

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
SERTÃO PERNAMBUCANO
Campus Salgueiro

CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

**RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS DE FÍSICA: ETAPAS
CONSIDERADAS FUNDAMENTAIS POR ESTUDANTES DO ENSINO
MÉDIO**

JOSÉ JHONATAN FERREIRA DA SILVA

SALGUEIRO-PE

2016

JOSÉ JHONATAN FERREIRA DA SILVA

**RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS DE FÍSICA: ETAPAS
CONSIDERADAS FUNDAMENTAIS POR ESTUDANTES DO ENSINO
MÉDIO**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Física, para obtenção do título de Licenciado em Física pelo Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro.

Orientador: Prof.Dr. Marcelo Souza da Silva.

SALGUEIRO-PE

2016

Ficha Catalográfica
Serviço de Biblioteca e Documentação
IF Sertão PE - Campus Salgueiro

530.7 Silva, José Jonathan Ferreira da,
S586r Resoluções de situações-problemas de física: etapas consideradas fundamentais por
estudantes do ensino médio.
VII, 46f.; 31 cm.

Monografia (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão PE) / Campus Salgueiro, Salgueiro, PE,
2016.

Orientador (a): Prof. Dr. Marcelo Souza da Silva.

1. Ensino de física 2. Física – Resoluções de problemas 3. Física - Didática I. Título
II. Silva, Marcelo Souza da.

CDD 530.7

Para citar esse documento:

SILVA, José Jonathan Ferreira da. **Resoluções de situações-problemas de física: etapas consideradas fundamentais por estudantes do ensino médio.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Salgueiro, PE, 2016.

**RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS DE FÍSICA:
ETAPAS CONSIDERADAS FUNDAMENTAIS POR ESTUDANTES
DO ENSINO MÉDIO**

JOSÉ JHONATAN FERREIRA DA SILVA

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Souza da Silva - IF Sertão Pernambucano
(Orientador)

Professor Msc. Walfrido Cabral Claudino – IF Sertão Pernambucano
(Membro Interno)

Professora Maria Leonete da Silva
(Membro Externo)

AGRADECIMENTOS

A muitos quero agradecer e por diversos motivos.

A minha mãe Maria Ozinete Ferreira da Silva, pelos ensinamentos para a vida e grandes lições que a mim proporcionou pelo exemplo, me mostrando o valor de ser humilde.

A minha esposa Eliane Lourenço, pelo amor, carinho e paciência; e por acreditar em mim mesmo quando eu não acreditava, por me incentivar e enxugar minhas lágrimas.

Aos meus filhos Zaion e Gael, que são minha força e por quem vivo e luto todos os dias;

Aos meus professores que não somente me ensinaram teoria, mas como respeitar e admirar os outros mesmo com suas diferenças e dificuldades, em especial a Marcelo Souza, Alex Magalhães, Getúlio Paiva, Paulo Rosa e Eriverton Rodrigues.

Aos meus colegas e amigos Daiane Ribeiro, Alan Clécio e Andréa Freire, pelo companheirismo durante o curso.

A todos, MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Muito se fala sobre resolução de situações-problemas no Ensino da Física - EF, sua importância para a construção do conhecimento científico, mas o que caracteriza realmente um problema e quais modelos metodológicos para sua resolução. No âmbito escolar é notório que existe um grande fracasso por parte dos alunos na resolução de tais situações e que a metodologia utilizada por professores incentiva atitudes que limitam o desenvolvimento do conhecimento necessário para tal atividade, onde os problemas apresentados são puramente numéricos e sem significação. Porém, uma mudança de postura dos educadores e alunos auxiliaria na formação cognitiva do saber científico, trazendo a princípio, sutis transformações deste cenário no EF e uma das estratégias que pode contribuir com este objetivo é considerar uma abordagem significativa dos exemplos, exercícios e resolução com maior ênfase na análise qualitativa. É com esse intuito que estudiosos da área apresentam estratégias de resolução para professores e estudantes construir um EF direcionado a formação de alunos ativos, críticos que possa possibilitar a estes um aprofundamento nos conceitos da Física e, conseqüentemente uma evolução em suas capacidades de argumentação a respeito desta ciência. O presente trabalho aborda aspectos que discentes do Ensino Médio (EM) levam em consideração na hora de resolver problemas de Física, analisando e discutindo sua relação com as dificuldades perante a disciplina, tanto teórica como durante a resolução de listas de exercícios.

Palavras-chave: Ensino de Física. Resolução de problemas. Estratégias de resolução.

ABSTRACT

Much is said about solving situations-problems in the Teaching of Physics - EF, its importance for the construction of scientific knowledge, but what really characterizes a problem and what methodological models for its resolution. In the school context it is well known that there is a great failure on the part of the students in the resolution of such situations and that the methodology used by teachers encourages attitudes that limit the development of the knowledge necessary for such activity, where the presented problems are purely numeric and without signification. However, a change of attitude of the educators and students would help in the cognitive formation of scientific knowledge, bringing in the beginning, subtle transformations of this scenario in the EF and one of the strategies that can contribute with this objective is to consider a significant approach of the examples, exercises and resolution with Emphasis on qualitative analysis. It is with this intention that scholars of the area present strategies of resolution for teachers and students to construct an EF directed to the formation of active, critical students that can enable them to deepen in the concepts of Physics and, consequently, an evolution in their capacities of argumentation regarding Of this science. The present work deals with aspects that high school students (MS) take into account when solving physics problems, analyzing and discussing their relation with the difficulties faced by the discipline, both theoretical and during the resolution of lists of exercises.

Keywords: Physics Teaching. Troubleshooting. Resolution strategies.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	8
1.1 MOTIVAÇÃO E OBJETIVO.....	9
2 - ENSINO DE FÍSICA: MUDANÇAS, OBJETIVOS E DIFICULDADES	11
2.1 CIÊNCIAS DE NATUREZA NO ENSINO MÉDIO	11
2.2 FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.....	Erro! Indicador não definido.
2.3 PROBLEMAS ATUAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	18
2.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA	21
3 - METODOLOGIA.....	25
3.1 A ESTRATÉGIA UTILIZADA.....	25
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
5- ANEXO.....	39

1- INTRODUÇÃO

Há muito o EF, apresenta-se centrado na transmissão de conceitos e resolução de questões - não que estas práticas se caracterizem como errôneas no âmbito escolar - porém apenas sua utilização limita as possibilidades de construção do conhecimento científico, restringindo no estudante a sua capacidade de interação com o conhecimento e sua relevância social. E devido a estas práticas, é que a Física vem a ser de longa data, uma das disciplinas mais temidas pelos estudantes. (PEDUZZI, 1997).

Em cursos de física, tanto no ensino médio como no universitário, a resolução de problemas de lápis e papel aparece como uma atividade essencial e prioritária no aprendizado do aluno. Os “exemplos de aplicação da teoria”, as extensas listas de “exercícios/problemas”, as aulas de problemas e as avaliações, constituídas quase de questões envolvendo a resolução de problemas, evidenciam claramente isso (PEDUZZI, 1999).

No entanto, atualmente os conhecimentos contextualizados, que norteiam o saber científico e valorizam a ciência no cotidiano, bem como suas contribuições históricas e sociais começam a ser valorizados, pois é perceptível que em avaliações externas como Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM e ENAD, esses aspectos vem ganhando destaque. Não seria exagero inferir que tais avaliações podem iniciar uma cultura que valorize a exploração para além de resoluções mecânicas de questões. Todas essas mudanças que iniciam-se, nos evidenciam a necessidade de transformação dessas práticas tradicionais de EF, para que este componente curricular não seja mostrado em sala de aula como um conhecimento trivial, com respostas imediatas e solução para todas as questões, e sim como uma área do conhecimento humano, com erros, acertos, avanços, retrocessos etc. (ROSA, 2005)

Devido a tais modificações no cenário do EF, muitos pesquisadores defendem em seus trabalhos a necessidade que a resolução significativa de problemas tome posição efetiva em sala de aula e muitos deles apresentam estratégias para o desenvolvimento desta atividade. Tais estratégias auxiliam na criação de hábitos e contribuem de maneira concreta na formação da estrutura cognitiva dos estudantes. (ROSA, 2007)

1.1 MOTIVAÇÕES E OBJETIVO

Diante de experiências vivenciadas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência – PIBID durante os anos de 2011 e 2012 e nos estágios supervisionados observou-se uma rotina criada por professores de Física em sala de aula, como: a) breve abordagem histórica do conteúdo (embasada pelo livro didático); b) definição do fenômeno; c) equação associada ao tema; d) resolução de exemplos; e) aplicação de listas de exercícios e f) atividade avaliativa. Esse ritual pode ser visto em diversas escolas e nas três séries do ensino médio, porem, é perceptível que um número expressivo de estudantes não compreendam o que é estudado e apenas decoram fórmulas para uso exclusivo em avaliações, assim não desenvolvendo as competências e habilidades exigidas pelos documentos oficiais para o EF, refletindo obviamente no desenrolar de futuras atividades que requeiram tais conhecimentos.

