



**ENSINO DE FÍSICA POR ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE
COMPETÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE HABILIDADES UTILIZANDO MATERIAL
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO: CONSTRUÇÃO DO FOLHETO DE
APLICAÇÃO DIDÁTICA (FAD)**

LUIZ PEREIRA DE LUCENA NETO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física (PPGEPF) da Universidade Federal de Pernambuco, no Centro Acadêmico do Agreste, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):

Thatyara Freire de Souza

Augusto César Lima Moreira

Caruaru - 2017

LUIZ PEREIRA DE LUCENA NETO

**ENSINO DE FÍSICA POR ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE
COMPETÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE HABILIDADES UTILIZANDO MATERIAL
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO: Construção Do Folheto De Aplicação
Didática (FAD)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física (PPGEPF) da Universidade Federal de Pernambuco, no Centro Acadêmico do Agreste, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de Concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado

Orientador: Profa. Dra. Thatyara Freire de Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Augusto César Lima Moreira

Caruaru - 2017

L935e Lucena Neto, Luiz Pereira de.

Ensino de física por estratégias de desenvolvimento de competências e construção de habilidades utilizando material potencialmente significativo: construção do folheto de aplicação didática (FAD). / Luiz Pereira de Lucena Neto. - 2017.

255f. il.: 30 cm.

Orientadora: Thatyara Freire de Souza.

Coorientador: Augusto César Lima Moreira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2017.

Inclui Referências.

1. Física (Ensino médio). 2. Ensino – Metodologia. 3. Aprendizagem. 4. Material didático. 5. Educação baseada na competência. 6. Fracasso escolar. I. Souza, Thatyara Freire de (Orientadora). II. Moreira, Augusto César Lima (Coorientador). III. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2017-465)

LUIZ PEREIRA DE LUCENA NETO

**ENSINO DE FÍSICA POR ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE
COMPETÊNCIAS E HABILIDADES UTILIZANDO MATERIAL POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVO: construção do folheto de aplicação didática (FAD)**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco, no Campus Avançado do Agreste, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovado em 27/11/2017.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Thatyara Freire de Souza (Orientadora, Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido(UFERSA)
Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros (CMPF)

Profa. Dra. Kátia Calligaris Rodrigues (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Francisco Nairon Monteiro Júnior (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Dedico esta dissertação a minha Família:
Fabiana Lucena, Gustavo Lucena e
Mariana Lucena, os quais são Bênçãos
de DEUS em minha vida, e assim sendo,
bem maior não há.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a DEUS, meu SENHOR e meu REI, por tudo que tenho, por tudo que sei, por tudo que sou, e assim sendo, deu-me forças, amor, paz e a possibilidade de concluir esse trabalho com todo seu amor e proteção de infinita bondade.

A minha incansável e sempre presente esposa Fabiana, pela coragem e garra, sacrifício e exemplo, fortaleza e perseverança, em acreditar em mim e no meu potencial.

A minha abençoada e amada família – Fabiana, Gustavo e Mariana Lucena, que tanto souberam aguentar minhas ausências para dedicação aos meus estudos, pelo amor, força, carinho e paciência, compreensão e tempo, doados de suas vidas.

Aos meus pais, em especial minha Mãe Suzete (amor e cuidado sempre presente em minha vida) e a meus Avós Maternos, Vó Nita (minha Maria da Paz na Terra) e Vô Zé Leite (meu aceso a UFPE-Física começou através da venda de seu tacho de cobre), que tudo me proporcionaram de melhor: amor, estudo e exemplos de ética, de profissionalismo e de bom caráter.

As minhas Tias Udneide e Gracinha, pela total dedicação a mim, ao ensino e a educação libertadora de qualidade. Sempre estiveram comigo!

Aos meus Tios: João, Delmo, Edilson, e Ezivan; e Tias: Rosa, Angelita, Darcila e Helena, que de mim nunca desistiram!

Aos meus Sogros (Ramiro e Edileusa) por toda ajuda na batalha diária em criar meus filhos, principalmente nos momentos de estudo para promoção dessa dissertação.

Aos meus orientadores e amigos, Profa. Dra. Thatyara Freire de Souza, Prof. Dr. Augusto César Lima Moreira, pela amizade e confiança construídas, pelas lições de determinação e profissionalismo, dedicação, empenho e paciência, na elaboração deste trabalho.

Aos meus queridos amigos e sempre presentes Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas e Profa. Dra. Kátia Calligaris Rodrigues, pelos vínculos formados e atenção total despendida.

Ao meu amigo Ronaldo Melo Junior, pelos exemplos de retidão e dedicação ao serviço público e atenção total para com nossos alunos.

A todos os meus professores do MNPEF, polo 46, pelas cobranças e pelos ensinamentos.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF), Comissão de Pós-graduação da SBF (MNPEF) pela oportunidade do mestrado e a CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Ao IFAL Campus Maragogi , na pessoa de meu amigo Dácio Camerino Filho, amigo de hoje e sempre, pelas orientações e exemplos a serem seguidos, e aos amigos-irmãos Ricardo Soares e Marcelo Cavalcanti por todo incentivo, ajuda e auxílio em todos os momentos de minha jornada.

Ao Colégio Militar do Recife, na pessoa dos Diretores, Supervisores e Coordenadores, onde atuo como docente, aos meus colegas docentes e técnicos - administrativos, por toda disponibilidade em me oferecer as condições profissionais e pedagógicas para que eu pudesse vir a desenvolver e aplicar meu produto educacional, além de todo apoio, carinho, incentivo e reconhecimento.

Aos meus alunos, de ontem e de hoje, que me fizeram aprender com eles e por serem inspiração para este empreendimento, pois, parafraseando Feynman *"Se sou considerado um bom professor é porque sempre tive excelentes alunos"*.

E por fim, porem não menos importante, a familiares e amigos que me auxiliaram e colaboraram de algum modo durante essa minha jornada deixo aqui meu tributo e meu muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho é uma sugestão de planejamento didático e metodologia de ensino por meio da confecção de um produto pedagógico chamado folheto de aplicação didática (FAD), onde o FAD é um material potencialmente significativo seguindo as diretrizes estruturais e organizacionais presentes no PCNEM e PCNEM+ , também é uma sugestão de planejamento de aula por estratégias de construção de habilidades e desenvolvimento de competências, o qual em seu enfoque na redução do fracasso escolar pelo sentimento de inclusão do aluno nas aulas e da presente e constante preocupação de lecionar para o aluno e não apenas com o objetivo de término do conteúdo. Sua metodologia tem fundamentação baseada nas premissas das teorias da aprendizagem de PERRENOUD, VYGOTSKY, PIAGET e AUSUBEL no tocante ao protagonismo docente e a importância dos conhecimentos prévios, nos excepcionais ensinamentos e incentivos de MOREIRA e suas inigualáveis exemplificações, em estratégias para o desenvolvimento de competências e com isso superação de situações limites, na utilização adequada de concepções alternativas proposta por MORTIMER e na imensa valia dos pensamentos sobre planejamento constantes na obra de MOREIRA e na obra de MORRETO. Como resultado de sua implantação, tem-se uma forte redução no tocante ao fracasso escolar , menos de 4%, devido ao aumento do sentimento de pertinência do aluno durante a aplicação do folheto de aplicação didática. Conclui-se que a devida atenção aos conhecimentos prévios dos alunos, assim como nas dificuldades inerentes aos conceitos a serem abordados durante a fase de planejamento das aulas, faz total diferença no sentimento de inclusão o que leva, conjuntamente, a uma redução no fracasso escolar.

Palavras-chave: Ensino de física. Metodologia de ensino. Aprendizagem significativa. Material potencialmente significativo. Competências e habilidades. Confecção de descritores.

ABSTRACT

The present work is a suggestion of didactic planning and teaching methodology through the preparation of a pedagogical product called Didactic Application Brochure (FAD), where FAD is a potentially significant material following the structural and organizational guidelines present in PCNEM and PCNEM + is also a suggestion of lesson planning by skills building strategies and skills development, which in its focus on reducing school failure by the student's sense of inclusion in class and the ongoing and constant concern of teaching to the student and not only for the purpose of completing the content. Its methodology is based on the premises of the learning theories of PERRENOUD, VYGOTSKY, PIAGET and AUSUBEL in relation to the teaching role and the importance of previous knowledge, in the exceptional teachings and incentives of MOREIRA and its unequalled examples in strategies for the development of competences and with this, overcoming of limiting situations, in the adequate use of alternative conceptions proposed by MORTIMER and in the immense value of the thoughts about planning in the work of MOREIRA and in the work of MORRETO. As a result of its implementation, there has been a strong reduction in school failure, less than 4%, due to the increase in the student's sense of pertinence during the application of the didactic application booklet. It is concluded that due attention to the students' previous knowledge, as well as the inherent difficulties of the concepts to be approached during the planning phase of the classes, makes a total difference in the feeling of inclusion which leads, together, to a reduction in school failure .

Keywords: Physics education. Teaching methodology. Significant learning. Potentially significant material. Skills and abilities. Composition of descriptors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão Geral das sequência de trabalho.	14
Figura 2 – Representação da Forma e das dobraduras que compõem a estrutura de folheto...52	
Figura 3 – Imagem ilustrativa da parte interna do FAD-Hisrostátia	53
Figura 4 – Esquema representativo das etapas da construção do FAD e suas subdivisões.....	59
Figura 5 – Conjunto de Tipos de Competências que constituem as Competências a serem desenvolvidas no Ensino de Física.	63
Figura 6 – Etapas para elaboração de descritores.....	72
Figura 7 – Divisão do conteúdo de aprendizagem do FAD-Hidrostática em temas internos ou “Cores”	80
Figura 8 – Exemplificação baseada no FAD-Hidrostática: tema interno Core 1	80
Figura 9 - Exemplos de Braços Hidráulicos.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelo de Tabela de Competências e Habilidades	65
Tabela 2– Exemplificação associadas ao conteúdo de Estudo dos Fluidos	66
Tabela 3– Modelos de elaboração de descritores e suas especificidades.	72
Tabela 4 - Modelo exemplificado de Tabela de Descritores	74
Tabela 5 - Síntese dos resultados da aplicação do FAD-Hidrostatica.....	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Bases Teóricas	16
2.1.1 Teoria das Competências e o Protagonismo Docente	17
2.1.2 As áreas do conhecimento, as competências e habilidades nos PCN	24
2.1.3 Conhecimentos Prévios e a inclusão do educando	29
2.2 Organizadores prévios: o foco é o que o aluno já sabe	39
2.3 Concepções Alternativas: entender a realidade do aluno e transcender à necessidade de mudança conceitual	43
2.4 UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	50
3 METODOLOGIA DA CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO	52
3.1 O que é o Folheto de Aplicação Didática - FAD	52
3.2 Construção do FAD	59
3.2.1 Construção do Planejamento Didático do FAD	61
3.2.1.1 Análise dos PCNEM+ e suas especificidades para Ciências de Natureza, Matemática e suas Tecnologias – Física.	61
3.2.1.2 Montagem ou utilização de Tabela de Competências e habilidades associadas à Unidade Temática dos Conteúdos	63
3.2.1.3 Construção dos Descritores	67
3.2.2 Construção da Metodologia do FAD	75
3.2.2.1 Experimentos Demonstrativos	76
3.2.2.2 Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP)	77
3.2.2.3 Experimentos Investigativos ou Teste de Estudo Dirigido(TED)	84
4 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICE A: FAD-HIDROSTÁTICA	93
ANEXO A: COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE FÍSICA	120
ANEXO B: TEMAS ESTRUTURADORES DE FÍSICA	128
ANEXO C: EIXOS COGNITIVOS	142
ANEXO D: TIPOS DE CONTEÚDO E VERBOS ASSOCIADOS	146

ANEXO E: VERBOS DA TAXONOMIA DE BLOOM	147
ANEXO F: PRODUTO EDUCACIONAL GERADO	149

1 INTRODUÇÃO

Como promover inclusão através da educação? E como focar no aluno e assim trabalhar a favor da redução do fracasso escolar? Nossa prática educacional se fez com base em perguntas como essas, além de outras que são apresentadas nesse trabalho.

