

# Matemática Básica Aplicada ao Ensino de Física: Relação Entre Competências e Habilidades Técnicas Necessárias para a Resolução de Problemas de Física Segundo o Inep

## RESUMO

**Patrícia Cardoso de Andrade**  
[patcapatricia@gmail.com](mailto:patcapatricia@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0003-4848-860X](https://orcid.org/0000-0003-4848-860X)  
Universidade Federal de Goiás,  
Goiânia, Goiás, Brasil

**Guilherme Colherinhas de Oliveira**  
[gcolherinhas@gmail.com](mailto:gcolherinhas@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0002-4526-3408](https://orcid.org/0000-0002-4526-3408)  
Universidade Federal de Goiás,  
Goiânia, Goiás, Brasil

Neste estudo é apresentada uma metodologia para a análise e planejamento de um curso interdisciplinar que possibilita relacionar conceitos básicos de matemática aplicados em diversos conteúdos de Física. Esta metodologia busca caracterizar os problemas conceituais enfrentados pelos alunos, tais como: interpretação física do problema proposto, estruturação lógica e matemática do problema e caracterização das deficiências básicas que impedem o aprendizado das ciências exatas, em especial física, disciplina que pode ser fortemente beneficiada pela adequada aplicação e utilização da modelagem matemática. Este estudo pode ser valioso para uma nova estratégia metodológica para o aprendizado de ciências exatas, que pode ser usado por professores de ciências exatas tanto no ensino médio quanto em aulas iniciais de cursos superiores. Os resultados mostram que, houve uma significativa melhora da aprendizagem dos alunos com a frequência no curso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Competências e Habilidades. Ensino Médio. Habilidades Técnicas ou Estruturantes. Modelagem Matemática. Resolução de Problema de Física.

## INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para o aprendizado da Física decorre da grande deficiência que os alunos apresentam em matemática básica e na interpretação dos exercícios. Infelizmente muitos professores de física colocam a responsabilidade da insuficiência da matemática nos professores desta matéria (PIETROCOLA, 2002). É também nossa responsabilidade, como professores de física, sanar as dúvidas dos conteúdos de matemática, uma vez que a matemática é estruturante dos conceitos e entendimentos físicos. Por exemplo, não podemos entender o Eletromagnetismo sem aparatos matemáticos como o gradiente, o divergente e o rotacional de uma função; ou ainda não poderíamos avançar em muitas tecnologias sem os estudos da Mecânica Quântica com suas equações diferenciais parciais; assim como não poderíamos compreender algumas particularidades dos sólidos sem entender os conceitos de estatística sobre os vários ordenamentos de átomos de uma rede cristalina.

O Ensino de Matemática é considerado uma importante ferramenta que complementa o Ensino de Física. É através da utilização da linguagem matemática que modelos matemáticos são elaborados a fim de colaborar com a interpretação de problemas que expressam situações envolvendo fenômenos Físicos. No entanto, sabe-se que o ensino da disciplina de matemática é uma das questões centrais nas discussões em instituições de ensino fundamental e médio e em cursos de Licenciatura em Matemática, em todo o país.

Comumente a disciplina de matemática é responsável por muitas das retenções dos alunos, fato que pode gerar exclusões na vida escolar. Estas exclusões tornam-se fatores preocupantes quando observamos que elas refletem além da escola, implicando em aspectos da vida profissional dos alunos. Desta forma, conhecer os diferentes processos de ensino da matemática e discutir suas diferentes abordagens teóricas e sua função social é fundamental na formação e essencial para o desempenho escolar global.

Este estudo procura apontar as relações alguns tópicos matemáticos mais usados para o ensino da física no ensino médio, buscando capacitar os alunos a elaborar e aplicar os conceitos estudados sanando assim suas dificuldades. É necessário, portanto entender quais as maiores dificuldades dos alunos e o porquê eles contraíram estas dificuldades. Ao identificar os obstáculos cabe aos professores procurar sempre estratégias de ensino que possam ser desenvolvidas a partir de modelos matemáticos e que possam ser aplicadas à Física (LOZADA, 2006).

O objetivo deste estudo então foi desenvolver uma metodologia de ensino para suprir deficiências curriculares de alunos do Ensino Médio, destacando pontos relevantes abordados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, explorando conceitos e conteúdos de matemática aplicados em problemas de física. Para isso o curso foi pautado nas a Matriz de Referência das Competências e Habilidades propostas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), como parâmetro para definir a progressão do conhecimento e das habilidades desenvolvidas por estes durante o curso.

## REFERENCIAIS TEÓRICOS

Este estudo espera contribuir com estudos de Pietrocola (PIETROCOLA, 2002; KARAM; PIETROCOLA, 2009), de Terrazzan (CLEMENTE; TERRAZZAN, 2012) e Clement (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012), na perspectiva de conquistarmos alunos com um papel mais ativo, “visávamos superar o caráter diretivo do ensino de física, centrado no professor e fortemente baseado em dinâmicas de transmissão e recepção de

conhecimentos” (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012, p. 99). Assim, durante as aulas práticas didáticas foram adotadas de modo a sanar algumas deficiências da prática docente ao que se refere auxiliar os alunos na resolução de problemas de Física, tais como à falta de conhecimentos teóricos e a falta de domínio da Matemática Básica.

Neste estudo é visada a resolução de problemas, não somente como mera aplicação da teoria, mas dominante de “um papel importante no processo de aprendizagem dos conceitos da Física” (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012, p. 100). Neste trabalho a Matemática foi entendida como estruturante da Física. A Matemática foi abordada com um olhar prático, de modo que os alunos pudessem vislumbrar sua aplicabilidade por meio de problemas e situações-problemas de Física (PIETROCOLA, 2002, p. 96, 101 e 106).

[...] a importância da Matemática residiria na sua capacidade de descrição sintética, pela exatidão na apresentação dos resultados na investigação e pela possibilidade de comunicação universal sobre algo que se crê existir na própria realidade e pela precisão garantida pela sua estrutura lógico-formal. [...] a Matemática, enquanto linguagem, empresta sua própria estruturação ao pensamento científico para compor os modelos físicos sobre o mundo. [...] não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias Físicas que representam a realidade, mas de saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática.