Existe, uma mecanização na resolução de problemas desde os professores até os alunos, que se constitui de questões que necessitam apenas da utilização de fórmulas e substituições e que em outras atividades semelhantes os alunos conseguem chegar ao resultado, no entanto, em muitos casos não saberiam interpretar os resultados e justificá-los, pois somente aprenderam mecanicamente a resolução e em qualquer mudança que ocorra no enunciado dificulta a sua compreensão e a obtenção do resultado. Uma opção para que o ato de resolver questões de Física deixe de ser sem significado e passe a contribuir com a construção do saber científico é exposto por estudiosos da área, seria desenvolver

um estudo qualitativo envolvendo hipóteses, limitações físicas, observações e enunciados abertos auxiliando neste feito.

Diante do que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo identificar e discutir como os estudantes de EM resolvem situações-problemas, observando quais são as estratégias mais comumente aplicadas por eles nesta ação, qual a capacidade deles resolverem situações-problema e quais fatores que influenciam essa capacidade.

2 – ENSINO DE FÍSICA: MUDANÇAS, OBJETIVOS E DIFICULDADES

2.1 CIÊNCIAS DE NATUREZA NO ENSINO MÉDIO

Durante quase todo o século XX o EM apresentava-se como propedêutico, ou seja, apresentava uma proposta visando o preparo e seleção dos estudantes que continuariam seus estudos no Ensino Superior-ES e direcioná-los para o mercado de trabalho. Porém, nos anos oitenta e noventa do mesmo século, a visão da importância de uma formação geral dos indivíduos para o domínio das ciências e das tecnologias, tendo que as constantes mudanças no cenário social estão diretamente relacionadas a estes temas, passou a ser dominante, sendo, portanto necessário se repensar o sistema educativo no intuito de enriquecê-lo de recursos e ferramentas para enfrentar os novos desafios advindos dessas mudanças e que se apresentam diretamente na escola, cabendo a esta organizar os conteúdos e práticas capazes de ampliar os conhecimentos dos estudantes preparando-os para o mundo. (BRASIL, 2013)

Para garantir o preparo e a inserção dos estudantes nesse mundo, o EM que antes era uma etapa de iniciação, onde os conhecimentos seriam aprofundados e ampliados nos cursos de nível superior, dependendo da escolha do estudante ou simplesmente esquecido quando não fosse de sua área, passou a ser considerado como etapa final da educação básica como determinado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) em seu Art. 35, devendo proporcionar ao aluno o desenvolvimento de instrumentos para a vida em sociedade e não apenas para o ingresso no mercado de trabalho ou preparo para processos seletivos de vestibulares. E tais mudanças requerem a reflexão acerca do currículo escolar de tal nível. (BRASIL, 2013).

Diante desta transformação no EM as disciplinas que compõem as Ciências da Natureza – CN (Física, Biologia, Química e outras), que conhecíamos e estudávamos simplesmente por ciências no Ensino Fundamental tornaram-se específicas, como fica claro no trecho:

Ao refletir sobre o sentido das ciências da natureza e os desafios que seu ensino representa no Ensino Médio, refletimos também acerca do conhecimento organizado, a partir das necessidades, possibilidades e interesses das pessoas, em épocas e sociedades determinadas. Esse conhecimento, atualmente envolve os particulares objetos de estudo de modos de olhar das diferentes áreas do conhecimento: Astronomia, Geociência, Física, Química, Biologia, Ecologia e ainda aquelas advindas das outras áreas. (BRASIL, 2013)

A especificidade de cada uma das disciplinas que integram as ciências da natureza no ensino médio não limita ao estudo isolado das mesmas, é determinado pelos artigos 5 e 6 da Resolução CNE/CEB Nº 3 a qual institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, definindo a organização desse nível, que os conhecimentos sejam apresentados de forma contextualizada e interdisciplinar (NASCIMENTO, 2010). As Orientações Curriculares para o Ensino Médio/ Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, publicado pelo MEC afirma que:

As ações, nesse nível de ensino, devem propiciar que as informações acumuladas se transformem em conhecimento efetivo, contribuindo para a compreensão dos fenômenos e acontecimentos que ocorrem no mundo e, particularmente, no espaço de vivência do aluno. Isso exige que o professor tenha consciência de que sua missão não se limite à mera transmissão de informações, principalmente levando-se em conta que, atualmente as informações são transmitidas pelos meios de comunicação e pela rede mundial de computadores, quase imediatamente após os fatos terem corrido, a um número cada vez maior de pessoas (BRASIL, 2006, p. 33).

Tratar as disciplinas da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (CNMT) de maneira contextualizada e interdisciplinar apresenta-se

como mais um desafio, principalmente para os educadores que tem formação acadêmica disciplinar específica, onde a articulação entre conteúdo e demais áreas é fragilizada. Para tanto, pontos centrais devem ser observados de modo que sejam estabelecidas relações de interdisciplinaridade que não soem artificiais ou forçadas, e que a contextualidade não se torne sinônimo de superficialidade tanto para a discussão crítica quanto para os conhecimentos específicos.(BRASIL, 2013)

Nesta perspectiva, são apresentadas por documentos oficiais competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes na área de CNMT, como visto na Resolução CNE/CEB Nº 3, no Art. 10:

a) Compreender as ciências como construção humana, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.

b) Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das ciências naturais.

c) Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos.

d) Compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculos de probabilidades.

e) Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações.

f) Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos.

g) Apropriar-se dos conhecimentos da física, da química e da biologia e aplicar esses conhecimentos, para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural.

h) Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade.

i) Entender e relação entre o desenvolvimento das ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram a propõem solucionar.

j) Entender o impacto das tecnologias associadas às ciências naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.

k) Aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para a vida.

l) Compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades (BRASIL, 1998).

Já na Resolução Nº 2 promulgada pelo Conselho Nacional de Educação em seu Art. 12 especifica as características que o currículo de ensino médio deve ter:

I – garantir ações que promovam:

a) a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes;

b) o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura;

c) a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;

II – adotar metodologias de ensino e de avaliação de aprendizagem que estimulem a iniciativa dos estudantes;

III – organizar os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação de aprendizagem de tal forma que ao final do Ensino Médio o estudante demonstre:

a) domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;

b) conhecimento das formas contemporâneas de linguagem (BRASIL, 2013).

Ficando evidente assim que as diretrizes a serem adotadas na Proposta Curricular do Ensino Médio no Brasil, pois tais práticas docentes não estimulam o desenvolvimento de tal atividade, pois os diversos exemplos apresentados pelos professores exigem apenas o conhecimento de fórmulas a serem aplicadas e que leva a resultados esperados, uma atenção excessiva a exercícios repetitivos, cuja abordagem privilegia o uso de algoritmos matemáticos em detrimento da compreensão de aspectos relacionados à situação e/ou aos fenômenos envolvidos (CLEMENT E MENEGAT, 2007). Esta prática não se caracteriza como errônea, porém limita o aluno em pontos essenciais para um pleno desenvolvimento do conhecimento científico, como levantar hipóteses, verbalizar suas idéias de resolução e refletir acerca dos resultados determinados, pois a falta de uma análise e discussão qualitativa leva a um operacionismo mecanizado não só por parte dos estudantes, mas também pelos professores. Sendo assim, os alunos podem “aprender” tal solução e usá-la para qualquer outro exercício idêntico, porém qualquer mudança que ocorra nos enunciados torna-se uma dificuldade, que provoca em alguns casos o abandono.

Como sugestão de muitos estudiosos, a abordagem em sala de aula de exemplos de enunciados abertos, provoca os alunos a desenvolverem certas ações indispensáveis a resolução significativa de problemas (PEDUZZI, 1999). Essa mudança exige dos professores um novo posicionamento diante da elaboração das listas de exercícios.

Para muitos docentes, a resolução de problemas de Física aparece como uma atividade essencial e prioritária no aprendizado (PEDUZZI, 1999), destinando boa parte da carga horária a esta rotina, e é baseado em tal afirmação que se

observa o desenvolvimento excessivo de listas de exercícios acerca de um tema, priorizando problemas numéricos afim da determinação de uma grandeza. À frente situações assim, a primeira providência adotada por muitos estudantes é a de deixar de lado a leitura do livro texto, acreditando que as anotações em sala de aula são suficientes para introduzi-lo com sucesso nessas atividades, como afirma Peduzzi (1999).