Cotidianamente nos deparamos com situações que se configuram em problemas e, para resolvê-las, nos valemos do desenvolvimento de certas habilidades e competências.

Conforme Perrenoud (1999-a) , na perspectiva do ensino por competências, os professores apropriam-se de responsabilidades na escolha de práticas sociais, bem como, o docente coloca-se no lugar do aprendente, com o objetivo de prever os obstáculos presentes nas situações-problema.

Segundo Moreira (2011), a aprendizagem significativa é o resultado da interação cognitiva entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, no momento em que os conhecimentos novos ganham significado. Por isso, a ordem e a forma escolhidas para trabalhar os conteúdos podem facilitar ou não a interação entre esses conhecimentos. Para focar nas necessidades de aprendizagem dos alunos, precisamos saber o que eles já sabem, e suas concepções alternativas sobre temas de base e sobre os conhecimentos a serem trabalhados.

Apresentamos assim um olhar direcionado não só para o ensino por construção de habilidades que façam o aluno desenvolver competências, mas também um olhar direcionado para o que o aluno já conhece, colocando-o como foco de nossas estratégias de ensino por aprendizagem significativa defendida por Ausubel. Com isso, procuramos mostrar ao aluno que o ensino está voltado para ele, e para superar as dificuldades que ele possa vir a apresentar.

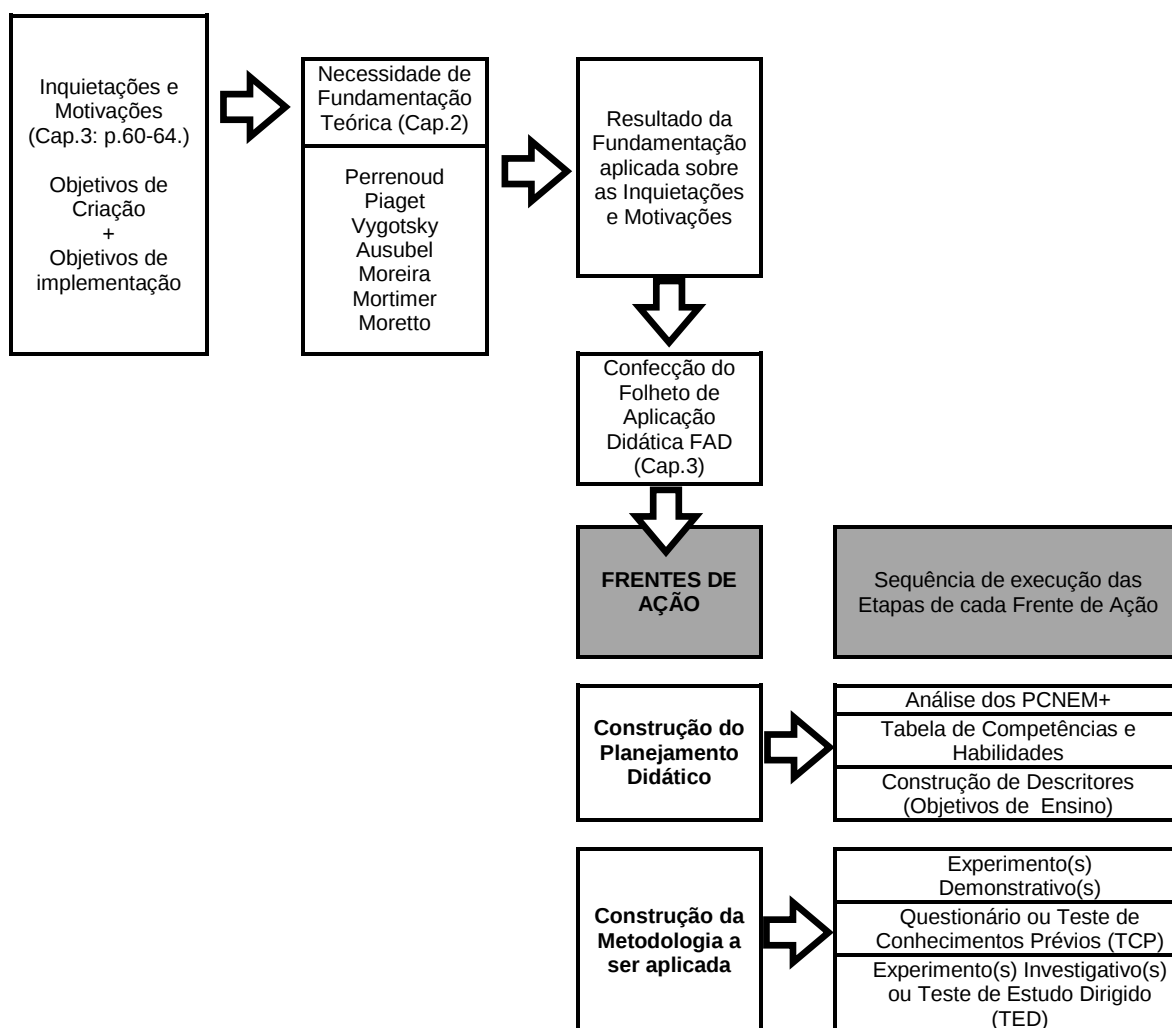
Detivemos nosso foco na confecção do que chamamos de Folheto de Aplicação Didática (FAD), o qual foi pensado como uma estratégia que viesse a incluir o educando na aula, que o fizesse perceber que ele é parte dela, sempre o lembrando que é ele, o educando, quem está no comando de seu desenvolvimento cognitivo, interpessoal, atitudinal e emocional. Para isso se faz presente a importância do protagonismo docente, no tocante ao ensino baseado na visão que o aluno já apresenta, baseado no que ele já sabe, propondo

situações-problema concretas e organizadores prévios, tudo que venham a colaborar na solução de situações complexas, solução essa que passa pela reunião das habilidades construídas durante a aplicação do nosso produto educacional.

Portanto, o FAD é uma sequência de sondagem de conhecimentos prévios a partir de situações concretas adequadas a localidade e regionalidade vivencial do educando, com o intuito de promover o ensino do novo de modo mais inclusivo, potencialmente significativo, e chamando à responsabilidade de ser o professor o agente protagonista dessa ação tão valorosa. O que já se é positivamente apresentada nos resultados da aplicação do exemplo FAD-Hidrostática constante no Apêndice A.

Na figura 1 temos uma visão geral sobre os passos que seguimos para a construção do presente trabalho.

Figura 1 - Visão Geral das sequência de trabalho.



Fonte: O Autor (2017)

A necessidade de uma fundamentação teórica, como a que será apresentada no Capítulo 2, um pouco mais extensa se faz pelo fato de que nossa sugestão de proposta metodológica envolve as seguintes etapas:

- Visão sobre como as áreas do conhecimento estão organizadas, como as respectivas disciplinas de cada área do conhecimento estão organizadas e divididas em eixos;
- Visão dos teóricos sobre a importância do que o aluno já sabe, suas lacunas e concepções alternativas, e de como tratar adequadamente o que o aluno já traz consigo;
- Montagem de uma sequência didática de modo a propiciar um ensino por meio de estratégias de desenvolvimento de competências pela construção de habilidades, utilizando-se da interação entre conhecimentos de base e conhecimentos derivados desses;
- Finalizando com a disponibilização de situação-problema onde se possa mobilizar adequadamente as habilidades construídas.

Já no Capítulo 3 encontraremos todos os procedimentos e sequência para a construção de um FAD. De modo bem geral, e nos baseando nas informações constantes nas figuras 1 e 5, chegaremos a todos os detalhes e especificidades de cada uma das etapas pertencentes a cada uma das frentes de ação constituidoras do FAD.

No Capítulo 4 vivenciaremos resultados da aplicação de uma exemplificação de FAD, o FAD-Hidrostática (Apêndice A), realizada para os 112 alunos do 1º ano do Ensino Médio de 2016 do Colégio Militar do Recife em outubro de 2016, e vislumbraremos novas possibilidades de uma ensino inclusivo com foco no aluno e não apenas no término do conteúdo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente trabalho é uma sugestão de proposta de intervenção metodológica de planejamento, construção e aplicação de um material potencialmente significativo chamado de Folheto de Aplicação Didática (FAD) destinado ao ensino de física por estratégias de desenvolvimento de competências e habilidades, baseando-se nos pressupostos de aprendizagem significativa e unidade de ensino potencialmente significativa, assim como nos procedimentos para um uso adequado de concepções alternativas. Para tanto, a seguir estamos apresentando os pilares de nossa fundamentação que servirão de norte para nossa montagem desse material potencialmente significativo.

2.1 Bases Teóricas .

Nossa base teórica foi construída sobre as premissas das Teorias da Aprendizagem e de PERRENOUD e AUSUBEL, e das Teorias de Desenvolvimento Cognitivo de VYGOTSKY e PIAGET, nas quais se referenciou o protagonismo docente e a importância dos conhecimentos prévios. Também nos valem os excepcionais ensinamentos e incentivos de MOREIRA, e suas inigualáveis exemplificações, isso para o entendimento da importância dos conhecimentos prévios, de como desenvolver estratégias para o desenvolvimento de competências. E para a superação de situação limite, no tocante a possibilidade de aprendizagem significativa, tomamos a mão a utilização adequada de concepções alternativas proposta por Mortimer, assim como os pensamentos sobre planejamento na obra de MORRETO, os quais foram de imensa valia.

O que se segue é um conjunto de fundamentos que foram utilizados para compor tanto os objetivos para a criação, como os objetivos de implementação do FAD, produto pedagógico tomado como sugestão de modelo de planejamento de aula, com o intuito de

redução do fracasso escolar pelo sentimento de inclusão do aluno nas aulas, da presente preocupação de lecionar para o aluno não apenas com o objetivo de término do conteúdo. Em síntese, esse produto pedagógico, como já mostrado na Figura 1, possui duas frentes de ação, e cada uma dessas frentes possui três etapas a serem construídas.