Karam e Pietrocola (2009, p. 182) divide as habilidades necessárias para o bom aprendizado do aluno em duas classes, as habilidades técnicas e as habilidades estruturantes.

Além das habilidades técnicas rotineiramente aprendidas nas disciplinas de Matemática, é preciso também desenvolver habilidades estruturantes que trabalhem a capacidade dos estudantes em empregar o conhecimento matemático para estruturar situações Físicas.

Para Karam e Pietrocola (2009, p. 190) “*é preciso ensinar os alunos a pensar matematicamente quando se deparam com problemas de Física*”. E que as habilidades técnicas são necessárias para um bom desenvolvimento dos alunos em Física, mas que não é suficiente. Assim, ele caracteriza as habilidades estruturantes como a “*capacidade de se fazer um uso organizacional da Matemática em domínios externos a ela (especialmente em Física)*” (KARAM; PIETROCOLA, 2009, p. 194).

Karam e Pietrocola (2009) descreve que é necessário que os alunos elaborem modelos matemáticos ao resolver problemas de Física, partindo da identificação de variáveis e interpretação de equações. É necessário que a modelização matemática seja feita de acordo com cada problema, pois é necessário que seja feita a distinção das variáveis dependentes e independentes, ou ainda, a distinção entre variáveis e constantes, sabendo quando serão consideradas assim.

No Brasil o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é utilizado como parâmetro avaliador da educação em larga escala, esta fica a cargo do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Além de avaliar os participantes com vista à continuidade de sua formação e sua inserção no mercado de trabalho, o Enem possibilita uma referência nacional para o aperfeiçoamento dos currículos do Ensino Médio e desenvolvimento de estudos e indicadores sobre a educação brasileira. O Exame também proporciona o acesso à educação superior, programas governamentais de financiamento ou apoio ao estudante da educação superior, bem como ingresso nos diferentes setores do mundo do trabalho (BRASIL, 2017).

Para fundamentar a elaboração dos itens do ENEM o Inep adota algumas definições e conceitos utilizados para a avaliação educacional. Neste estudo é entendido Matriz de Referência como referenciado pelo Inep (INEP, 2010, p. 7).

A Matriz de Referência é o instrumento norteador para a construção de itens. As Matrizes desenvolvidas pelo Inep são estruturadas a partir de competências e habilidades que se espera que os participantes do teste tenham desenvolvido em uma determinada etapa da educação básica. É importante destacar que a Matriz de Referência não se confunde com o currículo, que é muito mais amplo. Ela é, portanto, uma referência tanto para aqueles que irão participar do teste, garantindo transparência ao processo e permitindo-lhes uma preparação adequada, como para a análise dos resultados do teste aplicado.

Neste estudo competências e habilidades é entendido conforme a definição do Inep (INEP, 2010, p. 7).

Competência é a capacidade de mobilização de recursos cognitivos, socioafetivos ou psicomotores, estruturados em rede, com vistas a estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas para resolver, encaminhar e enfrentar situações complexas. Segundo Perrenoud (apud Macedo, 2005, p. 29-30), uma das características importantes da noção de competência é desafiar o sujeito a mobilizar os recursos no contexto de situação-problema para tomar decisões favoráveis a seu objetivo ou a suas metas. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”.

## **METODOLOGIA**

### **TIPO DE PESQUISA**

Neste estudo foi abordado, qualitativamente (BOGDAN; BIKLEN, 1994) e quantitativamente, meios que possibilitem: identificar problemas de aprendizagem; identificar variáveis relevantes à origem de problemas de aprendizagem e definir hipóteses, que relacionem a má formação curricular com as dificuldades apresentadas pelos alunos de Ensino Médio na disciplina de Física.

Este estudo foi fruto de um estágio com duração de quatro semestres, desenvolvido no Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação da Universidade Federal de Goiás (CEPAE/UFG).

A primeira etapa deste estudo foi realizar a leitura do Projeto Político Pedagógico e Regimento e do Plano de Ensino do CEPAE/UFG e fazer acompanhamento das aulas de Física. Durante estes acompanhamentos foram observadas as ações do professor e dos estudantes, os recursos disponíveis aos professores e alunos, o conteúdo ministrado e o ambiente escolar, que inclui o campo escolar e as relações de busca por capitais docente entre os professores, que determina as suas possíveis práticas docentes (GENOVESE; CARVALHO, 2012). Assim, com base nesta primeira vivência na escola campo e com base no Projeto de Investigação Coletivo (PIC) foi elaborado um Projeto de Investigação Simplificado (PIS), adquirindo o perfil e objetivo adequado à realidade do CEPAE/UFG (GENOVESE; GENOVESE, 2012; MOREIRA; CALEFFE 2006).

Com o PIS foram elaboradas ações para o desenvolvimento de um curso com o objetivo de suprir as necessidades dos alunos com relação à compreensão de enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos; capacidade de discriminar e traduzir as linguagens matemáticas e discursivas entre si; expressar-se corretamente utilizando a linguagem físico/matemática adequada, destacando seus elementos e suas representações simbólicas; apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido através de tal linguagem científica.

Na segunda etapa foram desenvolvidas estratégias para a montagem, aplicação e avaliação de um curso piloto pensado e executado com o objetivo de estimular os alunos, para que eles tivessem um olhar diferente sobre a física, visualizando e percebendo a importância de tal disciplina em seu cotidiano e também em aplicação tecnológicas de forma ampla.