2.2 FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Os Parâmetros Curriculares de Física para o Ensino Médio deixam claro que: *“A Física a ser ensinada na escola, como componente da área de Ciências da Natureza, deve contribuir para uma formação científica, histórica e humana”*. Tal formação deve possibilitar ao estudante a capacidade de participação crítica em debates acerca de saberes científicos, ou seja, formá-los capazes de compreender e intervir conscientemente no mundo em que vivem. (BRASIL, 2013)

Porém, no EM a escola enfrenta dificuldades para concretizar ações para que os conhecimentos da Física atinjam a esta finalidade, onde a disciplina tem sido tradicionalmente transmitida, apresentando conteúdos em estrutura linear e hierárquica (RIBEIRO E SILVA, 2012). Assim, mostrando-se como mais um grande desafio para a escola, sendo de sua responsabilidade elaborar seu Projeto Político Pedagógico com o intuito de atender a interesses mais amplos, auxiliando na compreensão de fenômenos físicos. Como afirma Menezes (2005):

O conhecimento físico, tanto do microcosmo como do macrocosmo, vem sendo ampliado em decorrência de rupturas com o conhecimento “senso comum”. Galileu e Newton iniciaram uma caminhada sem volta na representação e na interpretação dos fenômenos naturais.

As modernas teorias físicas têm servido de suporte para a produção de conhecimentos em um novo panorama científico e permitem leituras do mundo muito diferentes das explicações

espontâneas daquilo que é imediatamente percebido pelos sentidos. É muito mais difícil agir e compreender o cotidiano atual sem conhecimentos especializados, sendo necessária a incorporação de bases científicas para o pleno entendimento do mundo que nos cerca (MENEZES, 2005, p.5).

Direcionar o EF para não somente o conhecimento de princípios fundamentais, mas para que o saber se torne significativo e relacionado à sociedade, é essencial sabermos como se chegou a eles, quais questionamentos e hipóteses foram levantados entre outros, sendo assim possível a quebra da cultura de que a Física é pronta e acabada, e sim que a mesma é um conhecimento científico da natureza, e como tal, está em constante transformação, nos permitindo avaliar as características e os limites desse saber. E para que isso ocorra, a ênfase deve estar contida na compreensão efetiva de conceitos e em suas aplicações em situações concretas, fugindo da memorização de fórmulas e o excessivo e repetitivo uso de exercícios numéricos. (BRASIL, 2013)

Para o ensino- aprendizagem de Física é criada modelos, para os quais é fundamental a compreensão, pois são elementos estabelecidos em pensamento, no plano das representações ideais, como uma aproximação muitas vezes distante da realidade. Segundo Young e Freedman (2003), um modelo é uma versão simplificada de um sistema físico que seria muito complicado se fosse analisado com detalhes completos. Logo um modelo já constitui uma limitação, contudo a modelização de uma situação, exige que as abstrações sejam plausíveis, isso requer um conhecimento apurado da teoria e dos conceitos envolvidos. (BRASIL, 2013) e (SALES, 2008).

Outro fator importante para a aprendizagem e a construção do saber na disciplina é levar em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, e as concepções que possuem sobre o mundo natural na busca de conciliar como conceitos e princípios físicos, já que um diálogo reflexivo entre conhecimento de

senso comum e científico pode se caracterizar como fomento para o desenvolvimento da aprendizagem. (RIBEIRO, 2015)

E com as mudanças tecnológicas e sociais ocorridas nos últimos tempos, o que influencia diretamente o EM, o documento Parâmetros Curriculares Nacional - PCN+ reafirma a importância da especificidade de cada área de ensino, propondo também uma nova perspectiva de organização dos conteúdos, fugindo da centralização em tópicos para o foco nas competências, onde os conteúdos apresentam-se em temas estruturadores, como:

- 1- Movimentos: Variações e conservações;
- 2 – Calor, ambiente e usos de energia;
- 3 – Som, imagem e informação;
- 4 – Equipamentos elétricos e telecomunicações;
- 5 – Matéria e radiação;
- 6 – Universo, Terra e vida.

Esses temas são transformados em elementos base para a ação pedagógica de maneira a levar o estudante a compreender o objeto de estudo e o papel da disciplina no EM. (BRASIL, 2013)

2.3 PROBLEMAS ATUAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Espalha-se entre professores de ciências, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental e do EM, uma crescente sensação de desassossego, de frustração, ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes. Aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e tem menos interesse pelo que aprende (OLIVEIRA, 2013) e (POZO, GÒMEZ CRESTO, 2009).

Dentre os problemas que interferem no ensino-aprendizagem de Física um de maior impacto na construção do saber é a dificuldade que os alunos encontram para compreender conceitos, concepções alternativas são muito comuns na compreensão dos alunos sobre determinados fenômenos, por exemplo: O

movimento implica uma causa e, quando necessário, esta causa está localizada dentro do corpo como força interna que vai se consumindo até que o objeto pare (VARELA, 1996). O termo energia é interpretado como sinônimo de combustível, como algo “quase” material, que está armazenado e pode ser consumido e desaparecer (HIERREZUELO E MONTERO, 1991).

Muitas vezes esses problemas ocorrem inclusive entre os professores e com alguma frequência em livros didáticos, porém os estudantes não encontram somente dificuldades na compreensão de conceitos, mas também no uso de estratégias de raciocínio e solução de problemas, como apresentado por POZO E GÓMEZ CRESPO, 2009.

O Quadro abaixo apresenta algumas dificuldades na aprendizagem de procedimentos no caso dos problemas quantitativos (POZO E GÓMES CRESPO, 1996)

Quadro 1 – Dificuldades de aprendizagem em problemas quantitativos

Tipo de dificuldade	Caracterização
Fraca generalização dos procedimentos adquiridos para outros contextos novos.	Assim que o formato ou o conteúdo conceitual do problema muda, os alunos sentem-se incapazes de aplicar a essa nova situação os algoritmos aprendidos. O verdadeiro problema dos alunos é saber do que trata o problema.
O fraco significado do resultado obtido para os alunos.	De modo geral, aparecem sobrepostos dois problemas, o de ciência e o de matemática, de maneira que muitas vezes este mascara aquele. Os alunos limitam-se a encontrar a “fórmula” matemática e chegar a um resultado numérico, esquecendo o problema de ciência. Aplicam cegamente um algoritmo ou um modelo de “problema”, sem compreender o que estão fazendo.
Fraco controle metacognitivo	O trabalho fica reduzido à identificação do tipo de exercício e a seguir de forma algorítmica os passos que já foram seguidos em outros exercícios similares na

alcançado pelos alunos sobre seus próprios processos de solução.	busca da solução “correta” (normalmente única). O aluno olha somente para o processo algorítmico, está interessado apenas no resultado (que é o que geralmente é avaliado). Assim, a técnica impõe-se sobre a estratégia e o problema passa a ser um simples exercício rotineiro.
O fraco interesse que esses problemas despertam nos alunos	Quando são utilizados de forma massiva e descontextualizados, diminuindo a motivação dos alunos para o aprendizado da ciência.

Em vários casos as habilidades necessárias não são adquiridas pelos alunos, porém em outros, o problema é que eles sabem fazer, mas não sabem o que estão fazendo, nem como explicá-lo e aplicá-lo em novas situações. *“Grande parte das dificuldades dos alunos face a esses problemas tem mais a ver com bloqueamentos no raciocínio qualitativo de que a incapacidade de ordem matemática.”* (NETO, AJ, 1991).

Este bloqueio qualitativo vem de um confronto entre conhecimentos populares e científicos, onde algumas atitudes e crenças inadequadas mantidas com respeito à ciência reforçam este. Algumas destas atitudes e crenças são apresentadas por Pozo e Gómez Crespo, 2009.

Algumas atitudes e crenças inadequadas mantidas pelos alunos com respeito à CN e sua aprendizagem dificultam a compreensão efetiva dos conhecimentos científicos, já que acreditam que aprender ciências consiste em repetir da melhor maneira possível aquilo que o professor explica durante a aula e conhecimento científico é muito útil para trabalhar no laboratório, para pesquisar e para inventar coisas novas, mas não serve praticamente para nada na vida cotidiana. (POZO E GÓMES CRESPO, 1996).

E estas concepções não somente referem-se à teoria, vão além, estendem-se as práticas experimentais, tendo ideias inadequadas a respeito do que é um experimento, como apresentado por Ribeiro, 2015; onde vêem que a experimentação é uma maneira de provar ou confirmar teorias ou ainda que é a utilização científica da ciência.