2.1.1 Teoria das Competências e o Protagonismo Docente

Em leituras sobre a história pessoal de Philippe Perrenoud (PROJETO EDUCAR, 2012), encontramos o fato de ele ter nascido na Suíça e ter se formado em Ciências Sociais, e como sociólogo, é uma importante referência no campo da Educação com trabalhos desenvolvidos em torno das competências dos educandos. Perrenoud no Brasil vem a alcançar vários professores com suas ideias inovadoras sobre a formação de professores e avaliação dos alunos, assuntos amplamente discutidos e matéria de constantes considerações a partir de seu enquadramento nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Um dos pilares do presente trabalho se encontra na Teoria de Competências de Perrenoud, pois sua temática está envolvida com redução do fracasso escolar e consequentemente redução da evasão escolar, evasão essa ligada a fatores de desigualdade social, o que gera por sua vez, desigualdade no acesso a informação nos anos básicos de ensino. A redução do fracasso aqui levantada também se faz pela óptica ligada a inclusão do aluno em torno de o aluno se sentir parte ativa da aula. Essa linha pensante é uma constante no presente trabalho tanto no momento de sua proposição, quanto explicitamente nas etapas de construção do produto pedagógico FAD.

Sobre a noção de competências, seu conceito não é novo, mas ganhou tanta importância e amplitude que acabou sendo incorporado pelo meio empresarial e industrial.

A noção de competência utilizada neste trabalho é a de Perrenoud, que considera o construto como uma “capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação” (Perrenoud, 1999a).

Também vemos a noção de competência de Perrenoud em Gentile e Bencini (2000 *apud* Rodrigues; Pariz 2005, p 109), onde as competências são entendidas como a capacidade de “mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações, etc)

para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações, ou situação específica que aqui chamamos de situação problema, onde segundo Pozo (1998), a situação problema baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam um esforço e uma atitude ativa para buscar seus próprios conhecimentos, habituando-os a encontrar, por si mesmos, respostas.

A utilização de situação problema está diretamente ligada ao instigar curiosidade, ao fato de se tornarem parcialmente responsáveis pelo desenvolvimento do conteúdo, a deixar o aluno também responsável pelo seu crescimento e aprendizado e ao habilitar o docente a ser um bom formulador de problemas. Essa necessidade de boa formulação de situações-problema é parte prioritária em um das etapas da confecção do FAD, mais precisamente na etapa de construção de um conjunto de questões chamado de Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios – TCP.

Ainda segundo Pozo (1998), as situações problemas precisam ser contextualizadas e ligadas à realidade ou a uma situação concreta, precisam ser apresentadas de modo realista, e é necessário estar embasada em dados e informações e objetivos, além do que precisam ser apresentadas inicialmente como motivação para as aulas ou como problema a ser resolvido no final.

Situações-problema são desafios que surgem durante a caminhada do aluno. Segundo Macedo (2005), os problemas estão acima dos exercícios, pois exercícios podem ser apenas repetições e situações-problema envolvem o planejamento, a tomada de decisão, a análise do contexto, além do desenvolvimento de habilidades e competências. Para o autor, problema “é aquilo que se enfrenta e cuja solução, já conhecida ou incorporada, não é suficiente, ao menos como conteúdo.”. Portanto, situações-problema necessitam ser criadas, inovadas e devem ter relação com o cotidiano do educando, para que assim possam ser desenvolvidas novas habilidades e competências. Aqui também se verifica o protagonismo docente em criar, inovar e montar as situações-problema relacionadas com o cotidiano do educando.

Até ousar dizer que, em não se tendo uma situação problema condizente com o cotidiano do educando, e não tendo o foco no que o aluno já sabe, você docente ensina, mas o aprendiz não aprende. Ele não se sente incluído na aula.

Sobre a ótica de Moretto(2014) “*Competência é a capacidade do sujeito mobilizar recursos visando abordar e resolver situações complexas*”. Enfatiza ainda que, ao tomar por base esse conceito, mostra-se que o paradigma deve ser descrito como *educação para o desenvolvimento de competências* e não *educação para o alcance de competências*.

Aqui se vê a equivalência entre situações problemas e situações complexas, onde ambas são situações que gerem desenvolvimento de competências através do uso e mobilização de habilidades construídas.

É sobre esse prisma que devemos sempre lançar mão da responsabilidade de o professor promover capacitação de seus alunos para o desenvolvimento das competências necessárias para a realização de suas tarefas, bem como para a resolução de problemas cotidianos ou situações concretas com maior eficácia. Para tanto os docentes devem privilegiar o olhar sobre o aluno, sobre o que o aluno já sabe, e a preocupação em terminar o conteúdo deve ser substituída pela perspectiva do ensinar a fazer, a aprender e dentro desse contexto inserir o conteúdo e sua finalização.

O conteúdo deixa de ser o centro das atenções, ele deve ser terminado, concluído, finalizado, mas o foco do ensino deve ser em estratégias de ensino das ações representadas nos verbos dos objetivos a serem alcançados. Mais a frente veremos que uma etapa muito importante da criação do FAD, e de suma importância para que se possa pensar em um processo de ensino voltado à aprendizagem, é a forma e a contextualização da construção desses objetivos de ensino também conhecidos como “descritores” (BRASIL, 2009).

Um dos pilares de nosso estudo se baseia na compreensão dos princípios e fundamentos da Teoria das Competências, e isso nos chama a atenção para que tomemos cuidado de não a interpretarmos mal, ou utilizá-la mal como sendo uma prática pedagógica para exclusão daqueles que, de uma maneira ou de outra, não apresentam de pronto, ou não chegaram a desenvolver as competências.

Isso pois, temos a visão de que, pedagogicamente, as competências são como efeitos adaptativos do homem às suas condições de existência. Dessa forma, sempre estaremos diante de situações problemas a serem vivenciadas e resolvidas, e são nossas adaptações, necessárias à resolução dessas situações, que aqui chamamos de competências.(PERRENOUD, 1999a)

Diante do exposto, devemos nós, antes de nos debruçarmos sobre atividades pedagógicas analisadas sobre a ótica do processo ensino-aprendizagem, reconhecer nossas próprias competências individuais, no intuito de mapear quais são as nossas possibilidades e nossos limites para a boa execução de nosso trabalho como educadores.

Caso encontremos alguns limites, devemos nós mesmos buscar estratégias que proporcionem o desenvolvimento dessas competências que ainda não desenvolvemos. E para aquelas competências que já desenvolvemos, necessitamos de adequação e adaptação ao uso de onde queremos aplicá-las. Com isso chegamos a fazer com que mobilizemos outras

habilidades em nós, habilidades essas ligadas à capacidade de avaliação. (PERRENOUD, 1999a)

Dessa forma, estamos mostrando estratégias facilitadoras do nosso trabalho de professor em sala de aula, assim como fazemos ao buscar cursos, como de aplicação e uso de materiais digitais (BRASIL 2013) que nos complementem e que nos forneçam alicerces para uma excelente formação continuada, onde o objetivo central é o desenvolvimento do educador. Facilitar o bom desempenho das atividades docentes é um dos motivos elencados nesse trabalho para a criação e aplicação da sugestão de metodologia chamada FAD.

É importante ressaltar: no momento em que os professores assumem o ensino por estratégias de desenvolvimento de competências, eles tomam posse das responsabilidades na escolha de práticas sociais. Indo mais a fundo, conseguem modificar suas próprias visões a respeito da cultura e da sociedade, principalmente, ao construir conhecimentos. Aqueles que optam por não trabalhar com essa abordagem poderão continuar trabalhando a partir de seus modelos de professores, de forma segregada e disciplinar. (PERRENOUD, 1999a). Os fatores aqui elencados mostram a importância do protagonismo docente na etapa de construção e aplicação em sala de aula dos descritores, ou objetivos de ensino, etapa constante no tópico 3.2.1.3 do Capítulo 3.

Mas também não devemos nos esquecer de que existem as competências não-escolares, as quais tem seu desenvolvimento ligado às relações sociais que estabelecemos, e por isso a escola e os docentes devem levá-las em consideração para que possamos aproveitá-las de forma a ser um campo fértil para o desenvolvimento de competências escolares. Algo que foi levado em consideração durante a aplicação do FAD em sala.

Nesse ponto chamamos a atenção para Moretto(2014), onde se toma o controle emocional, uma competência não-escolar, como um dos pilares de competência profissional, pelo fato de ele acreditar que quando a mobilização das habilidades para compor o desenvolvimento do controle emocional falha, a competência do sujeito na solução da problemática fica comprometida.

A dificuldade de mobilizar os recursos para desenvolvermos o controle emocional também é visto em Pozo e Crespo, onde relatam que os alunos diante de uma nova estratégia podem não aceitar esta, por considerarem esta inadequada e distante do que habitualmente utilizam, sendo *“consequência das próprias práticas escolares de solução de problemas, exercícios, que tendem a estar mais centradas em tarefas rotineiras ou delimitadas, com escasso significado científico [...] do que em verdadeiros problemas com conteúdo científico”*. (POZO e CRESPO, 2009)

O não mobilizar dos recursos necessários para ter controle emocional de enfrentar o novo, faz com que os alunos não aceitem e resistam a uma nova práxis. Situações como essas devem ser dirimidas, e uma sugestão de como se fazer é mediante intervenção por exposição de como será a didática aplicada e quais seus objetivos.

Isso deve ser feito logo na primeira aula, formulado pelo docente e os alunos no início do período letivo destinado à aplicação do FAD, lembrando aos alunos que as aulas serão momentos propícios para que o docente identifique o que o aluno já sabe, e que se possa ensiná-lo a partir do que o aluno já traz consigo, ou momento para o reensino de lacunas que foram identificadas.

No geral, devem-se enfatizar aos alunos que as aulas serão momentos dessas identificações ou coleta de informações, e de se fazer o necessário para que o processo ensino-aprendizagem se faça.

Uma questão se instaura nesse momento. Mas, como devemos desenvolver competências? Primeiro devemos nos debruçar sobre a relação do educador com os conteúdos de ensino. Isso se faz necessário para que haja compreensão de que o desenvolvimento de competências pessoais não vem primeiro do que a necessidade de se desenvolver em nível de análises e compreensões em torno de um conhecimento. Isso quer dizer que, para que possamos ensinar algo precisamos nos utilizar da organização dos conteúdos a serem trabalhados, assim como devemos impulsionar, com a utilização de diferentes estratégias, a assimilação dos conteúdos pelos alunos de modo potencialmente significativo.

Logo, não conseguiremos o desenvolvimentos de competências sem que haja utilização de conteúdos que as fundamente.

Assim:

[...] as competências elementares evocadas não deixam de ter relação com os programas escolares e com os saberes disciplinares: elas exigem noções e conhecimentos de matemática, geografia, biologia, física, economia, psicologia; supõem um domínio da língua e das operações matemáticas básicas; apelam para uma forma de cultura geral que também se adquire na escola. Mesmo quando a escolaridade não é organizada para desenvolver tais competências, ela permite a apropriação de alguns dos conhecimentos necessários. Uma parte das competências que se desenvolvem fora da escola apela para saberes escolares básicos (a noção de mapa, de moeda, de ângulo, de juro, de jornal, de roteiro etc.) e para as habilidades fundamentais (ler, escrever, contar). Não há, portanto, contradição obrigatória entre os programas escolares e as competências mais simples. (PERRENOUD, 1999a)

A compreensão desse primeiro princípio, acima exposto, nos liberta de críticas ao modelo de aprendizagem a partir de desenvolvimento de competências como as apontadas por Perrenoud sobre a ideia errada de alguns educadores sobre o uso de sua teoria.