O curso piloto foi intitulado Matemática Básica Aplicada ao Ensino de Física, vinculado à Pró-Reitora de Extensão e Cultura da UFG, foi realizado nas dependências do CEPAE/UFG para as turmas de formandos do 3º ano do Ensino Médio, contendo 23 alunos, na faixa etária de 14-17 anos. O curso foi registrado no Núcleo Flexível de disciplinas do CEPAE/UFG, que é composto por disciplinas ofertadas pelos vários departamentos do centro de pesquisa. Este Núcleo Flexível é constituído por disciplinas obrigatórias e optativas e integra parte da carga horária anual obrigatória para a conclusão do Ensino Médio no CEPAE/UFG (CEPAE, 2013). Nesta etapa, foram elaboradas estratégias pedagógicas para que pudesse avaliar às relações entre o desenvolvimento dos conteúdos de física e o domínio de conteúdos específicos de matemática, especialmente operações básicas.

## PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO CURSO

Como estratégia, o curso se constituiu de uma investigação sistematizada, onde os alunos foram avaliados por meio de duas avaliações diagnósticas, uma realizada no início do curso e outra ao final, e durante o decorrer do curso foram realizadas discussões em sala de aula.

A primeira avaliação diagnóstica foi elaborada com a intenção de analisar quais as dificuldades dos alunos ao resolver problemas fechados de física e verificar em quais tópicos de matemática básica os alunos apresentavam maiores dificuldades. Por meio desta primeira avaliação foi possível planejar as aulas com os tópicos abordados, visando suprir as dificuldades dos alunos. A Tabela 1 apresenta estas dificuldades observadas.

Tabela 1 - Dificuldades observadas na 1ª avaliação diagnóstica.

<b>Tópicos de Matemática Básica os quais os alunos apresentaram dificuldades</b>	<b>Tópicos de Física Básica os quais os alunos apresentaram dificuldades</b>
Operações com frações (OF) Operações com números decimais (OD) Notação científica (NC) Aproximação numérica (AN) Equação de primeiro grau (EPG) Equação de segundo grau (ESG) Geometria plana (GP)	Movimento uniforme (MU) Movimento uniformemente variado (MUV) Análises de gráficos (AG) Escalas térmicas (ET) Dilatação térmica de sólidos (DT) Óptica geométrica (OG)

Fonte: Autoria própria (2017).

O curso foi iniciado após a realização da avaliação diagnóstica. Buscou-se, nas primeiras aulas, suprir as deficiências observadas em matemática básica, sempre pensando em aplicações de problemas de física, dando sentido prático ao conteúdo

matemático. Inicialmente foram abordados os tópicos de OF, OD, NC, AN, AG e EPG. Esta estratégia foi utilizada, pois foi observado que os alunos possuíam dificuldades em resolver problemas cuja solução necessite de sistematização numérica.

Em sequência, foram abordados os tópicos de Física (MU, ET e DT e AG) relacionados à função de primeiro grau. Durante as aulas foi trabalhado com a resolução de problemas de “lápiz e papel” (KARAM; PIETROCOLA, 2009), verificando e procurando sanar as dificuldades com relação aos procedimentos de resolução dos problemas, como interpretação; coleta de dados; uso de uma boa modelagem matemática; e utilização correta e coerente dos conceitos físicos.

Os próximos tópicos trabalhados foram ESG e GP (Matemática Básica) aplicando posteriormente problemas de Física nos tópicos de MUV e OG, respectivamente. Dessa forma, o curso se consolidou intercalando aulas expositivas sobre conteúdos de Matemática e posteriormente aplicados aos conteúdos de Física. Esta estratégia determina, ainda, um procedimento para sanar ou mesmo repor os pré-requisitos necessários para determinados conteúdos de Física.

Uma Segunda Avaliação Diagnóstica foi realizada com o objetivo de verificar o aproveitamento dos alunos no curso ministrado, verificando se houve resultados positivos ou negativos com relação à modelagem matemática proposto. Foi atribuído a cada aluno um conceito de “A” a “D”, para o seu desenvolvimento durante o curso. Para atribuição destes conceitos levou-se em conta a assiduidade dos alunos ao curso, o desempenho nas avaliações e a participação em sala de aula.

A partir das avaliações diagnósticas foram observados pontos que interferem na aprendizagem cognitiva dos alunos. Com isto, foi apresentada uma estratégia pedagógica, que pode ser usada por professores de ciências exatas, em curto período de tempo, a fim de suprir estas dificuldades e necessidades cognitivas básicas que sustentam disciplinas correlacionadas com Física e Matemática.

Um estudo da Matriz de Referência das Competências e Habilidades (Inep) foi feito e estabeleceu-se relações entre Competências e Habilidades de Física com as Competências e Habilidades de Matemática. Com base nesta matriz verificou-se em quais tópicos houve desenvolvimento dos alunos. Assim, foi seguida a orientação dos eixos cognitivos propostos pelo Inep: a) Dominar linguagens; b) Compreender fenômenos; c) Enfrentar situações-problemas; d) Construir argumentação; e) Elaborar propostas. Abordados nas matrizes aqui utilizadas, que foram: a) Matriz de Referência de Matemática e suas Tecnologias; b) Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (INEP, 2013).

## EMENTA DETALHADA

### TÓPICOS DE MATEMÁTICA BÁSICA

Na Tabela 2 é descrito cada Tópico de Matemática Básica abordado no curso.

Tabela 2 - Ementa de Matemática Básica.

Tópico	Assunto
<b>Operações com Números Decimais (OD)</b>	<i>O que é um número decimal; O que significa um número decimal; Soma de números decimais (OD+); Subtração de números decimais (OD-), Multiplicação de números decimais (OD×); Divisão de números decimais (OD÷).</i>

<b>Operações com Fração (OF)</b>	<i>O que indica uma fração; Como se representa uma fração; Soma de frações (OF+); Subtração de frações (OF-), Multiplicação de frações (OF×); Divisão de frações (OF÷).</i>
<b>Notação Científica (NC)</b>	<i>O que é notação científica; Quando utilizar notação científica; Como representar um número em notação científica; Como realizar operações com números em forma de potências de 10.</i>
<b>Aproximação Numérica (AN)</b>	<i>O que é e como identificar uma aproximação numérica; Quando realizar aproximações numéricas; Como fazer aproximações numéricas.</i>
<b>Equação de Primeiro Grau (EPG)</b>	<i>O que é uma equação de 1º grau; Como resolver uma equação de 1º grau; Interpretação de um gráfico de função de 1º grau.</i>
<b>Equação de Segundo Grau (ESG)</b>	<i>Identificação da equação de 2º grau; Como resolver uma equação de 2º grau; Interpretação gráfica da função de 2º grau.</i>
<b>Geometria Plana (GP)</b>	<i>Semelhança de triângulos; Relações trigonométricas, demonstração dos valores do seno, cosseno e tangente dos ângulos de 30º, 45º e 60º; Noções básicas de perímetro e áreas de figuras geométricas planas.</i>

a (2017).

