Uma leitura institucional da relação professor-aluno**. São Paulo: Summus, 1996.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- ARISTÓTELES. **Física I – II**. Trad. Lucas Angioni. Campinas – SP: Editora da UNICAMP, 2009.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2009. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/alasiasantos/analise-de-conteudo-laurence-bardin>.> Acesso em 22 jul. 20174.
- BARRETO, Márcio. **A física no ensino médio: Livro do professor**. Campinas – SP: Papirus, 2012.
- BARROS, C. S. G. **Pontos de Psicologia Escolar**. 5 ed. Ática, 2007.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BATISTA, Irinéia de Lourdes. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/10.pdf> > Acesso em: 20 de dez. de 2017.
- 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 Tecnológica. 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 Tecnológica. 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.

BROLEZZI, Antônio Carlos. **A arte de contar: história da matemática e educação matemática**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CAMPOS, Maria C. Da C; NIGRO, R.G; **Didática em Ciências: O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. **As faces da física**. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2006.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; *et al.* **Ensino de Física**, 2011.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del sabe sábio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991.

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

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências fundamentos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DEVRIES, Rheta; SALES, Cristina. **O ensino de física para crianças de 3 a 8 anos**: uma abordagem construtivista. Tradução: Marta Rabioglio. Porto Alegre: Penso, 2013.

DRIVER, R. Um Enfoque Construtivista para el Desarrollo del Currículo em Ciências. In: **Enseñanza de las ciência**, Barcelona, v. 6, n. 2, p. 109 -120, 1988.

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

FARIAS, I. M. S.; SALES, J. O. C. B.; BRAGA, M. M. S. C.; FRANÇA, M. S. L. M.; **Didática e Docência**: aprendendo a profissão. Brasília: Liber Livro, 2009.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3 ed. rev. Campinas-SP: Autores Associados, 2012.

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.

GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B. **Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 16, nºs (1-4), 1994.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. Manual de pesquisa qualitativa. Belo Horizonte: Anima Educação, 2014. Disponível em: <  
[http://disciplinas.nucleoad.com.br/pdf/anima\\_tcc/gerais/manuais/manual\\_quali.pdf](http://disciplinas.nucleoad.com.br/pdf/anima_tcc/gerais/manuais/manual_quali.pdf)>  
Acesso em: 16 de dez. de 2017.

HARRES, João Batista Siqueira. Avanços e dilemas na formação do professor de física. In: GARCIA, Nilson Marcos Dias; HIGA, Ivanilda; ZIMMERMANN, Erika; et al. (Orgs). **Pesquisa em Ensino de Física e a sala de aula**: articulações necessárias. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

LAHERA, Jesús; FORTEZA, Ana. **Ciências físicas nos ensinos fundamental e médio**: modelos e exemplos. Trad. Antonio Feltrin. Porto Alegre: Artmed, 2006.

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

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 3. reimp. São Paulo: Atlas, 2006.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 20 reimp. São Paulo: Cortez, 1994.

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.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo do Ensino Superior – 2007**. Brasília: INEP, 2009. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/básica/Escolar/sinopse.asp>>. Acesso em: set. 2009.

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

\_\_\_\_\_. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria Física, 2011b.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2 ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**, 2006.

NASCIMENTO, Daniela Galdino. **Espaço Visceral**. São Paulo: Editora Segundo Selo, 2018

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

PIAGET, Jean. **Biologia e Conhecimento**. 2ª Ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

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.

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.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRADO, Fernando Dagnoni; HAMBURGER, Ernst Wolfgang. Estudos sobre o curso de Física da USP em São Paulo. In. NARDI, Roberto. (Org). **Pesquisa no ensino de física**. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editoras, 2004.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo – RS: Universidade FEEVALE, 2013.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico**. 2 ed. Brasília: FUNAG, 2012a.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência: a ciência moderna**. 2 ed. Brasília: FUNAG, 2012b.

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

SANT'ANNA, F. M.; ENRIGONE, D.; ANDRÉ, L. C.; TURRA, C. M. G. **Planejamento de Ensino e Avaliação**, 11 ed. Porto Alegre: SAGRA LUZZATTO, 1998.

SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico**. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SANTOS, Cintia Aparecida Bento dos. Um estudo sobre os cursos de formação de professores que ensinam a disciplina de física no ensino médio. **REVEMAT**, eISSN, 1981-1322, Florianópolis (SC), v. 06, n. 2, p. 1-18, 2011.

SANTOS, Andréa Freire dos; *et al.* FORMAÇÃO DE PROFESSORES E O NÃO USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA: um estudo de caso. **C&D-Revista Eletrônica da Fainor**, Vitória da Conquista, v.9, n.2, p.220-238, jul./dez. 2016. Disponível em: <http://srv02.fainor.com.br/revista/index.php/memorias/article/viewFile/542/299>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SILVA, Otto Henrique Martins da. **Professor-pesquisador no ensino de física**. Curitiba: Ibpex, 2008.

SILVA, Ferdinand Martins da. **Profesores de Física de la Mesorregión del Centro Sur de Bahía: Aspectos históricos, formación y trabajo docente**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências Experimentais) – Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas – Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral. Argentina, p. 117, 2017. Disponível em:

<http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/1041/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 abr. 2018.

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.

VASCONCELLOS, Celso Dos Santos. **Construção do Conhecimento em Sala de Aula**. 13 ed. São Paulo; Libertad, 2002.

VILLANI, A. Ideias espontâneas no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 11, n. 1, dez. 1989.

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

ZABALA, Antoni. **Como Trabalhar os Conteúdos Procedimentais em Aulas**, 1996, 2ª Edição. (p. 31) Disponível em: <<http://portal.if.usp.br/coclic/pt-br/pcn-pcnem>>. Acesso em: 16/02/2016.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio**. Vol I. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
 CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA  
 DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
 MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA  
 EM REDE NACIONAL - PROFMAT



Pesquisa: DA FÍSICA ARISTOTÉLICA À MECÂNICA NEWTONIANA: ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA.

Professor Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Deusa Ferreira da Silva

Professor Co-Orientador: Prof. Me. Ferdinand Martins da Silva

Orientando: Eric Novais Silva

### QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

1. Qual é a sua área de formação?  
 Física  Biologia  Química  Matemática  Engenharias  Outros: \_\_\_\_\_
2. Quanto tempo de magistério? \_\_\_\_\_
3. Quanto tempo leciona a disciplina de Física? \_\_\_\_\_
4. Em quais níveis de ensino você já lecionou disciplinas de Física?  
 Educação Básica  Graduação  Pós-graduação
5. Caso tenha lecionado ou leccione em Graduação e/ou Pós-graduação, indique qual(is) disciplina(s) você lecionou?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
6. Comente a relação *Física x Matemática* no ensino de Física.  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
7. Qual a importância da álgebra para o estudo da Física?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
8. O saber matemático pode ser decisivo no aprender Física? Comente.  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- 
- 
9. De acordo com sua experiência docente, no ensino de conteúdos físicos, qual o conteúdo matemático em que os alunos apresentam maior dificuldade? Você poderia levantar hipóteses do porquê desta dificuldade?

---

---

---

---

---

10. O que você entende por matematização?

---

---

---

---

---

11. O que você viu/estudou a respeito do tema matematização na sua graduação?

---

---

---

---

---

12. De acordo com as clássicas metodologias de ensino quais você mais utiliza em suas aulas?  
 Tradicional  Problematização  Experimentação  História e Filosofia da Ciência

13. Durante o processo de formação inicial, você cursou disciplinas específicas, ou correlatas, cursos complementares ou outros que tenham abordado noções de História da Ciência? Quais?

---

---

---

---

---

14. Para você a matematização e modelagem matemática se trata do mesmo processo?

---

---

---

---

---

15. Na sua visão é possível ensinar física sem estar completamente vinculada ao processo de matematização?

---

---



---

---

---

16. Na sua opinião o aluno está apenas matematizando a Física ou compreendendo os fenômenos naturais por meio da matemática?