Assim diz ele:

Tal caricatura da noção de competência permite a ironia fácil de dizer que não se vai à escola para aprender a fazer um anúncio classificado, escolher um roteiro de férias, diagnosticar uma rubéola, preencher o formulário do imposto de renda, compreender um contrato, redigir uma carta, fazer palavras cruzadas ou calcular um orçamento familiar. Ou então para obter informações por telefone, encontrar o caminho numa cidade, repintar a cozinha, consertar uma bicicleta ou descobrir como utilizar uma moeda estrangeira. (PERRENOUD, 1999a)

A tipos de críticas como essa, Perrenoud responde:

Digamos primeiramente que as competências requeridas na vida cotidiana não são desprezíveis, pois uma parte dos adultos, mesmo entre aqueles que seguiram uma escolaridade básica completa, permanece bem despreparada diante das tecnologias e das regras presentes na vida cotidiana. Dessa forma, sem limitar o papel da escola a aprendizagens tão triviais, pode-se perguntar: de que adianta escolarizar um indivíduo durante 10 a 15 anos de sua vida se ele continua despreparado diante de um contrato de seguro ou de uma bula farmacêutica? (PERRENOUD, 1999a)

É essa mudança de foco, do ensino apenas do conteúdo da bula para o ensino do uso e das situações de uso, ações relacionadas aos conteúdos da bula, que representa o espírito modernista e de vanguarda da proposta de ensino através da construção de estratégias de desenvolvimento de competências, o que se faz presente nas frentes de ações, e suas respectivas etapas, pertencentes ao FAD, principalmente no momento da construção das estratégias de ensino que perpassam pela criação dos descritores.

Alem do que já se mostrou sobre a relevância do protagonismo docente que deve estar presente na construção e aplicação do FAD, Moretto nos traz a seguinte ótica:

A dialética, presente nas relações entre o professor e o aluno, o processo de construção do conhecimento, pode ser sintetizada como um debate entre a linguagem do senso comum, a doxologia e a linguagem científica/escolar, a epistemologia. Por isso, costumamos afirmar que a aula é o reflexo da epistemologia do professor. (MORETTO, 2014)

Ele também nos mostra uma forma de aprofundarmos um pouco a relação entre epistemologia e linguagem: “A construção do conhecimento na visão epistemológica construtivista sociointeracionista tem por base a linguagem e seu apoio metodológico na dialética.” (MORETTO, 2014)

Onde Moretto expressa a dialética como um caminho de sentido reversível que transforma as concepções prévias do aluno, ao que chama de CP, nas concepções escolares, ao que chama de CE, e em sentido contrário leva o que se formou como CE durante o processo ensino-aprendizagem para o nível ou localidade de CP do aluno. Mostrando um círculo de transmutação do CP em CE, e vice-versa. (MORETTO, 2014)

Enfatizando o protagonismo docente na teoria da aprendizagem de Perrenoud, destacamos as competências a serem desenvolvidas pelo docente presente no livro *Dez novas competências para ensinar* (PERRENOUD, 2000), onde se apresenta uma lista de competências necessárias a serem desenvolvidas pelos professores para ensinar com base na Teoria das Competências e que são necessárias para uma satisfatória construção e aplicação do FAD. São elas:

1. organizar e dirigir situações de aprendizagem;
2. administrar a progressão das aprendizagens;
3. conceber e fazer evoluir dispositivos de diferenciação;
4. envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho;
5. trabalhar em equipe;
6. participar da administração escolar;
7. informar e envolver os pais;
8. utilizar novas tecnologias;
9. enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão;
10. administrar a própria formação.

Em posterior análise (PERRENOUD, 2000), vê-se que existe uma décima primeira competência a ser desenvolvida pelo professor e que está ligada ao trabalho docente: o professor deve se portar como um ator coletivo dentro do sistema de ensino, e como direcionador do movimento dos educandos no sentido de profissionalização e da prática reflexiva sobre o seu fazer próprio. Tudo isso deve ser tomado com aplicação direta no relacionamento constante entre os saberes formais e sua utilização em situações concretas, uma constante em nossa proposta.

A teoria das competências vem nos mostrar a necessidade de um olhar diferenciado para criarmos estratégias que relacionem o currículo escolar, saberes formais, e as reais necessidades educacionais, para que dessa forma, deixemos de utilizar o currículo como

aparelho de reprodução de saberes e conhecimentos, e passemos a empregá-lo como instrumentos de reflexão da prática docente.

E chegamos ao avaliar. Para Perrenoud avaliar significa possibilitar a construção de espaços e tempos pedagógicos que forneçam o desenvolvimento de domínios práticos de ação e reflexão tanto aos alunos quanto aos professores e demais atores escolares. (PERRENOUD, 1999a)

Esse embasamento fornecido por essa visão do que significa avaliar segundo a proposta de Perrenoud foi utilizada em nosso trabalho quando da criação de espaços de dialética e de desenvolvimento de domínios durante toda a aplicação do material potencialmente significativo, iniciando-se com os Experimentos Demonstrativos, passando pelo Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios e chegando na aplicabilidade do que fora construído na etapa de Experimentos Investigativos. Isso se mostrará mais detalhadamente no decorrer do Capítulo 3, assim como no modelo de nas explicações presentes na exemplificação da metodologia de criação apresentada no FAD-Hidrostática (Apêndice A).

Em último ponto, não vamos durante este trabalho nos debruçar sobre avaliações e formas avaliativas, deixaremos isso para outro momento. Aqui iremos nos preocupar com a sugestão de uma metodologia de planejamento de aula que: por se preocupar como o que o aluno já sabe; por se preocupar em ensinar de modo potencialmente significativo; por se preocupar em diagnosticar dificuldades prévias ou lacunas, venha a fortificar a inclusão do aluno nas aulas (de ele ter a sensação de que a aula foi planejada pra ele e seu aprendizado, e não apenas para ensino e conclusão de conteúdo), assim como para o fortalecimento da redução do fracasso escolar.

2.1.2 As áreas do conhecimento, as competências e habilidades nos PCN

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, os conceitos chaves são os de competência e habilidade, conceitos muito presentes também em outros textos governamentais, como a Lei 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Sem que haja um profundo estudo sobre as propostas presente nos PCNEM e suas Orientações Complementares (PCNEM+) por parte do docente, ele pode até com muito boa

vontade, isso é relato próprio de anos de minha vivência no meio docente, tentar modificar sua metodologia do ensino baseado na “pedagogia da transmissão” mas dificilmente conseguirá passar para o ensino baseado na “pedagogia da interação”. Continuará focado no conteúdo e em sua conclusão, sem que haja preocupação com a realidade de seu educando, sem se preocupar com a contextualização e aplicabilidade dos conceitos a serem ensinados e sem se preocupar com a interação seja entre ele e seus educandos, seja entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios de seu educando.

Para evitar absurdos didáticos, como existe uma etapa da frente de ação de planejamento do FAD e querendo entender a organização dos conhecimentos debruçamo-nos sobre os textos da LDB e do PCN (PCNEM) e do PCN+(PCNEM+), onde nos é mostrada uma nova maneira para conseguirmos essa organização dos conhecimentos relacionados enfaticamente às finalidades do ensino médio, assim como se apresentam no Art 35 da LDB 9394/96.

Em âmbito educacional, os conceitos de competências e habilidades estão presentes em diversos documentos, onde se destacam, para o ensino de física, os encontrados nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2000) e no PCNEM+, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2007). Neles conseguimos coletar a informação de que a formação necessita ser visualizada enquanto capacitação com o objetivo de adquirir e desenvolver novas competências. Isso faz aparecer um novo tipo de profissional, aquele que necessita estar preparado para interagir com novas tecnologias e linguagens. (BRASIL, 2000)

Nos PCNEM visualizamos que os temas a serem trabalhados em sala podem ser agrupados em três tipos de conteúdos: os conceituais, os procedimentais e os atitudinais, de modo que o ensino venha a ser praticado de modo pleno, completo, a partir da utilização, em equilíbrio de pesos, desses três tipos de conteúdo. (BRASIL, 2000)

Na Parte III dos PCNEM (BRASIL, 2000) e, mais organizadamente proposto, no PCNEM+ (BRASIL, 2007) encontramos um conjunto de competências associadas às Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, onde se vê uma proposta para o Ensino Médio. Elas estão referenciadas ao fato de termos na LDB (BRASIL, 1996) o “... Caráter do Ensino Médio como etapa final da Educação Básica, complementando o aprendizado iniciado no Ensino Fundamental” (BRASIL, 1996).

A modernização do ensino, constante nas propostas dos documentos oficiais PCNEM, PCNEM+ e LDB, está sustentada no enquadramento de toda e qualquer competência dentro de cinco eixos cognitivos, eixos esse tomados como competências mais gerais a serem

desenvolvidas em qualquer das três áreas do conhecimento e que, na visão metodológica deste presente trabalho, possuem um grau hierárquico dentro do desenvolvimento cognitivo. Uma mesma competência pode ser enquadrada em mais de um eixo cognitivo e por isso pode ser desenvolvida a partir de diferentes propostas de desenvolvimento cognitivo. Segundo o PCNEM+ (BRASIL, 2007) os eixos e suas especificidades são:

- I. Domínio das Linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
- II. Compreensão de Fenômenos (CF): construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III. Enfrentamento de Situações-Problema (SP): selecionar, organizar, relacionar interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. Construção de Argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. Elaborar Propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Essa pequena explanação, de como as competências podem se enquadrar dentro da proposta da existência dos cinco eixos cognitivos, será de grande valia na etapa metodológica de construção de descritores que são os objetivos de ensino, os quais são construídos baseando-se no que se quer ensinar, qual a ação enfática de ensino e no que se quer avaliar como desenvolvido em termos de habilidades.

Na seção “O sentido do aprendizado na área”, pertencente ao PCNEM, apresenta-se uma proposta para o Ensino Médio, sem ser profissionalizante, de modo a vir a propiciar um aprendizado útil à vida e ao trabalho, onde as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos “sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade.” (BRASIL, 2007)

Essas recomendações de contextualização se iniciam com um texto introdutório “... que apresenta sinteticamente os objetivos educacionais da área, revelando como estes se realizam em direta associação com os objetivos explícitos das outras duas áreas nas quais se organizam o Ensino Médio.” (BRASIL, 2007)

Em continuação, encontraremos a seção Rumos e Desafios. Nela se tem a discussão do processo ensino-aprendizagem, a metodologia, os enfoques, as estratégias e os procedimentos educacionais para o ensino da área. Um ponto muito relevante a ser levantado, para superar deficiências, carências e equívocos, é que se faz necessário “... a convergência de toda a comunidade escolar em torno de um projeto pedagógico que faça a articulação não só das disciplinas de cada área, mas também de todas as áreas, tendo como objetivo central a realização dos objetivos educacionais da escola, a qualificação e promoção de todos os alunos.” (BRASIL, 2007)

É necessário conhecer sua disciplina e as outras da mesma área na tentativa de se estabelecer vínculos entre elas durante a aula. Uma visão holística sempre ajuda a construir a noção de domínio de cada disciplina numa mesma situação problema, ao tempo que mostra que todas tem suas contribuições nas soluções e entendimentos propostos de uma situação complexa.