## TÓPICOS DE FÍSICA BÁSICA

Na Tabela 3 é descrito os assuntos abordados no curso e relacionados aos conteúdos de Física.

Tabela 3 - Ementa de Física Básica.

<b>Tópico</b>	<b>Assunto</b>
<b>Movimento Uniforme (MU)</b>	<i>Definição de movimento uniforme; Quando ocorre o movimento uniforme; Noção de velocidade uniforme; Proporcionalidades entre a velocidade, espaço e tempo; Análise das equações e gráficos que representam o MU e sua relação com a função de 1º grau.</i>
<b>Movimento Uniformemente Variado (MUV)</b>	<i>Definição do movimento uniformemente variado; Quando ocorre o movimento uniformemente variado; Noção de aceleração e desaceleração; Proporcionalidades entre velocidade, aceleração, espaço e tempo; Análise das equações e os gráficos que representam o MUV, e sua relação com a função de 2º grau.</i>
<b>Escalas Térmicas (ET)</b>	<i>O que é um termômetro; O que é uma escala térmica; Quais as escalas térmicas mais usadas; Transformações entre escalas termométricas; Análise matemáticas e gráficas.</i>

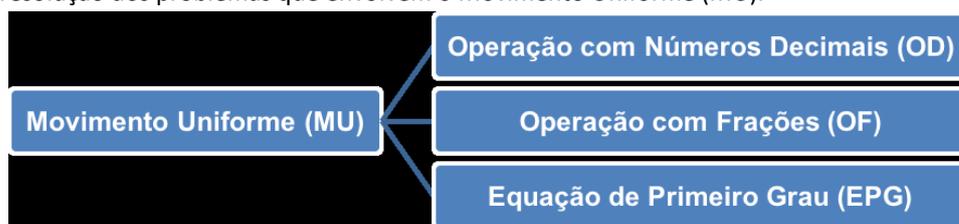
<b>Dilatação Térmica (DT)</b>	<i>O que é a dilatação térmica de sólidos; Como ocorre a dilatação dos sólidos; Dilatação linear, superficial e volumétrica dos sólidos; Análise gráfica da dilatação de sólidos com o aumento da temperatura e a relação com a equação de 1º grau.</i>
<b>Óptica Geométrica (OG)</b>	<i>Princípio da propagação retilínea; Sombra e penumbra.</i>

Fonte: Autoria própria (2017).

### ASSOCIAÇÃO DOS TÓPICOS DE MATEMÁTICA BÁSICA COM OS DE FÍSICA BÁSICA

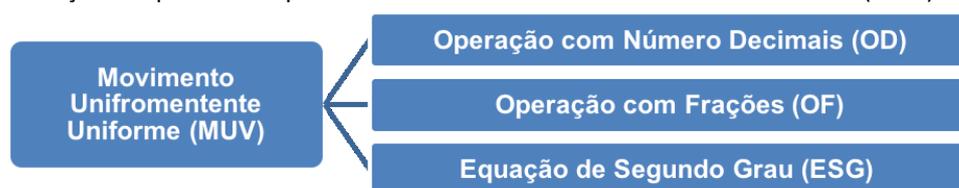
O desenvolvimento matemático dos assuntos de Física Básica foi avaliado individualmente. Neste contexto, foi relacionado cada tópico abordado em Matemática Básica aos tópicos abordados em Física Básica, com o intuito de determinar, previamente, potenciais erros que os alunos cometem ao desenvolver um problema de Física Básica. Da Figura 1 à Figura 5 apresentam esquemas que relacionam cada assunto de Física abordado aos pré-requisitos matemáticos trabalhados previamente.

Figura 1 - Relação de dependência dos tópicos de Matemática necessários para a resolução dos problemas que envolvem o Movimento Uniforme (MU).



Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 2 - Relação de dependência dos tópicos de Matemática necessários para a resolução dos problemas que envolvem o Movimento Uniformemente Variado (MUV).



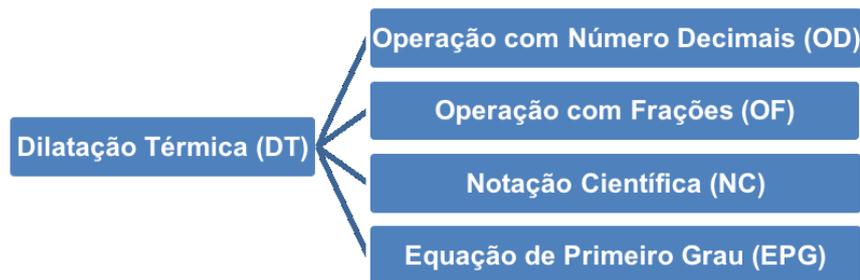
Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 3 - Relação de dependência dos tópicos de Matemática necessários para a resolução dos problemas que envolvem as Escalas Térmicas (ET).



Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 4 - Relação de dependência dos tópicos de Matemática necessários para a resolução dos problemas que envolvem a Dilatação Térmica (DT).



Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 5 - Relação de dependência dos tópicos de Matemática necessários para a resolução dos problemas que envolvem a Óptica Geométrica (OG).



Fonte: Autoria própria (2017).

As aulas de física foram pensadas de forma a relacionar os pré-requisitos de matemática aos conteúdos de física os quais os alunos apresentaram dificuldades, conforme as relações ilustradas nas Figura 1 à 5. De forma que ao abordar os pré-requisitos de matemática logo antes das aulas de física, se tornou um reforço para os alunos, suprindo assim muitas suas dificuldades.