---

---

---

---

17. A Física Aristotélica e a Física Newtoniana conseguem exemplificar o processo de compreensão dos fenômenos *versus* o processo de matemáticação?

---

---

---

---

## APÊNDICE B



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
 CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA  
 DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
 MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA  
 EM REDE NACIONAL - PROFMAT



Pesquisa: DA FÍSICA ARISTOTÉLICA À MECÂNICA NEWTONIANA: ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA.

Professor Orientador: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Maria Deusa Ferreira da Silva

Professor Co-Orientador: Prof. Me. Ferdinand Martins da Silva

Orientando: Eric Novais Silva

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Resolução nº 196, de 10 de Outubro de 1996, sendo o Conselho Nacional de Saúde.

O presente termo em atendimento à Resolução 196/96, destina-se a esclarecer ao participante da pesquisa intitulada “DA FÍSICA ARISTOTÉLICA À MECÂNICA NEWTONIANA: ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA”, sob responsabilidade do pesquisador Eric Novais Silva do curso de Pós-Graduação *Strictu Sensu* - MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT do Departamento de Ciências Exatas, os seguintes aspectos:

**Objetivos:** Essa pesquisa será realizada com o objetivo de investigar percepções sobre o processo de matematização da física, com professores da Rede Federal de Educação Tecnológica do município de Guanambi – Bahia.

**Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa qualitativa em que os dados serão coletados através de questionários com os professores da Rede Federal de Educação Tecnológica do município de Guanambi – Bahia, mais especificamente do Instituto Federal Baiano – *Campus* Guanambi.

**Justificativa e Relevância:** Os estudos acerca da temática são incipientes.

**Participação:** Os sujeitos da pesquisa responderão a um questionário.

**Desconfortos e riscos:** Não haverá nenhum desconforto ou risco que a pesquisa possa gerar.

**Confidencialidade do estudo:** A pesquisa se compromete em manter todos os sujeitos sem identificação.

**Benefícios:** Trazer perspectivas para que haja mudança na prática docente.

**Dano advindo da pesquisa:** A pesquisa não causará nenhum dano aos entrevistados, nem a instituição.

**Garantia de esclarecimento:** Ao sujeito da pesquisa, em qualquer momento, será dado total esclarecimento sempre que a mesma for solicitada.

**Participação voluntária:** esclarecemos que a participação dos sujeitos da pesquisa no projeto é voluntária e livre de qualquer forma de remuneração e que o mesmo pode retirar seu consentimento em participar da pesquisa a qualquer momento.

- **Consentimento para participação:** Eu estou de acordo com a participação no estudo descrito acima. Eu fui devidamente esclarecido quanto os objetivos da pesquisa, aos procedimentos aos quais serei submetido e os possíveis riscos envolvidos na minha participação. Os pesquisadores me garantiram disponibilizar qualquer esclarecimento adicional que eu venha solicitar durante o curso da pesquisa e o direito de desistir da participação em qualquer momento, sem que a minha desistência implique em qualquer prejuízo à minha pessoa ou à minha família, sendo garantido anonimato e o sigilo dos dados referentes a minha identificação, bem como de que a minha participação neste estudo não me trará nenhum benefício econômico.

Eu, \_\_\_\_\_, aceito livremente participar do estudo intitulado “DA FÍSICA ARISTOTÉLICA À MECÂNICA NEWTONIANA: ANÁLISE DA MATEMATIZAÇÃO DA FÍSICA” desenvolvido pelo acadêmico Eric Novais Silva, sob a responsabilidade dos Professores Maria Deusa Ferreira da Silva e Ferdinand Martins da Silva da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

Assinatura do(a) Participante \_\_\_\_\_

#### COMPROMISSO DO PESQUISADOR

Eu discuti as questões acima apresentadas com cada participante do estudo. É minha opinião que cada indivíduo entenda os riscos, benefícios e obrigações relacionadas a esta pesquisa.

\_\_\_\_\_ Guanambi-BA, Data: \_\_/\_\_/\_\_

Assinatura do Pesquisador

Para maiores informações, pode entrar em contato com:

Eric Novais Silva: Fone: (77) 99952-5610