Um exemplo disso está na competência para reconhecer o significado de tempo como parâmetro físico, e que deve ser acompanhada da capacidade de articular esse conceito com as quantias de tempos envolvidos nos processos biológicos ou químicos, e até mesmo se contrapor aos conceitos de tempos psicológicos, e ir além, preocupando-se com a importância do tempo no mundo da produção e dos seres vivos. (BRASIL, 2007)

Baseando-se em Mortimer (1999a), diríamos que aqui estamos diante de zonas conceituais diferentes de um mesmo perfil conceitual, o perfil conceitual de tempo. No presente trabalho também temos essa preocupação holística e definida como noção de perfil conceitual.

Pelo PCN – Parte III (BRASIL, 2000), os objetivos educacionais de acordo com a Resolução CNE/98 podem ser agrupados:

- Critério 1: Objetivos compatíveis com valores e atitudes que se quer desenvolver na área, em nosso caso na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.

- Critério 2: São valores e atitudes em comum para as integrantes de uma mesma área.

A esses objetivos educacionais agrupados, dá-se o nome de competências e habilidades, e podemos juntá-las em três categorias:

- As que se direcionam mais especificadamente à investigação e compreensão científica e tecnológica, que estão associadas à área do conhecimentos de Ciências e Tecnologias;
- As que se direcionam à representação e comunicação, que estão associadas à área do conhecimento de Linguagens e Códigos;
- As que estão relacionadas a contextualização sociocultural e histórica da ciência e da tecnologia, que estão associadas a área do conhecimento de Ciências Humanas.

Então todo planejamento de um objeto do conhecimento, assunto ou tópico de unidade temática deve ter suas características trabalhadas a fim de desenvolver competências dentro de cada um desses três categorias. E as competências a serem desenvolvidas em Física estão subagrupadas “em baixo do mesmo guarda-chuvas” das três grandes categorias (BRASIL, 2007) como no Anexo A,

Dentro das propostas do PCNEM+, o ensino de Física foi organizado em seis eixos ou “Temas Estruturadores”, e os objetos do conhecimento, ou assuntos, ou tópicos relacionados a serem lecionados devem estar baseados dentro desses Temas Estruturadores da Física (BRASIL, 2007):

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;

Eles se apresentam como uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, não se tratando “da única releitura e organização dos conteúdos da Física em termos dos objetivos desejados, mas serve, sobretudo, para exemplificar, de forma concreta, as possibilidades e os caminhos para o desenvolvimento das competências e habilidades” (BRASIL, 2007) relacionadas ao ensino de Física.

Não devemos esquecer que cada um desses temas não pode ser entendido como um tema isolado, seu sentido só se torna completo quando existem interseções e relações com outras áreas do conhecimento (BRASIL, 2000), fortalecendo a prática de um ensino holístico, completo.

Cada um desses temas possui três ou quatro “Unidades temáticas” como apresentadas no Anexo B, as quais simultaneamente (BRASIL, 2000):

- “... são elementos importantes para as atividades de planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos...”
- “... podem contribuir para evitar que as limitações de tempo ou outras dificuldades acabem por restringir o âmbito e o sentido, em termos de compreensão de mundo ...”
- “...cuja delimitação e sequência favorecem o objetivo desejado.”

2.1.3 Conhecimentos Prévios e a inclusão do educando

Nosso produto final tem como um de seus objetivos um ensino ancorado em conhecimentos prévios, no preenchimento de lacunas e num zoneamento conceitual de concepções alternativas. No intuito de produzir um material potencialmente significativo e inclusivo, fomos atrás da tentativa de entendimento de: Por que aquilo que cada um já sabe é a ponta para saber mais?

Fizemos isso por meio de pesquisas relacionadas a teoria de desenvolvimento mental de Piaget (MOREIRA, 1999), por meio da teoria de Vygotsky com o desenvolvimento cognitivo e a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel.

Primeiramente, aqui se faz necessário o desfazer de um mal-entendido relacionado ao tema. Ele se mostra no momento em que há a confusão entre conhecimento prévio e os chamados pré-requisitos. Mesmo num uso cotidiano, sinonimicamente, em educação os dois termos não possuem o mesmo significado, pois sendo conhecimento prévio o que se diz respeito aos saberes que os alunos já possuem, diferentemente, pré-requisitos constituem uma lista, muitas vezes arbitrária sem planejamento para cada etapa das aulas programadas, de conteúdos e habilidades sem as quais, teoricamente, não seria possível avançar para o conteúdo seguinte. (SCARPA, 2006)

Há dois problemas com o uso de pré-requisitos. O primeiro é excluir do processo educativo alunos que não dominam determinado tema. O segundo é que, em muitos casos, os pré-requisitos determinados pelo professor são aleatórios e não tem relação

com o processo de aprendizagem. Na alfabetização, por exemplo, pensava-se há até pouco tempo que conhecer todas as letras do alfabeto era um pré-requisito para começar a escrever. Hoje, as pesquisas psicogenéticas mostram que isso não é verdade, já que as letras do nome próprio funcionam com um primeiro referencial para as crianças arriscarem a escrita. (SCARPA, 2006)

Ainda nesse contexto, chamamos a atenção para outro engano recorrente em como as sondagens sobre conhecimentos prévios são realizadas.

Para muitos professores, diagnosticar conhecimentos prévios equivale a conversar com os alunos e ver o que eles sabem sobre o assunto. Essa é raramente a melhor estratégia. Digamos, por exemplo, que o objetivo de um docente de Educação Física é ensinar futebol. Dificilmente ele vai conhecer a condição prévia de cada criança a não ser que as coloque pra jogar. O caminho mais indicado para identificar os saberes dos estudantes é propor situações-problema, desafios que os obriguem a mobilizar o conhecimento que possuem para resolver determinada tarefa. (SCARPA, 2006)

Ao nos debruçarmos sobre a interferência do tópico sondagem de conhecimentos prévios durante nossa revisão bibliográfica, notamos a força conferida a esse tópico e como ele transformou as rotinas em sala de aula. Deixamos como reflexão o seguinte comentário: “De nada adianta coletar informações se elas não servirem como guia para orientar atividades, agrupamentos e intervenções.”(MARQUES, 2006)

No tocante à fundamentação da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2013), onde ele propõe uma explicação teórica para o processo de aprendizagem e aquisição de novos significados, a partir da qual é que podemos desenvolver noções defensáveis de como os fatores decisivos no processo ensino-aprendizagem podem ser manipulados com maior eficácia, vislumbramos o cerne da utilização de conhecimentos prévios, os “subsunçores”.

E em seguida, tomando o pensamento de Moreira (2012a): “o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo)”, no qual, conceitos novos podem ser aprendidos e retidos, na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, servindo como ancoradouro a novas ideias e conceitos.

É que partimos para encontrar a mesma relevância dada aos conhecimentos prévios em outros autores de teorias de aprendizagem.

Encontramos referência à sondagem de conhecimentos prévios por meio de implantação de situação-problema na teoria de desenvolvimento mental de Piaget (MOREIRA, 1999) dentro dos conceitos-chaves de sua teoria.

De acordo com Piaget *apud* Moreira (1999), a aprendizagem se configura quando há acomodação.

A mente, sendo uma estrutura (cognitiva), tende a funcionar em equilíbrio, o que aumenta seu grau de organização interna e de adaptação ao meio. Entretanto, quando este equilíbrio é rompido por experiências não assimiláveis, o organismo (mente) se reestrutura (acomodação), a fim de construir novos esquemas de assimilação e atingir novo equilíbrio. Para Piaget, este processo reequilibrador, que ele chama de equilibração majorante, e o fator preponderante na evolução, no desenvolvimento mental, na aprendizagem (aumento de conhecimento) da criança. (MOREIRA, 1999)

Diante do exposto, e lembrando que a teoria de Piaget não é uma teoria de aprendizagem, e sim uma teoria de desenvolvimento mental, pois não enfatiza o conceito de aprendizagem, mas menciona o termos “aumento de conhecimento”, vislumbramos que o *core* dessa teoria está na assimilação, na acomodação e na equilibração, e que só há possibilidade de haver “assimilação se a criança se sentir incluída, o que é feito por meio das interações de cada sujeito com o meio, as estruturas mentais, condições prévias para o aprendizado” Piaget *apud* Moreira. (MOREIRA, 1999)

Segundo Piaget (MOREIRA, 1999), o que temos é um ciclo realimentador da assimilação. A criança ao interagir mediante situação problema, tendo sido sondada sobre conhecimentos prévios, sente-se incluída, e dá início ao processo de assimilação. Ao construir esquemas mentais de assimilação para abordar a realidade, tem-se a acomodação, o entendimento, a fixação de uma ideia nova sobre um terreno fértil de ideias de base e sendo essas ideias de base uma terra fértil para a acomodação dessas novas ideias, nesse momento temos a acomodação. O sujeito se reequilibra e cognitivamente se desenvolve, tem seu “aumento do conhecimento”.

Nota-se que o mecanismo de aprender se demonstra como a capacidade de se reestruturar mentalmente em busca de novo equilíbrio, o que nos delibera o entendimento de que o ensino tem o dever de ativar tal mecanismo.

Ao se deparar e descobrir específicas características dos objetos, o sujeito por acomodação vem a modificar seus modelos interpretativos e em virtude dessa modificação pode explicar a realidade física de maneira mais rica:

Por conseguinte, o desenvolvimento não pode, então, ser compreendido como o que se dará “mais cedo ou mais tarde”, como às vezes escreve o próprio Piaget. É a concepção piagetiana a que nos permite afirmar que o desenvolvimento não se

produz no vazio, mas sim que se dá a partir de situações problemáticas complexas. Os processos do pensamento necessitam conteúdos onde possam desenvolver-se, aplicar-se, generalizar-se e também modificar-se. Porém, é evidente que sem processos de pensamento adequados as situações não poderiam ser assimiladas. São os estudos piagetianos da causalidade os que permitem perceber claramente que entre as operações do sujeito e a realidade (situações, objetos, conteúdos) atuam os modelos interpretativos do sujeito, por meio dos quais se relacionam os aspectos internos e externos do conhecimento. (PARRAT-DAYAN, 1998)

Em outras palavras, temos o reforço da ideia de que o sujeito constrói modelos mentais interpretativos que lhe permitem apreender a realidade:

Desta maneira, dentro da perspectiva construtivista, o conhecimento implica uma inter-relação ativa e produtiva entre os significados que o sujeito tem e os aspectos da realidade externa que vão permitir a construção de novos significados. Estes significados não constituem a lógica do sujeito e sim modelos interpretativos que o sujeito constrói e que lhe permitem apreender a realidade. As características do modelo interpretativo devem ser buscadas na inter-relação de objetos e ações dos sujeitos... Observe-se, que é graças à ideia de atribuição que o objeto se converte em operador, o que significa que tem um papel ativo. Os objetos podem, ou não, resistir ao tratamento operatório do sujeito. Estas resistências do objeto desempenham um papel importante no processo equilibrador [...]. (PARRAT-DAYAN, 1998)

Isso vem nos demonstrar que a equilibração é, por excelência, o mecanismo piagetiano para descrever a melhora ou o aumento de conhecimento ou, em última análise, o próprio desenvolvimento cognitivo do sujeito. E que só existe equilibração se houver um desequilíbrio acometido pela inquietude do novo, mas sempre de modo inclusivo, por meio do planejamento em cima do que o aluno já sabe.