Portanto, os alunos diante destas concepções assumem posições passivas, sempre esperando respostas e muito menos são capazes de elaborar os próprios questionamentos.

2.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA

Inicialmente vamos definir o entendimento de problema adotado neste trabalho. Segundo definição de Krulik e Rudnik citada por Daniel Gil, Joaquim Martins Torregrosa e Lorenzo Ramirez: “*Um problema é uma situação, qualitativa ou não, que pede uma solução para quais os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-los*”. Daí fica claro que a resolução de problemas se constitui na busca de caminhos que auxiliem na construção da solução.

Um fato interessante, é que para uma determinada pessoa uma situação proposta possa se constituir como um problema, enquanto que para outro se apresente como um simples exercício. Portanto, um problema é uma dada situação a qual o indivíduo procura resolvê-lo e neste processo envolve-se em reflexões e tomadas de decisões. (CLEMENT, 2003)

Outro ponto a ser destacado é a análise dos resultados obtidos, com intuito que o sirva como reflexão e ponto de partida para novos problemas, e que esta pode e deve ser discutida fisicamente. Atitudes assim devem ser incentivadas pelos educadores seguindo orientações como as apresentadas no texto: Sobre o papel da resolução literal de problemas no Ensino Médio – Exemplos em mecânica; onde se podem retirar os exemplos 1, 4 e 5 que instigam ao estudante a desenvolverem estes hábitos, como:

- *Exemplo 1: Um corpo de massa m sobe um plano inclinado de um ângulo θ com uma aceleração a , empurrado por uma força paralela à base do plano. Encontre a intensidade da força acima mencionada, sabendo que o coeficiente de atrito cinético é μ_c e que a intensidade da aceleração da gravidade é g . Estude casos particulares da relação obtida.*

O que se pode perceber neste exemplo é a solicitação que o solucionador discuta casos particulares da solução encontrada, sendo assim, necessário que o mesmo reflita e levante idéias, portanto, forçando que o estudante adquira este hábito.

- *Exemplo 4: um bloco de massa m_1 e velocidade de módulo V colide frontal e elasticamente com outro, de massa m_2 , que se encontra em repouso. Demonstre que as intensidades das velocidades de m_1 e m_2 após a colisão são, respectivamente, iguais a $V_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} V$ e $V_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} V$.*

O exemplo acima apresenta uma possível solução do problema, que deve ser analisada pelo solucionador e verificada sua veracidade, exigindo que o mesmo tenha o mínimo de conhecimento teórico sobre o tema.

- *Exemplo 5: Calcule o tempo em que se dará o encontro entre um automóvel suspeito e um carro de polícia que sai em sua perseguição.*

Este tipo de problema exige que o solucionador realize um estudo qualitativo da situação, levantando hipóteses e formulando estratégias de solução. Este é o tipo de exemplo que impõem aos estudantes uma ligação entre teoria e prática, o que não significa um domínio pleno do assunto para ter uma resolução bem sucedida, como afirma Peduzzi:

Afirmar que o aluno só deve começar a resolver problemas depois de dominar “inteiramente” a teoria é partilhar do erro de muitos professores que vêem a resolução de problemas como meros “exercícios” de aplicação dos conteúdos estudados (PEDUZZI, 1999).

Souza e Févora (2003) em seu trabalho: Concepções de professores de física sobre resolução de problemas e o ensino da física, apresentam dois quadros expondo os pontos de vista de professores a respeito do tema. O primeiro quadro revela as opiniões dos entrevistados a respeito do papel do processo de resolução de problemas na aprendizagem em Física, como os expostos abaixo:

“Eu vejo que a resolução do problema funciona exclusivamente como um diagnóstico que o professor faz para ter uma noção se, de fato, o aluno entendeu ou não. Então é só uma consulta. A gente fornece alguma coisa para ele que a gente chama de conhecimento e parece que ele devolve pra gente o conhecimento. Como se dizendo: eu entendi, toma aqui, eu entendi”.

“É o que vai botar em prática toda a teoria da Física que foi discutida naquele momento. Então, é no momento da resolução de problemas que o aluno vai ter oportunidade de mostrar se ele realmente consegue transferir aquele conhecimento que ele teve teórico pra uma situação problema”

“Eu acho que o processo de resolver problemas, se não é, deveria ser o momento que ele aplica o conhecimento teórico que ele obteve. Quer dizer, é um passo seguinte, um outro passo, de transferir o conhecimento teórico que ele teve para uma situação de resolução de problemas”.(SOUZA E FÉVORA, 2003)

As três opiniões deixam claras e confirmam a ideia que os exercícios realizados em sala de aula são apenas para verificação de aprendizagem, avaliação e diagnóstico do conhecimento construído pelos estudantes.

O segundo quadro apresenta suas ideias sobre sua função no desenvolvimento do processo de resolução de problemas, onde encontra-se frases como:

“Acho que o professor aí tem que ser como se fosse um espelho... o aluno vai se espelhar nele na resolução dos problemas. Então o professor tem que estar preparado, tem que saber quais são os passos, os conceitos físicos par fazer essa organização”.(SOUZA E FÉVORA, 2003)

O professor da frase citada acima defende que, durante a resolução, todo o procedimento usado pelo professor deverá ser visto pelo aluno como um modelo

de procedimento e, para isso é fundamental que o professor tenha conhecimento conceitual e procedimental.

“Ele deve auxiliar o aluno no momento em que ele não estiver conseguindo deslanchar num determinado momento da situação problema. Aí o professor deve mostrar caminhos, não mostrar a solução”.(SOUZA E FÉVORA, 2003)

O contrário se vê na fala deste professor comparando com a do anterior, pois aqui este defende que o professor deve auxiliar o aluno em suas dificuldades mostrando caminhos de resolução, porém sem fornecer a solução.

Procurando articular essas constatações bem como suas implicações para o ensino, acreditamos que se os professores tivessem uma visão mais construtivista e menos fragmentada, ou menos reducionista, da resolução de problemas em Física, isso poderia contribuir para a melhoria da sua prática docente porque em diferentes situações didáticas poderiam explorar distintas facetas dessa atividade (SOUZA E FÉVORA, 2003).

Gil e Martinez Torregrosa (1992) questionam frente a tal discussão sobre resolução de problemas abertos, que orientações deveriam ser proporcionadas aos alunos para facilitar a abordagem de situações problemáticas abertas?

Como resposta, apresentam pontos que podem ser considerados na orientação aos alunos, porém não vistos como um modelo a ser seguido.

Considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada, começando por um estudo qualitativo da situação, tentando abordar e definir de maneira precisa o problema, explicitando as condições que se consideram reinantes e a partir disto emitir hipóteses fundadas sobre os fatores dos quais podem depender a grandeza buscada e sobre a forma desta dependência imaginando em particular casos limites de fácil interpretação física que auxiliarão fortemente na elaboração de possíveis estratégias de resolução antes de proceder a esta, buscando explicá-las, assim evitando o puro ensaio e erro. E após a determinação dos resultados analisar através de distintos modos de

resolução, possibilitando a contrastação dos resultados obtidos e mostrar a coerência do corpo de conhecimento de que se dispõe e durante a realização verbalizar ao máximo seus desenrolar, fundamentando o que se faz e evitando, uma vez mais, operativismos carentes de significação física o que permite analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas e, em particular, dos casos limites considerados elaborando uma memória que explique o processo de resolução e que destaque os aspectos de maior interesse no tratamento da situação considerada. (GIL E MARTINEZ TORREGROSA, 1992) e (ZÔMPERO, 2011).

CAPÍTULO 3 – MOTODOLOGIA

3.1 A ESTRATÉGIA UTILIZADA

Para verificar como os estudantes do EM posicionam-se diante dos problemas nas aulas de Física e que itens estão mais presentes na sua resolução, dos itens abaixo expostos, foi aplicado um questionário (anexo 1), onde os mesmos teriam que responder se utilizam tal estratégia, se apenas em alguns casos ou não a utilizam. O questionário foi aplicado nos 2º e 3º anos do EM totalizando 94 estudantes entrevistados, no ano de 2015.