As aulas de física se constituíram de uma explicação sistematizada do conteúdo e também trabalhando com a resolução de problemas de “lápiz e papel”. A identificação do progresso dos alunos nos tópicos os quais eles apresentaram dificuldades no início do curso foi usada como critério para identificação da eficácia do curso em questão. Para a identificação do progresso dos foram utilizadas de discussões feitas em sala e avaliações diagnósticas.

Os tópicos abordados e os critérios da eficácia do curso serviram de parâmetros adotados seguindo a Matriz de Competências e Habilidades do Inep, Os tópicos de Matemática Básica e Física Básica que foram abordados durante o curso estão em conformidade com as Competências e Habilidades propostas pelo Inep. Para distinguir as Competências e as Habilidades de Matemática Básica e Física Básica foram adotados os sufixos -M quando se referir aos conteúdos de Matemática, citados na Matriz de Referência de Matemática, e do sufixo -F quando se referir aos conteúdos de Física, citados na Matriz de Referência de Ciências da Natureza.

## QUANTO À MATRIZ DE REFERÊNCIA DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS

A Competência de Área 1 (C1 M) discorre sobre a construção de significados para os números naturais, inteiros, racionais e reais. Para este trabalho utilizamos a Habilidade 3 (C1H3M) que trata a resolução de situação-problema envolvendo conhecimentos numéricos.

A Competência de área 2 (C2 M) trata da utilização do conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação e assim agir sobre ela. As habilidades que eram interessantes para este trabalho foram: A Habilidade 6 (C2H6 M) que fala sobre interpretar a localização e a movimentação de pessoas/objetos no espaço tridimensional

e sua representação no espaço bidimensional; A Habilidade 7 (C2H7 M) sobre identificar características de figuras planas ou espaciais; A Habilidade 8 (C2H8 M) que trata da forma de resoluções de situações-problemas os quais envolvam conhecimentos geométricos de espaço e forma; A Habilidade 9 (C2H9 M) que discorre sobre a utilização de conhecimentos geométricos de espaço e forma na seleção de argumentos propostos como solução de problemas do cotidiano

A Competência de área 3 (C3 M), esta trata da construção de noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano. Aqui fizemos uso das habilidades: Habilidade 10 (C3H10 M) que possui por finalidade identificar relações entre grandezas e unidades de medida; A Habilidade 12 (C3H12 M) que tem por objetivo a resolução de situação-problema que envolva medidas de grandezas; A Habilidade 13 (C3H13 M) que cuida da avaliação do resultado de uma medição na construção de um argumento consistente.

A Competência de área 5 (C5 M) que tem por objetivo modelar e resolver problemas que envolvam variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas. Para esta Competência visamos três Habilidades essenciais: A Habilidade 20 (C5H20 M) que trabalha a interpretação de gráficos cartesianos representando relações entre grandezas; A Habilidade 21 (C5H21 M) que trata da resolução de situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos; A Habilidade 22 (C5H22 M) que aborda a utilização de conhecimentos algébricos/geométricos como recurso para a construção de argumentação.

A Competência de área 6 (C6 M) trata a interpretação de informações de natureza científica social obtidas da leitura de gráficos e tabelas, realizando previsão de tendências, extrapolação, interpolação e interpretação. Para esta competência escolhemos duas habilidades das quais fizemos uso neste trabalho: Habilidade 25 (C6H25 M) que procura analisar a resolução de problema com dados apresentados em tabelas ou gráficos; Habilidade 26 (C6H26 M) que procura analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.

## **QUANTO À MATRIZ DE REFERÊNCIA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS**

A Competência de área 5 (C5 F) trata dos métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplica-los em diferentes contextos. Desta competência destacamos as habilidades: Habilidade 17 (C5H17 F) que relaciona informações apresentadas em diferentes formas de linguagens e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica; Habilidade 18 (C5H18 F) que relaciona propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam; e a Habilidade 19 (C5H19 F) que aborda a avaliação de métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Por fim, a Competência de área 6 (C6 F) que utiliza-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. Desta destacamos as habilidades: Habilidade 20 (C6H20 F) que caracteriza causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos; e a Habilidade 21 (C6H21 F) que utiliza leis físicas e/ou químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e/ou eletromagnetismo.

## **RESULTADOS E ANÁLISES**

Ao analisar as deficiências dos alunos durante a resolução dos problemas de física, foi possível desenvolver um modelo de aulas onde o conteúdo de física era trabalhado durante as aulas que abordavam matemática básica. Neste aspecto, as aulas de matemática foram desenvolvidas e ministradas pelo professor de física tendo como foco a abordagem na solução (futura) de problemas de física, prevendo, portanto, o conteúdo de física a ser ministrado posteriormente.

Para isto, uma realizada uma profunda análise dos conteúdos definidos na Matriz de Referência de Matemática e suas Tecnologias de forma a verificar quais são as Competências e Habilidades que mais se adequavam aos conteúdos presentes na Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e principalmente quais seriam necessários para suprir as dificuldades dos alunos.

Dessa forma a Tabela 4 foi elaborada correlacionando os tópicos de física com seus respectivos pré-requisitos matemáticos e as Competências e Habilidades necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula, conforme as Figuras 1 a 5, e também para a verificação dos erros e acertos dos alunos ao responderem as avaliações diagnósticas.

Tabela 4 - Relação entre os tópicos de Física Básica, suas Habilidades e Competências, e os tópicos de Matemática Básica definidos por suas Habilidades e Competências segundo a matriz do Inep.