De um modo peculiar, a teoria de desenvolvimento mental de Piaget, no que se refere ao termo “ aumento de conhecimento” se comporta equivalentemente ao Princípio de Le Chatelier, no tocante ao deslocamento do equilíbrio de uma reação química em equilíbrio dinâmico: “ Quando um fator externo age sobre um sistema em equilíbrio (assimilação), este se modifica no sentido de minimizar a ação do fator externo (acomodação) de modo a atingir um novo estado de equilíbrio (equilibração ou reequilibração).”

No tocante a Vygotsky e a necessidade de se conhecer o que o educando já sabe, chegamos na definição de ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal, que é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. “A Zona de Desenvolvimento Proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário”. (VYGOTSKY, 1988)

Para Vygotsky o desenvolvimento humano compreende dois níveis: o primeiro é o nível de desenvolvimento real, que compreende o conjunto de atividade que a criança consegue resolver sozinha. Esse nível é indicativo de ciclos de desenvolvimento já completos, isto é, refere-se às funções psicológicas que a criança já construiu até determinado momento.

Já o segundo nível de desenvolvimento é o que chama de nível de desenvolvimento potencial: conjunto de atividades que a criança não consegue realizar sozinha mas que, com a ajuda de alguém que lhe dê algumas orientações adequadas (um adulto ou outra criança mais experiente), ela consegue resolver. Para Vygotsky (1988), o nível de desenvolvimento potencial é muito mais indicativo do desenvolvimento da criança que o nível de desenvolvimento real, pois este último refere-se a ciclos de desenvolvimento já completos, é fato passado, enquanto o nível de desenvolvimento potencial indica o desenvolvimento prospectivamente, refere-se ao futuro da criança.

De modo geral, para que ocorra aprendizagem, a interação social deve acontecer dentro da ZDP, a qual é a distancia existente entre aquilo que o sujeito já sabe, seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial.

A interação com situações-problemas levantadas em uma das etapas do FAD, mais precisamente no Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios, está embasada na conceituação da ZDP.

Dessa forma, também encontramos na teoria de Vygotsky elementos da necessidade de o docente saber o que o aluno já sabe, não para tomar como elemento de exclusão do processo educativo, aplicação da confusão entre conhecimentos prévios e pré-requisitos, e sim para que detectemos a criação de uma ZDP por meio de um jogo, onde o jogar assume o papel do processo ensino-aprendizagem. Essa prática de criar a ZDP por meio do jogo, onde o jogo é o processo de ensino aprendizagem, foi um dos modos que Vygotsky se utilizou, nos seus últimos quinze meses de vida, para aplicação do conceito de ZDP em diferentes contextos. (VALSINER, 1993)

Em termos de conhecimentos prévios e dos aspectos adjacentes à utilização deles, e às maneiras de se conseguir sondá-los corretamente, podemos levantar os pontos a seguir da teoria da aprendizagem de Vygotsky (MOREIRA, 2011):

- O desenvolvimento cognitivo do aluno se dá por meio da interação social;
- A interação entre indivíduos possibilita a geração de novas experiências e conhecimento;
- A aprendizagem é uma experiência social;

- Para ocorrer a aprendizagem, a interação social deve acontecer dentro da ZDP;
- O professor deve mediar a aprendizagem utilizando estratégias que levem o aluno a tornar-se independente e estimule o conhecimento potencial, de tal maneira que venha a propiciar a criação de uma nova ZDP a todo momento;
- A orientação do professor deve possibilitar a criação de ambientes de participação, colaboração e constantes desafios, o que se mostra pertinente com a aplicação de situação-problema.

Em análise final sobre a teoria de Vygotsky sobre a óptica da importância dos conhecimentos prévios para a inclusão do aprendiz, assim como a necessidade da construção de um material potencialmente significativo, Moreira vem nos falar de uma aprendizagem significativa e conhecimentos prévios em uma abordagem vygotskyana, na qual a aprendizagem significativa ao envolver aquisição/construção de significados tem em seu curso a transformação de significado lógico dos materiais em significado psicológico para o aprendiz. Isso nos mostra um caminho a ser seguido, e que essa transformação é uma analogia à internalização de instrumentos e signos de Vygotsky, tomando para isso, os materiais de aprendizagem, essencialmente, como instrumentos e signos no contexto de uma matéria de ensino.(MOREIRA, 1997)

Sabe-se que os grandes precursores do construtivismo contemporâneo foram o suíço Jean Piaget e o russo Lev Vigotski, que iniciaram os seus trabalhos na década de vinte do século passado. Mas, apenas nos anos de 1960, com as dificuldades da teoria comportamentalista de Burrhus Skinner em dar conta das especificidades da aprendizagem humana, as ideias construtivistas passaram a ser utilizadas com maior ênfase (POZO, 2002).

Foi também na década de 1960 que David Ausubel (1980, 2003) propôs a sua Teoria da aprendizagem significativa, na qual há ênfase na aprendizagem de significados (conceitos) como o de maior relevância para seres humanos. Nela temos a amplificação de que a aprendizagem acontece de forma receptiva, e é assim que a humanidade tem se utilizado para transmitir as informações de geração em geração.

Para Moreira:

Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-litera) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. (MOREIRA, 1997)

Para Ausubel (2000), “a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”.

Ainda segundo Moreira:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva que dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2012)

Tudo vindo a nos mostrar a importância dos saberes prévios, não qualquer, mas os que sejam relevantes para que o novo possa ser aprendido, os “subsunçores” ou “ideia âncora”.

Desse modo, quando o sujeito reflete sobre um conteúdo novo, esse conteúdo novo ganha significado, isso pois, para que o sujeito reflita ele tem de se sentir incluso no estudo, fazendo parte ativa do estudo e da reflexão. Seja na reconfiguração da estrutura mental já existente ou na elaboração de novas estruturas mentais, o que o aluno já sabe é a ponte para a construção de um novo conhecimento. (AUSUBEL, 1980)

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, contudo, como o processo de aprendizado é interativo, ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes. É de suma importância reinteirar que aprendizagem significativa se caracteriza por interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Não é conveniente “coisificar” o subsunçor, pois ele pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo. (MOREIRA, 2012)

Segundo Moreira, essa modificação de um subsunçor adquirindo novos significados é mostrada na passagem exemplificadora a seguir:

[...] para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas em que há transformação de energia potencial em energia cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio, dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos, ele dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas esse ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados, pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica. (MOREIRA, 2012)

Do mesmo modo poderíamos, por interdisciplinaridade, falar da Energia Livre de Gibbs como uma Lei de Conservação da Energia em nível de Reações Químicas, o que nos dá mais um novo significado de uma mesma “ideia âncora”.

É isso que também queremos com nosso trabalho, nas situações em que se levantam as significações de Conceitos Científicos de Base e de Conceitos Científicos Derivados, os quais se apresentam como consequência da formulação das partições do assunto ou tópico de unidade temática a ser lecionada em “Cores”, como os esquemas que se apresentam na figuras 3.7 e 3.8, e consequentemente das questões pertencentes ao Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios.

É importante ressaltar que os subsunçores são hierarquicamente organizados e inter-relacionados no que se tange à estrutura cognitiva do sujeito, a qual é uma estrutura dinâmica e caracterizada por dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. (MOREIRA, 2012)

Onde a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. (MOREIRA, 2012)

Exemplificando, Moreira no mostra que:

[...]consideremos o conceito de força. Qualquer criança já formou esse conceito antes de chegar na escola, mas com significado do tipo puxão, empurrão, esforço físico, “fazer força”, etc. Na escola, em ciências, aprenderá que existe na natureza uma força que é devida à massa dos corpos – força gravitacional – e que essa força é muito importante para o sistema planetário, que é atrativa, que é regida por uma determinada lei, etc. (MOREIRA, 2012)

Notemos quantos novos significados o mesmo subsunçor força adquiriu em situações que propiciaram uma diferenciação progressiva.

[...] se a aprendizagem for significativa, haverá uma interação entre o subsunçor força e o novo conhecimento força eletromagnética. Nessa interação a força eletromagnética adquirirá significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado, pois significará também uma força que pode ser atrativa ou repulsiva [...]. (MOREIRA, 2012)

Temos de ter cuidado, se progressivamente só diferenciarmos significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de percebermos as diferenças entre eles, não estaremos aprendendo de maneira significativa. Para tanto precisamos da reconciliação integradora, na

qual temos um processo dinâmico, que deve ser simultâneo ao da diferenciação progressiva, e que consiste em eliminar diferenças aparentes. (MOREIRA, 2012)

Ainda segundo Moreira:

Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva [...]. (MOREIRA, 2012)

Sobre as condições para se ter aprendizagem significativa, Ausubel (1980) nos fala expressivamente de duas a serem satisfeitas: “o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo” e “o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender”.

- Na primeira condição, o material deve ter significado lógico, isto é, seja relacionável de maneira não arbitrária (relacionado ao que realmente é importante especificadamente ao que se quer ensinar), e não literal (substantiva, com significado não ao pé letra) a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante, e na segunda, o aprendiz deve ter em sua estrutura cognitiva ideias âncoras com as quais esse material possa ser relacionado.
- Em uma análise dessas condições: só o aluno pode atribuir significado aos materiais que serão trabalhados pelo docente, mas o protagonismo docente se faz no momento em que se criam as possibilidades de termos materiais potencialmente significativos, e o aluno só aprende se quiser, caso venha a se predispor a relacionar, diferenciando e integrando, de modo interativo, os novos conhecimentos aos conhecimentos já pertencentes a sua estrutura cognitiva.

Moreira em sua obra adverte: “Não se trata de motivação, ou de gostar da matéria”. (MOREIRA, 2012). E ainda, mesmo diante de tantas qualidades e metodologia facilitadora apresentada pela teoria da aprendizagem significativa, “ [...] a aprendizagem que mais ocorre na escola é outra: a aprendizagem mecânica, aquela que praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após.” (MOREIRA, 2012)

Se faz necessário algumas complementações para não pairar no ar a ideia de que a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica constituem uma dicotomia. O que não o são , segundo Moreira , existe um caminho contínuo (que leva de uma a outra) entre aprendizagem significativa e mecânica, e que implica esclarecimentos. Sobre esse contínuo, Moreira esclarecer que (MOREIRA 2012) :

- A passagem da aprendizagem mecânica para a significativa não é natural, ou automática;
- A aprendizagem significativa é progressiva;
- A aprendizagem significativa depende da captação de significados (GOWIN, 1981 apud MOREIRA, 2012).

Toda essa fundamentação foi utilizada na construção da frente Metodológica do FAD, quando da importância do que o aluno já trás consigo e de como utilizar esses conhecimentos prévios e no entendimento de que, como veremos mais à frente, poderíamos dividir o conteúdo de aprendizagem em temas internos centrais ("*Cores*"), os chamados conhecimentos científicos de base, nos quais poderíamos alicerçar conhecimentos científicos derivados, assim como a ideia apresentada nas figuras 6 e 7 do capítulo 3.

Um ponto importante a ser mencionado, e que é integrante da etapa de construção metodológica, é que as questões do Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP) primam por produzir situações onde seja possível diferenciação e integração simultâneas tanto no momento de sua confecção, quanto nos momentos de suas resoluções e explicações derivadas, como o que se apresenta no FAD-Hidrostática (Apêndice A) na parte de Orientações aos Professores (exemplificações de como desenvolver Conhecimentos Científicos Derivados a partir dos Conhecimentos Científicos de Base presente em cada uma das questões do TCP). Outro ponto é o papel que elas adquirem de nortear a prática docente na tentativa de inclusão do aluno na aula através da tentativa de entender quais os significados que o aluno já apresenta sobre os temas que estão sendo trabalhados, como também atuam na detecção de possíveis concepções alternativas para que se possa fazer seu devido zoneamento de acordo com a noção de perfil e zona conceitual de Mortimer, assim como veremos no Tópico 2.4.