O questionário teve como base as estratégias de resolução de problemas expressas por Peduzzi (1999):

- 1. Ler o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão;*
- 2. Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la;*
- 3. Listar os dados (expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica);*
- 4. Listar a(s) grandeza(s) incógnita(s) (expressando-a(s) em notação simbólica);*

5. *Verificar se as unidades das grandezas envolvidas fazem parte de um mesmo sistema de unidades; em caso negativo, estar atento para as transformações necessárias;*
6. *Analisar qualitativamente a situação-problema, elaborando as hipóteses necessárias;*
7. *Quantificar a situação-problema, escrevendo uma equação de definição, lei ou princípio em que esteja envolvida a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema;*
8. *Situar e orientar o sistema de referência de forma a facilitar a resolução do problema;*
9. *Desenvolver o problema literalmente, fazendo as substituições numéricas apenas ao seu final ou ao final de cada etapa;*
10. *Analisar criticamente o resultado encontrado;*
11. *Registrar, por escrito, as partes ou pontos chave no processo de resolução do problema;*
12. *Considerar o problema como ponto de partida para o estudo de novas situações-problema.(PEDUZZI, 1999).*

Neste primeiro quesito, fica clara a importância da leitura do enunciado com bastante atenção, pois o enunciado contém as informações que disponibilizam as condições iniciais do problema e as metas que se deseja atingir. É fundamental toda atenção neste ponto para que não sejam desconsideradas informações relevantes.

A partir da leitura cuidadosa do enunciado, é possível imaginar o fenômeno ao qual o problema se refere, daí como sugere o item 2, desenhar a situação escrita auxilia na sua compreensão e evita abstrações desnecessárias

Expressar os dados em notação pertinente se faz muito útil para solução, não ocasionando um erro. O que também é expresso no item 4.

Com a compreensão dos dados envolvidos na situação-problema, é interessante a observação das unidades destes, e se necessário efetuar as transformações como salienta o item 5, evitando um possível esquecimento e cair no erro.

Estes primeiros itens da estratégia dependem do problema apresentado para que sua aplicação ocorra em maior ou menor grau pelo solucionador, no entanto, ressalta a importância da leitura e incentiva essa mudança diante do EM.

Após uma leitura atenciosa e demais itens acima citados, uma discussão qualitativa do problema colabora para que se desenvolva nos estudantes a verbalização do fenômeno, ação que possibilitará o conhecimento claro acerca do mesmo e construa de maneira efetiva o saber científico.

A análise qualitativa leva naturalmente a busca por equações adequadas que se ajustem a situação destacada, evidenciando a necessidade de uma fundamentação teórica.

As grandezas físicas envolvidas no problema possuem um caráter vetorial e como diz este item, é importante a escolha conveniente do sistema de referência para sua orientação no desenrolar da solução, sendo que uma escolha não apropriada poderá dificultá-la.

É habitual que após a determinação da equação o aluno passe para a substituição numérica e realização das manipulações necessárias, com tudo, este item salienta a importância do desenvolvimento literal da equação, onde o autor lista as seguintes vantagens para essa prática:

- a) a expressão obtida pode ser checada dimensionalmente;
- b) o cancelamento de termos na derivação da expressão é exato;
- c) o significado físico do resultado é frequentemente mais claro;
- d) problemas similares, com diferentes valores para as variáveis, podem ser resolvidos sem que se tenha que recorrer a uma nova derivação;
- e) quando a resposta não está correta, pode-se verificar se o erro está na física, na álgebra ou na aritmética;
- f) em verificações de aprendizagem, a obtenção correta de uma expressão poderá merecer a maior parte dos pontos da questão, em que pese erro de aritmética no resultado encontrado (PEDUZZI, 1999).

É comum na chegada ao resultado da situação-problema se dá por encerrado a mesma, porém uma verificação crítica deste resultado oferece a possibilidade de conferir eventuais erros no desenvolvimento literal ou nas substituições e a viabilidade física da resposta obtida.

O registro dos pontos-chaves no desenrolar da resolução, proporciona a clara compreensão para quem lê, quanto para o solucionador, que poderá usar destes em futuros problemas, livrando-o de um tratamento operativo como visto em diversas aulas de Física.

Mesmo depois de resolvido, um problema pode oferecer subsídios teóricos e uma boa fundamentação para o desenvolvimento de novas situações, por mais que não sejam semelhantes.

Esse conjunto de estratégias não pode e nem deve ser visto como um método rígido de solucionar problemas, em que todos os itens devem ser seguidos obrigatoriamente, estes devem ser vistos como ações que contribuem para que o ato de resolver questões deixe de ser “mecânico” e torne-se significativo e agregue construtivamente a estrutura cognitiva.

Em um segundo momento dois outros questionários foram aplicados, um discursivo e outro numérico, os quais analisaram os conhecimentos a respeito de Força elétrica e Campo elétrico, em uma total de 73 alunos do 3º ano do EM no ano de 2016, com a finalidade de relacionar estes ao primeiro.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são apresentados no quadro 1, a partir destes pode-se observar que a situação em que se encontra o EF está distante de se ter um número suficiente de estudantes compondo todos os itens de um bom solucionador de questões-problemas. O que se pode ver hoje em sala de aulas são alunos que desenvolvem exercícios puramente matemáticos e que somente a estes se detêm.

Quadro 1 – Caracterização das estratégias para solucionar problemas.

Critério de avaliação	SIM	ÀS VEZES	NÃO
1. Ler o enunciado do problema com atenção, antes da resolução do mesmo?	80,9%	19,1%	0%
2. Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la?	34%	57,5%	8,5%
3. Listar os dados expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica?	39,36%	39,36%	21,27%
4. Listar a(s) grandeza(s) incógnita(s), expressando-a(s) em notação simbólica?	30,9%	45,7%	23,4
5. Verificar se as unidades das grandezas envolvidas fazem parte de um mesmo sistema de unidades; em caso negativo, estar atento para as transformações necessárias?	59,6%	35,1%	5,3%
6. Analisar de varias maneiras possíveis à situação-problema, elaborando as hipóteses necessárias?	69,2%	28,7%	2,1%
7. Escrever uma equação de definição, lei ou princípio em que esteja envolvida a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema?	42,6%	45,7%	11,7%
8. Situar e orientar o sistema de referencia de forma a facilitar a resolução do problema?	68,1%	27,7%	4,2%
9. Desenvolver o problema literalmente, fazendo as substituições numéricas apenas ao seu final ou ao final de cada etapa?	32,9%	52,1%	14,9%
10. Analisar criticamente o resultado encontrado?	60,6%	33%	6,4%
11. Registrar, por escrito, as partes ou pontos chave no processo de resolução do problema?	44,7%	46,8%	8,5%
12. Considerar o problema como ponto de partida para o estudo de novas situações-problema?	60,6%	32%	7,4%

Como visto nos resultados acima, os itens de maior percentual, considerados pelos estudantes na sua prática de resolução, são: 1. Ler o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão; 5. Verificar se as unidades das grandezas envolvidas fazem parte de um mesmo sistema de unidades; em caso negativo, estar atento para as transformações necessárias; 6. Analisar qualitativamente a situação-problema, elaborando as hipóteses necessárias; 8. Situar e orientar o sistema de referência de forma a facilitar a resolução do problema; 10. Analisar criticamente o resultado encontrado e 12. Considerar o problema como ponto de partida para o estudo de novas situações-problema. São pontos fundamentais para tal atividade, tendo que uma boa leitura

do enunciado auxilia profundamente na compreensão do desafio e que postura deverá ser tomada diante de tal, a partir dele é construída a imagem do fenômeno, da situação apresentada e daí as ideias para sua solução, tendo um percentual de 80,9% dos alunos desenvolvendo este ponto. Outro aspecto considerado na prática de resolução totalizando 59,6% é a verificação das unidades de grandeza e se necessário suas transformações, que pode se justificar pela frequente utilização tanto por professores de física quanto por professores de matemática. Um percentual bem significativo dos estudantes destacam que as hipóteses prévias são importantes neste ato – item 6 com 69,2% - que é um fator diretamente relacionado a leitura atenciosa. Todo este conjunto até aqui exposto, revela-se crucial para um bom desenvolvimento do trabalho, porém não basta ler corretamente e com atenção, transformar as unidades de grandeza e não orientar e situar um sistema de referência, cujo valor é imprescindível para que a obtenção da resposta seja precisa, sem contar que uma má orientação pode dificultar consideravelmente o desenrolar da solução, item 10 que corresponde a 68,1% de utilização pelos entrevistados. O ponto 12 que o questionamento se refere a considerar uma situação como base para diversas outras é considerado expressivamente, onde 60,6% dos alunos fazem uso deste.