		Matriz de Referência de Matemática e suas Tecnologias																			
		Conteúdos de Matemática Básica																			
		OD, OF e AN			GP			OD, OF, NC e AN				OD, OF, NC e AN			EPG e ESG			EPG e ESG			
		C1M			C2M			C3M				C4M			C5M			C6M			
		H3	H6	H7	H8	H9	H10	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H20	H21	H22	H24	H25	H26		
Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Conteúdos de Física Básica	MU	C5H17F, C5H18F e C6H20F	X	X				X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	
		MUV	C5H17F, C5H18F e C6H20F	X	X				X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
		ET	C5H17F e C6H21F	X					X	X	X			X	X	X	X			X	X
		DT	C5H17F, C5H18F, C5H19F e C6H21F	X					X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	OG	C5H19F			X	X	X	X	X	X	X		X			X					

Fonte: Autoria própria (2017).

A Tabela 4 foi desenvolvida com o objetivo de relacionar a dependência dos tópicos de Matemática e Física abordados durante o curso, assim como as habilidades e competências necessárias para a compreensão e desenvolvimento de todos os problemas trabalhos, bem como das discussões desenvolvidas.

Ao resolver problemas de MU e MUV foi necessário fazer uso de operações com números decimais, operações com frações, aproximação numérica, análise de gráficos e relações entre grandezas além de relacionar o conteúdo com equação de 1º ou 2º grau. Ao trabalhar com ET e com DT é necessário que os alunos compreendam como fazer operações com números decimais, operações com frações, realizar corretamente aproximações numéricas e analisar gráficos, além de ser necessária a utilização correta da notação científica. Neste contexto, o uso da notação científica foi exaustivamente abordado nas discussões sobre coeficiente de dilatação de sólidos. Quanto à OP foi de fundamental importância o uso de conceitos de geometria plana.

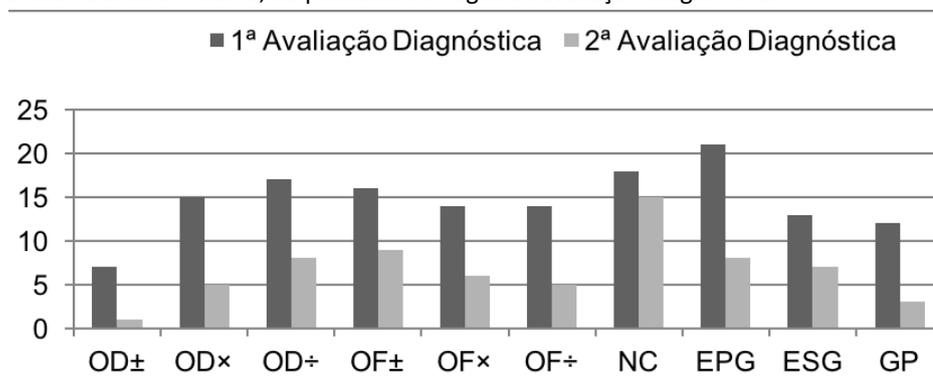
A metodologia adotada permitiu verificar as dúvidas mais recorrentes dos estudantes quando solucionavam problemas de física. Isto permitiu uma prévia preparação das ementas das aulas iniciais, objetivando sanar problemas recorrentes específicos de cada turma de alunos. E por meio da avaliação diagnóstica inicial foi

possível preparar um curso com aulas de revisão fundamentadas nas Matrizes de Referência de Matemática e Ciências da Natureza. Assim, foi possível verificar, durante o curso, um desenvolvimento significativo dos alunos, tanto na participação dentro de sala de aula, quanto nas atividades e avaliações propostas.

As avaliações diagnósticas tiveram um papel fundamental no nosso instrumento de avaliação, já que através dela foi possível obter dados estatísticos do conhecimento dos alunos com relação ao conteúdo ministrado, visto de forma continuada e acumulativa por um semestre. Durante as correções das avaliações diagnósticas foi executado uma análise estatística da ocorrência de erros/acertos sobre as Competências e Habilidades propostas na Tabela 4, contudo os resultados apresentados mostram uma perspectiva mais ampla, por tópicos de física e matemática, conforme apresentado na Tabela 1.

A Figura 6 ilustra estatisticamente, os erros e acertos de cada aluno para a primeira e a última avaliação diagnóstica, afim de, levantarmos dados estatísticos para sustentar a eficácia da modelagem matemática proposta aqui.

Figura 6 - Número de alunos que apresentaram dificuldades nos tópicos de Matemática tratados durante o Curso, na primeira e a segunda avaliação diagnóstica.



Fonte: Autoria própria (2017).

Os dados da Figura 6 podem ser vistos na Tabela 5, ilustrando o percentual de alunos que conseguiram sanar suas dificuldades com relação aos tópicos de Matemática, mostrando o percentual de alunos que melhoraram suas dificuldades.

Tabela 5 - Percentual de alunos que sanaram suas dificuldades nos tópicos de Matemática tratados durante o Curso.

	OD±	OD×	OD÷	OF±	OF×	OF÷	NC	EPG	ESG	GP
<b>Porcentagem de alunos (%)</b>	26,1	43,5	39,1	30,4	34,8	39,1	13,0	56,5	26,1	39,1

Fonte: Autoria própria (2017).

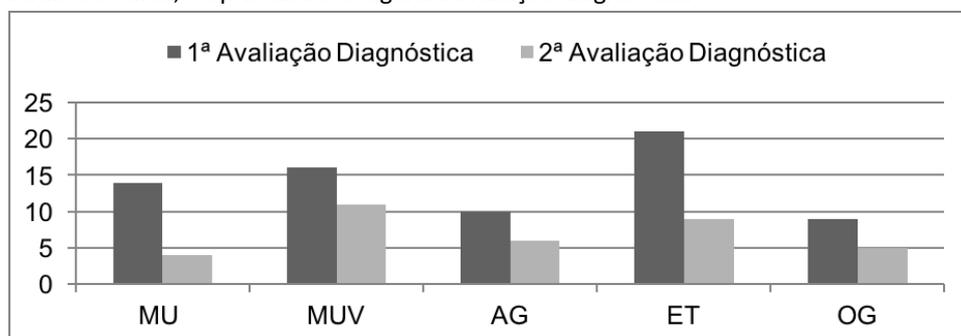
Assim, por meio da Figura 6 e da Tabela 5, percebe-se que houve uma melhora significativa da aprendizagem com relação aos alunos que mostraram dificuldades na primeira e na segunda avaliação diagnóstica. Desses tópicos abordados, o melhor resultado apresentado foi com relação ao tópico de equação do primeiro grau, onde 56,5% dos alunos que apresentavam dúvidas no começo do curso conseguiram supri-las.