2.2 Organizadores prévios: o foco é o que o aluno já sabe

A utilização de organizadores prévios é uma metodologia proposta por Ausubel (1980) no intuito de manipular a estrutura cognitiva, sendo essa a estrutura de conhecimento do sujeito com a intenção de facilitar a aprendizagem significativa.

A título de revisão, segundo Ausubel (1980), temos como aprendizagem significativa aquela em que uma nova informação se relaciona com aspecto relevante da estrutura cognitiva do sujeito de maneira substantiva e não arbitrária.

Por Ausubel (1960, *apud* MOREIRA, 1982), organizadores prévios são materiais introdutórios, de um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, que devem ser aplicados antes do próprio material de aprendizagem a ser trabalhado. Devemos tomar cuidado, pois eles não devem ser confundidos com sumários e introduções que são escritos no mesmo nível de abstração e generalidade e inclusividade, nesses, simplesmente se destaca alguns pontos principais e outro são omitidos, produzindo assim perda de informações importantes.

Nessa configuração, destaca-se que os organizadores, devem segundo Moreira:

- 1 - identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 - dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3 - prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos. (MOREIRA, 2008)

Segundo Ausubel (1980): A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber, para que possa aprender com sucesso o novo material. Ele tem por função ancorar ideacionalmente para reter e incorporar de modo estável o material mais detalhado e diferenciado que vem a seguir após a aplicação dos organizadores prévios.

Existem dois tipos de organizadores (AUSUBEL, 1980):

- *Organizador expositivo*, cuja utilização se dá em situações onde o novo material a ser lecionado ter uma relação relativamente não familiar ao aprendiz. Isso para fornecer ideias, conceitos ou proposições (subsunçores) relevantes;

- *Organizador comparativo*, cuja utilização se dá mediante situações de o material a ser aplicado para aprendizagem ser relativamente familiar ao aprendiz. Isso para integrar novas ideias com conceitos similares já existentes na estrutura cognitiva.

A utilização desses organizadores prévios se mostra como sendo uma forma de se apropriar das ações descritas por Ausubel (1980) na definição dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, os quais devem ser tomados como base para uma efetiva e eficiente programação de um conteúdo com finalidade instrucional.

Para termos uma material instrucional de modo a propiciarmos arcabouços para uma aprendizagem significativa, devemos sempre ter em mente que, de acordo com o princípio da diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e inclusivas são apresentadas em primeiro lugar, para depois serem progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades. (MOREIRA, 1982).

Dessa forma podemos propor a seguinte utilização. Partamos sempre de uma situação complexa, que segundo Morin(2006, *apud* MORETTO, 2014) :

- Pode ser um fenômeno da natureza, um fato social, um acontecimento, um problema;
- Pode ser uma situação que contenha uma variedade de relações que precisem ser consideradas para a devida análise e compreensão de um problema;
- Pode ser uma situação que encerre o desafio de lecionar pontos de vistas muitas vezes opostos, e que por isso venha a exigir que o aprendiz faça escolha para a solução do conflito;
- Pode conter soluções ainda não encontradas e que fujam dos paradigmas estabelecidos;
- Pode ser uma situação que venha a exigir do sujeito que aprende um esforço de elaboração que envolve suas concepções prévias, suas habilidades, sua visão de mundo.

Na materialização de nossa proposta enquanto produto, apresentada no Apêndice A (FAD-Hidrostática), optamos por utilizar organizadores prévios do tipo situações que vieram a exigir do aluno um esforço de elaboração que envolve suas concepções prévias, e que

estavam ligados a cada um dos quatro temas internos ou "*Core*" da divisão sofrida pelo conteúdo de aprendizagem como constante na Figura 6.

Uma das possibilidades que os organizadores prévios trazem é a de que, a partir dessas situações propostas que englobem uma visão geral do conteúdo de aprendizagem, que é o todo, venhamos para as especificidades que existem nelas. Isso faria com que partíssemos do todo para as partes. Sempre mostrando que "... as ciências constroem fenômenos extraíndo-os de seu meio complexo e apresentando-os de forma mais simplificada. A Física, com a mecânica newtoniana, nos deu um grande exemplo de simplificação." (MORETTO, 2014)

É o que pode ser feito por exemplo, a título de sugestão, quando da apresentação de um vídeo ou reportagem sobre o que são raios, seus tipos, como eles acontecem e suas consequências como organizador prévio para o estudo de toda eletrostática. Partiríamos de uma situação em que se propõem uma visão geral, um fenômeno complexo, e mostrariamos que cada tópico da eletrostática na verdade é uma parte desse todo. Corroborando com a ideia proposta por Moretto de como as ciências são construídas.

Tomemos cuidado com possível confusão quando se aplica o paradigma da simplificação e que denota um ar de simplicidade.

A seguir veremos a aplicação errada dessa ideia de simplificação segundo Moretto.

A escola, seguindo o paradigma da simplificação nas ciências, separou fenômenos complexos e lhes deu o ar da simplicidade. Cada disciplina encarregou-se de cuidar de uma parte do todo (a Física dos fenômenos, a Química dos químicos, a Biologia das formas de vida etc.), com ilusão de que, uma vez compreendidas as partes, o todo seria compreendido. Mas o todo é muito maior do que a soma das partes, pois ele é composto das partes e das relações entre elas. (MORETTO, 2014)

Analogamente a ideia passada pelo texto de Moretto, logo acima, é como se, em física, considerássemos a conservação da massa, mas não levássemos em consideração, ou vínculos, ou situações vinculantes entre os corpos de um sistema no momento de montarmos as equações dinâmicas de cada corpo.

Sobre a eficiência da aplicação de organizadores prévios, devemos sempre levar em conta que o fator mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (AUSUBEL, 1980), e que a aplicação dos organizadores prévios seja como materiais introdutórios, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, com efeito de ancorar o ideacional e suprir a deficiência de subsunçores até que estes estejam desenvolvidos (MOREIRA, 1982).

A pesquisa em torno dos organizadores prévios tem sua importância constatada nos trabalhos de Ausubel (MOREIRA, 1982), onde em testes aplicados, os resultados dos grupos de alunos que foram submetidos ao teste e que tiveram acesso a organizadores prévios expositivo em formato de texto, em um nível muito mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que o próprio material que seria aplicado no teste posteriormente, esses alunos obtiveram resultados significativamente superiores.

Outras hipóteses de Ausubel e Fitzgerald *apud* Moreira (MOREIRA, 1982) também são descritas como hipóteses de sucesso que mostram a importância da aplicação de organizadores prévios para implementação de uma aprendizagem significativa.

As hipóteses relatadas por Ausubel e Fitzgerald *apud* Moreira (MOREIRA, 1982), testadas e confirmadas a sua eficiência quanto ao maior número de escores alcançados pelos aprendizes que tiveram contato com o organizador, que consistia de uma passagem sobre o budismo, antes do teste, o qual foi realizado com sujeitos que já tinham algum conhecimento sobre o cristianismo, são:

- 1) um organizador comparativo aumentaria a discriminabilidade entre o trecho para a aprendizagem do budismo e aqueles conceitos de cristianismo já estabelecidos na estrutura cognitiva, facilitando a aprendizagem e retenção das novas ideias sobre o budismo;
- 2) a discriminabilidade da passagem sobre o budismo seria uma função da clareza e estabilidade do conhecimento já adquirido pelo aprendiz em cristianismo, e alunos cujos conceitos fossem relativamente instáveis, e não muito claros, beneficiar-se-iam mais com organizadores do que aqueles que já tinham estes conceitos claros e estáveis. (MOREIRA, 1982)

Tudo isso corrobora com a defesa da importância do protagonismo docente em aplicar organizadores prévios para que se possa montar um material potencialmente significativo com o intuito de produzir como resultado uma aprendizagem significativa.

Moreira adverte:

Cabe ainda registrar que é bastante difícil dizer se um determinado material instrucional é ou não organizador prévio, pois depende de fatores tais como a natureza do material de aprendizagem, a idade do aprendiz e seu grau de familiaridade com a tarefa de aprendizagem. Em razão disso, na literatura encontra-se geralmente, descrições dos organizadores utilizados e não exemplos propriamente ditos. (MOREIRA, 1982)

Por isso não estamos propondo uma fórmula mágica, e sim um molde adaptável às necessidades que surjam, molde esse de construção de material potencialmente significativo e

que leve em consideração o core de nossos estudos, o que o aprendiz já sabe e suas características: a idade e o grau de familiaridade do aprendiz com o que se quer ensinar.

2.3 Concepções Alternativas: entender a realidade do aluno e transcender à necessidade de mudança conceitual

O intuito de nos fundamentar para montagem de estratégias que permitam o bom uso das concepções alternativas que os alunos apresentam, e da importância de promover situações em que elas apareçam, é o de orientar os leitores de nosso trabalho de que já existem muitos artigos e estudos sobre concepções alternativas ou *misconceptions*, e que essas pesquisas podem ser acessadas na tentativa de prever situações reais em sala de aula, e assim podermos sugerir, como forma de bom uso, o zoneamento conceitual segundo Mortimer, o que Moreira e Greca (2003) também expressa como sendo uma estratégia eficiente mediante os grandes desafios para um ensino de física com qualidade.

Depois de me deparar com a estratégia proposta por Mortimer no tocante a zoneamento e perfil conceitual, fico muito à vontade em afirmar que é a partir de uma não utilização, pois não houve tentativa de se verificar, das concepções alternativas do aprendiz que se inicia a derrocada do processo de ensino aprendizagem para se construir uma aprendizagem significativa.

Em anos de vivência didática e conversas em reuniões pedagógicas, dá pra chegar a conclusão de que o mecanicismo das aulas, atrelado a fatores culturais, locais e financeiros da instituição de ensino são variáveis negativas de uma realidade dura de nosso educando. Mas nenhuma delas ganha quando comparadas ao poder destruidor do não interesse pelas concepções dos alunos.

O docente, por vezes, inicia a aula tendo a certeza de que o aluno já sabe dos pré-requisitos para a aquela aula e conteúdo, e não se interessa nas vivências do aluno sobre o tema da aula ou assunto, e vai mais além, inicia a aula sem que haja uma apresentação do que será ensinado. Ao não tentar, por qualquer uma das estratégias enfatizadas pelos pensadores até aqui trabalhados, detectar o que o aluno já sabe, o docente não se vê como protagonista da

transformação do aprendiz. Ele simplesmente “ensina”, diríamos, leciona, transmite ou transfere, mas o aluno não aprende, ou não aprende significativamente.

É nessas perspectivas que estamos nos debruçando sobre concepções alternativas no ensino de física, na tentativa de: prever dificuldades no intuito de montar estratégias que venha a construir a superação desses limites sondados; evitar caminhos que levem apenas a um fortalecimento do senso comum; evitar caminhos que tomem o conflito cognitivo e a mudança conceitual, na essência de sua proposta original, como uma estratégia de ensino.