Diante dos pontos de maior percentual, ver-se que a estrutura pode ser considerada como tradicional e mecânica, partindo de uma leitura, observação dos dados envolvidos e suas transformações de unidades, levantamento de hipóteses a respeito da resolução que se caracteriza como a determinação da fórmula apropriada para o problema, determinar o sistema de referência e após a resolução, utilizado como exemplo para resolver outros semelhantes. Analisando até este ponto, é perceptível que o ato de resolver questões de física segue uma estrutura bastante limitada, onde os esforços dos estudantes diante do desafio de resolver as questões consistem apenas de determinar fórmulas e realizar os cálculos pertinentes. Nesta rotina não se observam análises de cunho qualitativo, discussões a respeito das possíveis maneiras de resolução, abordagem literal antes da substituição numérica e outros aspectos que maximizariam o

aprendizado do fenômeno, fortalecendo os conceitos envolvidos de maneira a construir verdadeiramente o saber científico.

Pontos interessantes para este fim são os menos utilizados pelos entrevistados ou que não são levados em consideração em sua prática. Como é o caso do item 2. Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la, que 57,5% deixam de realizar em alguns problemas e outros 8,5% não veem como fundamental, totalizando 66% dos entrevistados. Fazer gráficos pode auxiliar de forma significativa no desenvolvimento da atividade, pois na visualização do fenômeno podem-se ficar perceptíveis informações que apenas na leitura, mesmo que atenciosa, não fiquem claras, e é conhecido que em diversos problemas pequenas informações são importantes para obter o resultado esperado. No entanto, desenhar a situação apresentada não torna a prática de resolver problemas em significativa para a efetivação do conhecimento, caso contrário seria muito simples transformar o perfil dos solucionadores e os dados de estudantes que apresentam dificuldades tanto de compreensão de conceitos quanto na prática de resolver questões. Outros itens são o 3. Listar os dados expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica e 4. Listar a(s) grandeza(s) incógnita(s), expressando-a(s) em notação simbólica. São itens básicos, que aparecem frequentemente na resolução de questões, porém, 39,36% e 45,7%, respectivamente, às vezes fazem uso e outros 21,27% e 23,4%, respectivamente, não fazem uso destes recursos. Como outros pontos anteriores, estes possuem papel importante, e que objetiva principalmente não esquecer nenhuma das grandezas envolvidas na situação que tem como consequência cair em erro durante a resolução.

O item 7. Quantificar a situação-problema, escrevendo uma equação de definição, lei ou princípio em que esteja envolvida a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema, não se refere apenas a escolher a equação adequada e desenvolver os cálculos, vai além, aqui evidencia a necessidade de fundamentar teoricamente o uso de tal equação, lei ou princípio, neste ato o desenvolvimento cognitivo a respeito do problema amplia e fortalece conceitos, e este será a base para problemas futuros, pois é o conhecimento teórico que auxiliará e não a

memorização de fórmulas. Diante deste, 45,7% dos entrevistados em casos fazem uso de tal estratégia e outros 11,7% não costumam utilizá-lo, o que de maneira generalizada corresponde a 57,4% dos entrevistados.

Não é hábito entre os professores e conseqüentemente entre alunos, o desenvolvimento literal dos problemas antes de substituir os valores, isso fica claro no resultado obtido ao item 9. Desenvolver o problema literalmente, fazendo as substituições numéricas apenas ao seu final ou ao final de cada etapa, com 52,1% dos entrevistados evidenciando que as vezes realizam tal estratégia e que 14,9% não o usam, que representa adicionando estes, um percentual de 67% que deixam esta estratégia de lado.

Nos resultados vistos anteriormente ficou claro as estratégias as quais os alunos se apoiam na prática da resolução, porém, o desenvolvimento desta resolução na prática, traz uma riqueza de informações da maneira em que se dá tal atividade. Nas turmas onde a pesquisa foi aplicada, dois outros questionários (anexo 2 e 3) foram aplicados com a finalidade de relacioná-los com os dados obtidos no primeiro. Tais questionários apresentavam questões sobre Força Elétrica e Campo Elétrico – conteúdos que estão na grade curricular do 3º ano do EM e que já tinham sido trabalhados pelos professores regentes – um com questões numéricas e o outro com questões discursivas. Mesmo sendo um conteúdo já visto pelos estudantes, do total de 73 alunos das três turmas, 39 nem tentaram responder o questionário alegando que não sabiam como resolver as questões, outros 25 entregaram o questionário discursivo em branco e 27 os de questões numéricas, ou seja, apenas 9 alunos se sentiram a vontade para responder as questões discursivas e 7 alunos responderam o questionário com questões numéricas. Com base nesses dados vamos estudar as habilidades desse grupo para resolver os problemas conceituais ou com utilização exclusiva da ferramenta matemática.

Com relação ao questionário numérico, as respostas apresentadas trazem apenas manipulações matemáticas e tomando como base os itens do primeiro questionário, nas respostas desenvolvidas pelos estudantes, não se observa a apresentação da situação através de desenhos para melhor visualização dos

problemas, não há lista de dados, nos casos necessários de transformações de unidade estes não são apresentados explicitamente e em nenhuma das respostas há explicação verbal o que mostraria uma compreensão por parte do aluno entre teoria e prática.

Quadro 2 - Respostas apresentadas as questões numéricas

<p>Questão 01 - No vácuo ($k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$), são colocadas duas cargas elétricas pontiformes de $2 \times 10^{-6} \text{ C}$ e $5 \times 10^{-6} \text{ C}$, distantes 50 cm uma da outra. Qual a força de repulsão entre essas duas cargas?</p> <p>$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$</p> <p>$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{(0,5)^2}$</p> <p>$F = \frac{90 \cdot 10^{-3}}{0,25}$</p> <p>$F = 360 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$F = 3,6 \cdot 10^{-1}$</p>	<p>Questão 01 - No vácuo ($k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$), são colocadas duas cargas elétricas pontiformes de $2 \times 10^{-6} \text{ C}$ e $5 \times 10^{-6} \text{ C}$, distantes 50 cm uma da outra. Qual a força de repulsão entre essas duas cargas?</p> <p>$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$</p> <p>$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{(0,5)^2}$</p> <p>$F = \frac{90 \cdot 10^{-3}}{0,25}$</p> <p>$F = 3,6 \cdot 10^{-1} \text{ N}$</p>
<p>Questão 02 - Duas cargas elétricas iguais de $2 \times 10^{-6} \text{ C}$ se repelem no vácuo com uma força de 0,1 N. Sabendo que a constante elétrica do vácuo é de $9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$, qual a distância entre essas cargas?</p> <p>$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$</p> <p>$d = 2 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{0,1}}$</p> <p>$d = 0,6 \text{ m}$</p> <p>$d^2 = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{F}$</p> <p>$d = \sqrt{\frac{K \cdot q^2}{F}} = q \cdot \sqrt{\frac{K}{F}}$</p>	<p>Questão 02 - Duas cargas elétricas iguais de $2 \times 10^{-6} \text{ C}$ se repelem no vácuo com uma força de 0,1 N. Sabendo que a constante elétrica do vácuo é de $9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$, qual a distância entre essas cargas? ($F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{d^2}$)</p> <p>$(F) = \frac{36 \cdot 10^{-3}}{0,1}$</p> <p>$(F) = 360$</p>
<p>Questão 03 - Duas cargas elétricas pontiformes idênticas e iguais a $1,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ estão separadas de 3,0 cm, no vácuo. Sendo a constante eletrostática no vácuo igual a $9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, qual a intensidade da força de repulsão entre as cargas, em newtons?</p> <p>$q_1 = q_2 = q = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$</p> <p>$d = 3,0 \text{ cm} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$</p> <p>$K = 9,0 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$</p> <p>$F = K \cdot \frac{q \cdot q}{d^2}$</p> <p>$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (1 \cdot 10^{-6})^2}{3 \cdot 10^{-2}}$</p> <p>$F = 0,3 \text{ N}$</p>	<p>Questão 03 - Duas cargas elétricas pontiformes idênticas e iguais a $1,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ estão separadas de 3,0 cm, no vácuo. Sendo a constante eletrostática no vácuo igual a $9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, qual a intensidade da força de repulsão entre as cargas, em newtons?</p> <p>$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2}$</p> <p>$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-12}}{3 \cdot 10^{-4}}$</p> <p>$F = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-4}}$</p> <p>$F = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^4$</p> <p>$F = 3 \cdot 10^{-7}$</p>

Quadro 3 - Respostas apresentadas as questões discursivas.