No curso em questão foi ensinado aos alunos a modelarem matematicamente o problema físico. Fornecemos a eles a capacidade de estruturar o problema físico em modelos. Também foi fornecida a possibilidade de compreender termos específicos tanto de Matemática quanto de Física, suprimindo assim muitas das suas dificuldades na interpretação dos exercícios.

Neste contexto, o primeiro passo ao se realizar o problema é lê-lo uma primeira vez, depois lê-lo novamente e extrair todos os dados que o problema forneceu, fazendo assim a descrição do problema. A seguir o aluno foi instruído a refletir sobre os dados e sobre o que o problema pede fazendo o planejamento do problema. Utilizando de forma coerente os dados que o problema fornecendo e solicitando, executando a implementação do problema. A seguir deve-se fazer a verificação do problema. Ou ainda o que Karam e Pietrocola (2009) resume em quatro etapas: “1) Compreensão do Problema, 2) Estabelecimento de um Plano, 3) Execução do Plano e 4) Retrospecto” (KARAM; PIETROCOLA, 2009). De forma que ao seguir todos esses passos os alunos obtiveram melhores resultados da primeira para a última avaliação diagnóstica.

A Figura 7 ilustra um gráfico do desenvolvimento dos alunos durante o curso com relação aos tópicos de Física. A primeira barra apresenta o número de alunos que apresentavam conhecimento/acertaram os Tópicos de Física na primeira avaliação diagnóstica e na segunda barra a relação do número de alunos que acertaram na segunda avaliação diagnóstica.

Figura 7- Número de alunos que apresentaram dificuldades nos tópicos de Física tratados durante o curso, na primeira e a segunda avaliação diagnóstica.



Fonte: Autoria própria (2017).

Os dados da Figura 7 podem ser vistos na Tabela 6, ilustrando a porcentagem de alunos que conseguiram sanar suas dificuldades com relação aos tópicos de Física.

Tabela 6\_ Percentual de alunos que sanaram suas dificuldades nos tópicos de Física tratados durante o Curso.

	MU	MUV	AG	ET	OG
Porcentagem de alunos (%)	43,5	21,7	17,4	52,2	17,4

Fonte: Autoria própria (2017).

Desses tópicos abordados, o melhor resultado apresentado foi com relação a escalas térmicas, onde 52,2% dos alunos que apresentavam dúvidas no começo do curso conseguiram supri-las.

Os critérios da avaliação para acertos e erros foram feitos criteriosamente. Analisados para cada um dos tópicos individualmente, consideramos certa uma questão se o aluno conseguiu chegar ao final do problema ou exercício tendo acertado este integralmente. Nos problemas de Física além de verificar entre certo/errado os tópicos MU, MUV, AG, ET e OG, também verificou-se na resolução os tópicos de matemática trabalhados (OD, OF, NC, AN, EPG, ESG e GP), onde consideramos certo o problema somente se o aluno conseguiu desenvolver corretamente todas as etapas entre análise,

estruturação e resolução, tanto matemática e quanto do uso coerente do pensamento físico.

Portando para o desenvolvimento do problema de Física era necessário que o aluno tivesse domínio da Matemática Básica conforme a relação de dependência entre os tópicos de Física e Matemática apresentados nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 e na Tabela 4.

Das Tabela 4, 5 e 6, percebe-se a relação de dependência proposta neste trabalho, que para o bom desempenho dos problemas de Física é necessário entre outras coisas, como a boa interpretação do problema, que se tenha o conhecimento da Matemática como uma estruturante. O melhor desempenho dos alunos entre os tópicos de matemática foi o tópico de EPG e nos de Física os dois melhores foram ET e MU. Foi proposto inicialmente que para os tópicos de ET e MU foi necessária para os problemas trabalhados durante o curso o conhecimento de OD, OF e EPG. Assim, vemos que ao melhorarem significativamente o tópico de EPG houve uma melhora nos tópicos de Física que dependiam deste.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propiciou dados muito interessantes sobre a organização interna do CEPAE/UFG e também a criação de um curso Matemática Básica Aplicada ao Ensino de Física no Ensino Médio.

O presente trabalho possibilitou a criação de uma metodologia para suprir as dúvidas mais recorrentes de alunos em problemas de Física Básica, considerando, fundamentalmente, as dificuldades que eles apresentam em Matemática Básicas e que refletem na compreensão e análises de problemas de física. A metodologia também foi eficiente, pois, por meio de uma avaliação diagnóstica, proporcionou a criação de uma ementa em que as aulas iniciais se constituem de explicações de conteúdos de matemática básica focados nos conteúdos de física que serão abordados futuramente. Desta forma, conseguimos focar conteúdos específicos de Matemática Básica para cada turma de alunos, objetivando potencializar o processo de aprendizagem em física.

Uma análise inovadora de correlacionar os tópicos de Física Básica aos tópicos de Matemática Básica e suas respectivas Competências e Habilidades, propostas pelo Inep, foi realizada e por meio de uma análise detalhada de conteúdo-por-conteúdo, possibilitando o planejamento de aulas com foco em sanar as dificuldades observadas para a turma específica de alunos.

Foi notado durante o curso um desenvolvimento significativo dos alunos, tanto na participação dentro de sala de aula, quanto nas atividades e avaliações propostas. Assim, as avaliações diagnósticas tiveram um papel fundamental no nosso instrumento de avaliação, já que através dela obtivemos dados estatísticos dos alunos com relação ao conteúdo ministrado, visto de forma continuada e acumulativa por um semestre. E ao fim do curso foram comparados os dados das avaliações diagnósticas e analisados dos dados de erros e acertos para os tópicos de Física Básica e Matemática Básica, com isso foi obtido uma porcentagem satisfatória de alunos que sanaram suas dificuldades ao resolver problemas de Física, relacionando conceitos básicos de Matemática.