Questão 01 - O que acontece se aproximarmos dois corpos com cargas elétricas iguais? E se afastarmos estes corpos um do outro?
<i>Aluno 1: Quando dois se atraem e quando gasta energia um do outro não acontece nada.</i>
<i>Aluno 2: Os dois corpos se atraem e quando se afastam estes corpos um do outro não acontece nada.</i>
<i>Aluno 3: Eles vão se repelir porque ambos tem a mesma carga elétrica.</i>
Questão 02 – O que é força elétrica?
<i>Aluno 4: É uma fonte de eletricidade que pode ser atrativa ou repulsiva.</i>
<i>Aluno 5: É quando a corrente elétrica é muito forte e acontece a atração e a repulsão.</i>
Questão 03 – Se duas pequenas esferas idênticas possuem a mesma carga elétrica e estão separadas por uma determinada distancia, aparece entre elas uma força elétrica repulsiva ou atrativa? O que acontecerá com essa força se a carga elétrica de uma das esferas for o dobro ou o triplo da carga da outra esfera?
<i>Aluno 1: Repulsiva. Elas se igualam.</i>
<i>Aluno 4: Aumentará uma das esferas ficará maior e a outra não aumenta nada.</i>
<i>Aluno 5: Ela vai ser atrativa mais forte.</i>
Questão 04 – Explique porque os pelos dos nossos braços são atraídos pela tela quando ligamos a TV (não a de plasma ou led, aquela mais antiga). Se você desligar a TV os pelos voltarão imediatamente ao normal, Por quê?
<i>Aluno 4: Porque quando ligamos a TV ele estando na tomada forma-se um campo estático, isso faz com que os nossos pelos do braço sejam atraídos e porque voltarão ao normal ela estando desligada, é como não estivesse energia.</i>
<i>Aluno 6: A TV, quando ligada, produz um campo estático criando atração, por exemplo: pelos, pequenos filamentos de ferro entre outros condutores e não condutores.</i>
<i>Aluno 9: quando a TV esta ligada uma quantidade mínima de carga elétrica é passada para o vidro, e ao tocar com o braço os pelos recebem pouco de eletricidade, assim eles se atraem.</i>
Questão 05 – Explique o que é o campo elétrico?
<i>Aluno 2: É um local onde se localiza uma corrente elétrica, geralmente entorno de objetos com eletricidade, por exemplo, fios de alta tensão.</i>
<i>Aluno 3: É um circulo de eletricidade.</i>
<i>Aluno 4: É um circulo de eletricidade onde há dois ímãs com o sul e norte que se quebrarmos ao meio continuará pólo norte e pólo sul que mesmo quebrado ainda ficará um campo elétrico.</i>

Diante dos questionários discursivos, algumas dificuldades foram observadas, pois os alunos não mostram uma sólida fundamentação teórica a respeito do tema, porém em algumas respostas apresentam ideias próximas aos conceitos cientificamente aceitos.

Nas repostas expostas a questão discursiva 1 pelos alunos 1 e 2, “cargas elétricas de mesmo sinal se atraem”, mostram uma deficiência na compreensão das propriedades das cargas elétricas de atração e repulsão. Outro ponto a

destacar na resposta do aluno 1 *é que a aproximação destes corpos cessaria a energia dos corpos envolvidos e que com o passar do tempo nada ocorreria entre eles*, deixando a ideia que em certo momento nas cargas não teriam módulo, intensidade. Já a resposta dada pelo aluno 3 está correta, pois como é sabido, cargas de mesmo sinal se repelem e de sinais diferentes se atraem. E para a segunda interrogação da questão o aluno expressa que nada acontece no afastamento dos corpos, uma vez que na verdade o que está de fato ocorrendo é a diminuição da interação entre os envolvidos, logo a força também já que são grandezas inversamente proporcionais.

Para a questão discursiva 2 os alunos 4 e 5 relacionam o conceito de força elétrica a uma fonte de eletricidade e a corrente elétrica, e não a interação entre os corpos e a influência de um sobre o outro e vice-versa, também não relacionando as grandezas e variáveis que aparecem na equação, como por exemplo: ser diretamente proporcional nas cargas e inversamente a distância ao quadrado.

A questão 3 indaga a respeito da interação a distância entre duas esferas idênticas de mesma carga elétrica e também para o caso de uma dessas cargas ter seu valor duplicado ou triplicado e em que isso afetaria a força elétrica. O aluno 1 em sua resposta diz que a “força será repulsiva”, o que é verídico, porém sua resposta para o caso da duplicação ou triplicação, o mesmo responde dizendo que “a força igualaria”, o que não é possível já que são grandezas proporcionais como já dito antes. Já o aluno 4 responde essa interrogação afirmando que “as dimensões da esfera aumentara”, associando o aumento da carga ao tamanho da esfera. E o aluno 5 expõem erroneamente, pois é claro que a força não será atrativa, já que estamos falando de cargas iguais.

Perante as respostas apresentadas para a questão 4, pode-se ver como adequadas, pois a ideia exposta as mesmas são condizentes com o fenômeno.

Nas respostas dadas a questão 5, a ideia de lugar envolto do corpo eletrizado é empregada, assim é possível dizer que por mais simples que seja a conceituação por parte dos estudantes, esse conceito já aparece e trabalhado com metodologias diversas é possível refinar este.

O acompanhamento da resolução dessas questões mostrou uma divergência entre o que foi informado no questionário 1. Pois a grande maioria das estratégias que os estudantes afirmaram utilizar não foram verificadas na atividade prática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São visíveis as mudanças ocorridas na sociedade referentes a costumes, valores, conhecimentos, tecnologias, e que devido a tais modificações é evidente que a educação, as práticas pedagógicas e todas as variáveis relacionadas diretamente a estas também passem por transformações, adaptações e reformulações.

Diante de diferentes tipos de exercícios, o aluno desenvolve sua resposta tendo como base o que é vivenciado em sala de aula e também o que está mais próximo de seu cotidiano, muitos fazem uso de recursos matemáticos, sem verbalizar os fenômenos e expor suas reflexões. Já outros têm mais facilidade em expor sua compreensão sobre tal problema de maneira escrita, por mais que em momentos sua conceituação não seja idêntica a que é aceita pelo paradigma científico atual, porém uma ideia parcialmente construída é um passo para formá-la concretamente.

Como visto nos resultados apresentados para o primeiro questionário a respeito dos itens utilizados na resolução de problemas e relacionando-o com o questionário numérico, conclui-se que estratégias são realmente empregadas, como à leitura atenciosa do enunciado, verificar se as unidades das grandezas envolvidas fazem parte de um mesmo sistema de unidades, sendo que itens que aparecem com percentual de utilização, na prática não são observados, como: analisar de várias maneiras possíveis à situação-problema, elaborando as hipóteses necessárias, situar e orientar o sistema de referência de forma a facilitar a resolução do problema, analisar criticamente o resultado encontrado e considerar o problema como ponto de partida para o estudo de novas situações-problemas.

Diversos são os fatores que influenciam o ensino-aprendizagem e são

particulares de cada indivíduo.

Dos 73 alunos aos quais foram solicitadas as resoluções das questões discursivas e numéricas, 53,42% não tentou resolver ambos, segundo eles por não saberem, levando-se a cogitar explicações para a não realização, como: ser reflexo da não compreensão do tema por um bloqueio do próprio aluno, achando que não consegue compreender ou até mesmo pela didática empregada pelo docente. Outro motivo que pode ter impedido tais alunos é não conseguir expressar por escrito aquilo que se tem como ideia na cabeça, e que se questionado oralmente possivelmente teria êxito. Um percentual significativo deixou em branco os questionários ao fim do tempo da aula, sendo 34,24% para o discursivo e 36,98% para o numérico, o que levanta reflexões sobre as causas das abstenções, podendo está relacionadas ao exposto anteriormente sobre saber e não conseguir colocar no papel ou a simplesmente não saber. Apenas 12,3% responderam as questões discursivas, o percentual é ainda menor para o questionário numérico, totalizando apenas 9,6%, o que causa uma estranheza já que a resolução numérica é mais vista nas aulas de física. Logo, 87,7% dos estudantes não responderam o questionário conceitual e 90,4% não respondeu o questionário numérico.

Quando analisado os resultados obtidos na pesquisa, confirma-se a tendência mecanicista que é predominante no EF no nível médio, tendo apenas aspectos quantitativos, exigindo memorização de fórmulas e domínio de operações matemáticas, deixando de lado os aspectos qualitativos. Os dados podem apontar para uma desvalorização de pontos essenciais para o ensino-aprendizagem da Física, como por exemplo: contexto histórico dos fatos, a base teórica e conceitual dos fenômenos, que são extremamente importantes para a concretização do conhecimento científica e que amparado pelo domínio de aparatos matemáticos, auxiliariam de maneira muito mais eficiente nas resoluções de questões, exercícios e problemas, possibilitando que o estudante de fato tenha como seu este saber e não apenas de forma momentânea para ser usado em determinada ocasião e posteriormente esquecido.

O que ocorre, infelizmente, é uma adaptação apenas no papel, como em

Propostas Pedagógicas, Parâmetros Curriculares, Diretrizes e demais documentos oficiais da educação, pois quando parti-se para a prática em sala de aula, ver-se ações de tendência pedagógica tradicional, a qual tem o aluno como receptor passivo de informações prontas e incontestáveis transmitidas pelo professor que devem ser absorvidas sem questionamentos e reescritas fielmente em avaliações. Porém, para que a educação seja efetivamente universalizada como direito, é necessário investimento em recursos humanos, técnicos e tecnológicos, além da mudança do atual paradigma dominante sobre o que e porque devemos educar.

Como todas as componentes curriculares, a disciplina Física, sem sombra de dúvidas transforma-se constantemente, logo que muitas inovações tecnológicas e científicas estão diretamente relacionadas à disciplina e que casos ocorrem devido a formulações, avanços e descobertas desta, e evidentemente tem impactos na sociedade, e a escola tem como dever transmitir estes novos conhecimentos. A proposta que se encontra hoje para o EF, a princípio, leva em consideração todos estes conhecimentos e que devido a diversos fatores não são vivenciados em sala de aula. O que se revela na prática são aulas destinadas quase que exclusivamente a listas de exercícios, pouca fundamentação teórica ou atividades experimentais, e por mais que maior parte seja para exercícios, um percentual significativo de estudantes não obtém êxito nesta ação.

ANEXO 1

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano-Campus Salgueiro
Curso de Licenciatura em Física

Questionário sobre resolução de problemas de física

Itens que você considera importante quanto á resolução de problemas de física:

1. Ler o enunciado do problema com atenção, antes da resolução do mesmo?
() sim () as vezes () não
2. Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la?
() sim () as vezes () não
3. Listar os dados expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica?
() sim () as vezes () não
4. Listar a(s) grandeza(s) incógnita(s), expressando-a(s) em notação simbólica?
() sim () as vezes () não
5. Verificar se as unidades das grandezas envolvidas fazem parte de um mesmo sistema de unidades; em caso negativo, estar atento para as transformações necessárias?
() sim () as vezes () não
6. Analisar de varias maneiras possíveis à situação-problema, elaborando as hipóteses necessárias?
() sim () as vezes () não
7. Escrever uma equação de definição, lei ou princípio em que esteja envolvida a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema?
() sim () as vezes () não
8. Situar e orientar o sistema de referencia de forma a facilitar a resolução do problema?
() sim () as vezes () não
9. Desenvolver o problema literalmente, fazendo as substituições numéricas apenas ao seu final ou ao final de cada etapa?
() sim () as vezes () não
10. Analisar criticamente o resultado encontrado?
() sim () as vezes () não
11. Registrar, por escrito, as partes ou pontos chave no processo de resolução do problema?
() sim () as vezes () não
12. Considerar o problema como ponto de partida para o estudo de novas situações-problema?
() sim () as vezes () não

ANEXO 2

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão
Pernambucano – Campos Salgueiro

Resolução de Questões de Física (Força e Campo Elétrico)

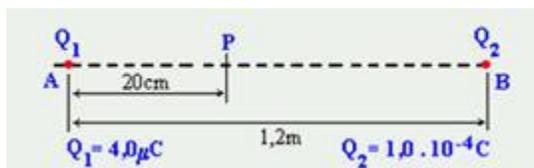
Questão 01 - No vácuo ($k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$), são colocadas duas cargas elétricas puntiformes de $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ e $5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, distantes 50 cm uma da outra. Qual a força de repulsão entre essas duas cargas?

Questão 02- Duas cargas elétricas iguais de $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se repelem no vácuo com uma força de 0,1 N. Sabendo que a constante elétrica do vácuo é de $9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$, qual a distância entre essas cargas?

Questão 03- Duas cargas elétricas puntiformes idênticas e iguais a $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ estão separadas de 3,0 cm, no vácuo. Sendo a constante eletrostática no vácuo igual a $9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, qual a intensidade da força de repulsão entre as cargas, em Newtons?

Questão 04- Uma carga elétrica puntiforme com $4 \mu\text{C}$ que é colocada em um ponto P do vácuo, fica sujeita a uma força elétrica de intensidade 1,2 N. Determine o valor do campo elétrico nesse ponto. Considere $K=9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

Questão 05- Considere a figura abaixo:



As duas cargas elétricas puntiformes Q_1 e Q_2 estão fixas, no vácuo, onde $K_0=9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ respectivamente, sobre pontos A e B. Determine o campo elétrico resultante no ponto P.

ANEXO 3
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão
Pernambucano – Campos Salgueiro
Questões Conceituais de Física (Força e Campo Elétrico)

Questão 01 - O que acontece se aproximarmos dois corpos com cargas elétricas iguais? E se afastarmos estes corpos um do outro? _____

Questão 02 – O que é força elétrica?

Questão 03 – Se duas pequenas esferas idênticas possuem a mesma carga elétrica e estão separadas por uma determinada distância, aparece entre elas uma força elétrica repulsiva ou atrativa? O que acontecerá com essa força se a carga elétrica de uma das esferas for o dobro ou o triplo da carga da outra esfera? _____

Questão 04 – Explique porque os pelos dos nossos braços são atraídos pela tela quando ligamos a TV (não a de plasma ou led, aquela mais antiga). Se você desligar a TV os pelos voltarão imediatamente ao normal, Por quê?

Questão 05 – Explique o que é o campo elétrico?

Fotos das turmas



Foto: 3º ano C



Foto: 3º ano C



Foto: 3º ano A



Foto: 3º ano A



Foto: 3º ano B

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLEMENT, Luiz. **Resolução de problemas no ensino de física baseado numa abordagem investigativa/** Luiz Clement, Eduardo Adolfo Terrazzan, Tiago Belmonte Nascimento. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003.

FERREIRA, Gabriela Kaiana. **Crenças de professores sobre a resolução de problemas e sua utilização em aulas de física/** Gabriela Kaiana Ferreira, Laís Perini, José Francisco Custódio, Luiz Clement. In: VII Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009.

GIL, Daniel. **Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo/** Daniel Gil, Joaquim Martinez Torregrosa, Lorenzo Ramírez. In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis: v. 9, n. 1, p. 7-19, abr1992.

NASCIMENTO, Tiago Lessa do. **Repensando o Ensino da Física no Ensino Médio.** 2010. 62 f. Monografia - Universidade Estadual do Ceará. Ceará, 2010.

OLIVEIRA, B.E.D.O **PIBID no apoio à experimentação Química: transformando a realidade dos alunos do 2º ano do Ensino Médio do Centro de Ensino Bandeirante em Zé Doca/MA.** In: 11º Simpósio Brasileiro de Educação Química, 2013.

PEDUZZI, Luiz O. Q. **Sobre o papel da resolução literal de problemas na Ensino da Física: exemplos em mecânica/** Luiz O. Q. Peduzzi, Sônia Silveira Peduzzi. In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis: UFSC, v. 14 n. 3, p. 229-253, 1997.

PEDUZZI, Luiz O.Q. **Sobre a resolução de problemas no ensino da física/** Luiz

Peduzzi. In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis: v. 14 n. 3, p. 229-253, dez. 1997.

POZO, Juan Ignacio. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**/ Juan Ignacio Pozo, Miguel Ángel Gómez Crespo; tradução Naila Freitas. - 5. ed. - Porto Alegre: Artme, 2009.

RIBEIRO, Daiane Maria dos Santos e SILVA, Marcelo de Souza. Ensino de Física no Sertão: Literatura de cordel como ferramenta didática. **Revista Semiárido De Visu**, v.2, n.1, p.231-240, 2012.

RIBEIRO, Daiane Maria dos Santos; SILVA, Marcelo Souza da. Textos de divulgação científica: uma intervenção para aprofundar as concepções epistemológicas de professores e estudantes de Física. **Acta Scientiae** v.17 n.3 p.697-714 set./dez. 2015.

SALES, Gilvandenys Leite; VASCONCELOS; Francisco Herbert Lima, CASTRO FILHO, José Aires de; PEQUENO, Mauro Cavalcante. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Rev. Bras. Ensino Fís.** v. 30 n. 3 São Paulo July/Sept. 2008.

ZÔMPERO, Andreia Freitas. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**/ Andreia Freitas Zômpero, Carlos Eduardo Laburú. Rev. Ensaio | belo horizonte | v.13 | n.03 | p.67-80 | set-dez | 2011.