Este trabalho pode ser de muita validade para uma nova estratégia metodológica para o aprendizado de ciências exatas, que pode ser usado por professores de ciências exatas tanto no ensino médio quanto em aulas iniciais de cursos superiores.

A este estudo pode ser dada continuidade, de tal forma que uma nova grade escolar possa ser construída a partir do pensamento de tornar uma comunicação mais forte entre a Matemática e a Física, tornando mais contextualizado e interdisciplinar, os conteúdos matemáticos que são abordados em sala de aula. Um bom exemplo é a prática da comunicação entre professores de Matemática e Física para que conteúdos como de

EPG, MU e ET fossem dados em seqüência, bem como os de ESG e MUV, tornado o aprendizado desses conteúdos mais eficaz de tal modo que se torne perceptível para os alunos que a matemática não é somente uma linguagem, mas que ela é fundamental e estruturante para a Física.

# Basic Concepts of Mathematics Applied to Teaching Physics: Relation Between Skills and Technical Skills Needed to Solve Physics Problems According to Inep

## ABSTRACT

This study presents a methodology for the analysis and planning of an interdisciplinary course that allows to relate basic concepts of mathematics applied in various Physics contents. This methodology seeks to characterize the conceptual problems faced by the students, such as: physical interpretation of the proposed problem, logical and mathematical structuring of the problem and characterization of the basic deficiencies that preclude the learning of the exact sciences, especially physics, a discipline that can be strongly benefited by adequate application and use of mathematical modeling. This study may be valuable for a new methodological strategy for the learning of exact sciences, which can be used by teachers of exact sciences both in high school and in initial courses of higher education. The results show a significant improvement of the students' learning with the frequency in the course.

**KEYWORDS:** Skills and Technical Skills. High school. Technical or Structural Skills. Mathematical Modeling. Resolution of Physics Problem.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o Grande Grupo de Pesquisa do Instituto de Física da UFG (GGP/IF/UFG), que é formado por Professores Supervisores e Estagiários do curso de Licenciatura em Física em especial ao Pequeno Grupo de Pesquisa do CEPAE-UFG (PGP), bem como a infraestrutura do CEPAE-UFG em ceder o espaço para a pesquisa. Também agradecemos ao professor Luiz Gonzaga Roversi Genovese e à professora Sheila Gonçalves do Couto Carvalho pelo apoio e discussões durante as reuniões do GGP/IF/UFG.

## REFERÊNCIAS

- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em educação**. [S. l.]: Porto Editora, 1994.
- CENTRO DE ENSINO E PESQUISA APLICADA À EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – CEPAE /UFG. **Projeto Político Pedagógico**. 2013. Disponível em:<<https://www.cepae.ufg.br/p/891-ppp-2013>>. Acesso em: 20 out. 2014.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Resolução de Problemas de Lápis e Papel numa Abordagem Investigativa. **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 98-116, 2012.
- BRASIL. **Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM 2017**. Diário Oficial da União, Seção 3, n. 69, p. 47, abr. 2017.
- GENOVESE, L. G. R.; CARVALHO, W. L. P. A Construção dos campos escolares e da escola e do capital docente de uma professora de ciências: contribuições do corpus teórico de P. Bourdieu. In: ORQUIZA-CARVALHO, L. M.; CARVALHO, W. L. (Orgs.). **Formação de Professores e Questões Sócio-Científicas no Ensino de Ciências**. São Paulo, SP: Escrituras Editora, 2012. cap. 2, p. 399.
- \_\_\_\_\_; GENOVESE, C. L. C. R. **Licenciatura em Física**: estágio supervisionado em física. Goiânia, GO: UFG/IF/Ciar; FUNAPE, 2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA - INEP. **Guia de Elaboração e Revisão de Itens**. Brasília, v. 1. Brasília, DF: INEP, 2010. Disponível em:<[http://www.if.ufrj.br/~marta/enem/docs\\_enem/guia\\_elaboracao\\_revisao\\_itens\\_2012.pdf](http://www.if.ufrj.br/~marta/enem/docs_enem/guia_elaboracao_revisao_itens_2012.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2014.
- \_\_\_\_\_. **Matriz de Referência**. Edital do ENEM, n. 1, 2013. Disponível em:<[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/edital/2013/edital-enem-2013.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/edital/2013/edital-enem-2013.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2014.

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

LOZADA, C. O. et al. A modelagem matemática aplicada ao ensino de física no ensino médio. **Revista Logos**, n. 14, p. 2–12, 2006.

MACEDO, L. A situação-problema como avaliação e como aprendizagem. In: BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Inep. **Exame Nacional do Ensino Médio: fundamentação teórico-metodológica**. Brasília, 2005. p. 29-36. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484421/ENEM+-+Exame+Nacional+do+Ensino+M%C3%A9dio+fundamenta%C3%A7%C3%A3o+te%C3%B3rico-metodol%C3%B3gica/449eea9e-d904-4a99-9f98-da804f3c91f5?version=1.1>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador. Rio de Janeiro, RJ: DP&A, 2006.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. *Cad. Cat. Fís., Florianópolis*, v. 19, n. 1, p. 89-109, ago. 2002.

**Recebido:** 01 jun. 2017.

**Aprovado:** 04 abr. 2018.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v2n1.5961>.

**Como citar:**

ANDRADE, P. C., OLIVEIRA, G. C. Matemática Básica Aplicada ao Ensino de Física: Relação Entre Competências e Habilidades Técnicas Necessárias para a Resolução de Problemas de Física Segundo o Inep. **Ens. Technol. R.**, Londrina, v. 2, n. 1, p. 3-20, jan./jun. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/5961>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Patrícia Cardoso de Andrade

Av. Esperança, s/n - Chácaras de Recreio Samambaia, Goiânia, Goiás, Brasil.

**Direito autoral:**

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