Estamos em busca de um conjunto de variáveis, ações e definições que nos mostrem como melhor utilizar as concepções alternativas para que haja uma transcendência da necessidade de mudança conceitual.

Para fortalecer essa necessidade de estarmos preocupados com as concepções alternativas e de como agir perante elas trazemos os relatos de Nusbaum e Novick (1982, *apud* MORTIMER, 1996b) sobre a crença de que as ideias alternativas dos alunos poderão ser transformadas em ideias científicas, desde que expostos a situações de conflito através da execução de “experimentos cruciais”. Isso era o ápice do entendimento de como essas ideias deveriam ser trabalhadas. Para termos convicção de que o processo estava acontecendo de maneira satisfatória, deveríamos perceber que a superação do conflito, seja pelo abandono das ideias anteriores, seja por sua subsunção às ideias científicas mais poderosas, estava acontecendo. As estratégias de ensino advindas dessa prática reencarnam o empirismo, pois é possível modificar e construir novas ideias a partir da experiência sensorial.

Não muito distante, temporalmente falando, surgem críticas veementes à mudança conceitual e seus “experimentos cruciais”. Em Osborne (1993, *apud* MORTIMER, 1996b), já se vê fortes críticas a esse pensamento e rotina quando se atenta para o fato de que o “Core” dos conceitos da física moderna são representações simbólicas e não experiências sensoriais. Segundo a estratégia de ensino construtivista dá-se “uma ênfase considerável no valor da observação e da experiência direta, isto é, numa perspectiva empirista de aprender ciências, e não enfatizam suficientemente o processo de aquisição de novas estruturas para interpretar a experiência e transcender o pensamento do senso-comum”. Com isso o aluno faz, mas não consegue interpretar ou transcender o seu fazer para situações mais gerais, ficando no mesmo estágio cognitivo de generalização que tinha antes da experiência. A experiência foi mágica, empolgante, mas não estruturante de aumento de conhecimento.

Outro fator que desgasta e desagrega valor à temática do empirismo e de seus “experimentos cruciais” é que se gasta muito tempo com poucos conceitos, falta epistemologia, e em muitos casos, esse processo não resulta na construção de conceitos

científicos, apenas uma reafirmação do pensamento de senso comum. “A prática construtivista em sala de aula contribui para o aumento da consciência do aluno sobre suas concepções, mas não conseguem dar o salto esperado em direção aos conceitos científicos.” (MORTIMER, 1996a).

Outro ponto levantado por Mortimer ao se debruçar sobre o comportamento das abordagens de concepções alternativas e processos de mudança conceitual é a ênfase descritiva das pesquisas em concepções alternativas ou *misconceptions* de estudantes e professores. Segundo Richard A. Duschl, Duschl 1994 *apud* Mortimer, editor da *Science Education*, em editorial chama atenção para o fato existente em um grande número de estudos que o periódico recebe para apreciação. O editor insiste que já é tempo de seguir em frente pois “sem qualquer investigação ou análise que ajude a promover um entendimento tanto das fontes dessas concepções quanto das estratégias envolvidas na sua utilização, a pesquisa é simplesmente descritiva”. (MORTIMER, 1996a)

Outro levantamento encontrado no trabalho de Mortimer (1996a) é que mesmo partindo do pressuposto que as estratégias de ensino que se utilizam de conflito cognitivo no processo de ensino aprendizagem têm uma raiz piagetiana, elas parecem desconhecer duas características importante da teoria do Piaget, onde as lacunas são tão importantes quanto os conflitos e em relação à terceira forma de equilíbrio, muitas dificuldades no processo estão relacionadas à construção da totalidade, a situações que podem ser generalizadas. Para Mortimer “Uma estratégia de ensino deveria lidar com essa terceira forma de equilíbrio e auxiliar os estudantes a superarem suas dificuldades em generalizar.” Ponto crucial em nossa proposta de trabalho quando na etapa de Experimentos Investigativos ou Teste de Estudo Dirigido constante no sub-tópico 3.2.2.3 do Capítulo 3.

Um outro problema aludido por Mortimer (1996a) com o tipo de estratégia de ensino por conflitos cognitivos é a dificuldade que os alunos enfrentam em reconhecer e vivenciar conflitos. Em Lakatos (1970, *apud* MORTIMER, 1996a), nas situações de conflitos os alunos tendem a desenvolver “cinturões protetores” em torno do *core* de suas ideias em vez de tentar solucionar os conflitos. Tantas dificuldades em lidar com a explicitação das ideias prévias dos estudantes, e para fugir da armadilha que a explicitação dessas ideias prévias parece significar, autores optam então por gerar modelos alternativos para o ensino de ciências.

Mortimer adverte que é nesse contexto que se enquadra um dos modelos bastante discutidos, é o ensino por analogias, no qual os alunos não precisam ficar consciente do conflito ou do processo de ensino, e do ponto de vista do aluno, não há conceito errado, pois eles são informados apenas sobre a similaridades das tarefas. “O aluno é intuitivamente

levado a entender as situações análoga, mas também não ocorre nenhuma aprendizagem. (MORTIMER, 1996a)

Vislumbra-se com esse apanhado de que a problemática se apresenta em estratégias de ensino que fazem mau uso, ou não uso das concepções alternativas.

Como alternativa para a construção de estratégias de ensino e de análise de evolução conceitual Mortimer (1996a) propõe a noção de perfil conceitual adaptando-se a proposta de perfil epistemológico de Bachelard. Aqui se fala em perfil conceitual no lugar de perfil epistemológico, “...com o propósito de introduzir algumas características ao perfil que não estão presentes na visão filosófica de Bachelard, já que minha intenção é construir um modelo para descrever a evolução das ideias.”

O uso pelo estudante, de concepções prévias em problemas novos e potencialmente perturbadores poderia indicar falta de consciência de seu próprio perfil. O aluno teria adquirido o conceito newtoniano de movimento, mas não teria se conscientizado da relação entre este e o seu conceito anterior de que “movimento requer força”, não sabendo portanto, em que contexto é mais apropriado em pregar um ou outro. Numa situação nova ele usaria o contexto pré-newtoniano de que “movimento requer força”, apesar de já ter usado o conceito newtoniano com sucesso em situações familiares, justamente porque ele não teria tomado consciência de que esses dois conceitos pertencem a uma mesmo perfil, mas que os domínios a que se aplicam são diferentes. (MORTIMER, 1996a)

Essa passagem nos mostra exemplificadamente uma aplicação do conceito de perfil conceitual, no qual existem elementos para entender a permanência de ideias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas.

Por meio dessa exemplificação podemos concluir que o perfil conceitual é um sistema supra individual de formas de pensamento, onde cada indivíduo pode ter o seu. Mesmo que cada indivíduo possa possuir um perfil diferente, “as categorias pelas quais ele é traçado – pelo menos no contexto da educação científica – são as mesmas para cada conceito”. Portanto, essa noção de perfil conceitual é dependente do contexto por ser fortemente influenciado pelas experiências distintas de cada indivíduo. (MORTIMER, 1996a)

Expandindo um pouco mais nosso horizonte sobre as especificidades ligadas ao conceito de perfil conceitual, temos.

As categorias que caracterizam o perfil são fortemente ligados ao contexto escolar na qual podem ser aplicadas e às perguntas que foram usadas para se ter acesso às ideias dos estudantes.”

[...]

A construção do conhecimento na escola e o seu uso adequado depende do conteúdo, dos contextos em que foi empregada, dos processos usados na sua construção e dos propósitos de quem usa. A tentativa de descrever a evolução das

ideias dos estudantes como uma mudança de perfil conceitual é, portanto uma maneira de descrever um conjunto específico de ideias num espaço social bem determinado – a sala de aula de ciências – usando questões apropriadas para o processo de ensino e para se ter acesso às ideias dos estudantes nesse contexto escolar. Nesse sentido, as categorias que determinam as diferentes zonas do perfil são fortemente influenciadas pelo contexto particular – ensino-aprendizagem de ciências na escola – com que estamos trabalhando. (MORTIMER, 1996a)

Dessa forma, “a noção de perfil conceitual vem a nos fornecer elementos para entender a permanência das ideias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas.” Assim, ao fornecermos possibilidades de contextualização dessas ideias conceituais como parte integrante de um conjunto de ideias disponíveis no cotidiano do aluno, criamos situações para reinterpretar os resultados disponíveis na literatura. (MORTIMER, 1996a)

O aluno sempre recorre ao que lhe é mais familiar, aquilo que ele utiliza com mais segurança. Muitas vezes, nós docentes, não conseguimos identificar isso pois os educandos tem medo de errar. Para eles é mais prático, devido a cultura predominante, deixar de fazer do que cometer um erro.

Em finalização Mortimer sugere que:

Uma fase fundamental no planejamento do ensino, de acordo com essa noção, é a determinação das categorias que constituem as diferentes zonas do perfil do conceito a ser ensinado, bem como a identificação dos obstáculos ontológicos e epistemológicos para a construção de conceitos mais avançados, presentes nas concepções mais elementares do perfil. Há uma fonte bastante ampla de informações, na literatura, sobre conceitos alternativos, que pode ser usada como indicadores para as características do perfil nos seus mais elementares mas, também, para outros mais avançados. (MORTIMER, 1996a)

Para Moreira e Greca (2003) em sua análise crítica do tema mudança conceitual ao longo de um período de 20 anos, partindo de uma revisão parcial da literatura e do referencial da teoria da aprendizagem significativa, destaca-se a necessidade de atribuir significados ao conceitos de mudança conceitual que não suponham a ideia de substituição de concepções na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, e se propõem significados na linha de aprendizagem significativa, de discriminação de significados, de desenvolvimento / enriquecimento conceitual, de evolução conceitual.

Podemos até dizer que o poder das concepções alternativas é muito grande, a tal ponto que elas não são substituídas, e sim, o aluno aprende os novos conceitos sem deixar de lançar mão do que ele já sabe. Dessa forma a acomodação acontece não com a substituição do que é enfaticamente aceito, e os novos conceitos são aplicados na visão científica e as concepções

alternativas são aplicadas na vivência cotidiana, não sendo substituíveis ou descartáveis, assim como se é verificado na definição de perfil conceitual de Mortimer.

Não há mudança conceitual, e sim uma noção mais adequada de qual zona do perfil conceitual o conhecimento alternativo e intrínseco se encaixa e é empregado, diferenciando-se da zona do mesmo perfil conceitual, onde o conhecimento cientificamente aceito é aplicado ou empregado.

Segundo Moreira e Greca (2003) é ilusória a possibilidade de pensar que um conflito cognitivo e/ou uma nova concepção plausível, inteligível e frutífera conduzirá a uma substituição de uma concepção alternativa significativa. Essas concepções alternativas são resistentes à mudança, pois são forjadas e impregnadas de resultados de aprendizagem significativa, cotidiana e realista.

Não mudamos as concepções alternativas de nossos alunos, e sim mostremos que elas são validas no cotidiano, pois surgiram de vivências exitosas, e que as concepções cientificamente aceitas são utilizações teóricas dentro de uma região de atitudes e justificativas racionais. (MOREIRA e GRECA, 2003)

Não critique seu aluno quando ele confundir o produto pela propriedade, como no caso da confusão constante entre resistor e resistência. Está entranhada em nossas atitudes cotidianas ir a uma loja de departamentos com produtos elétricos e informar ao vendedor que estamos precisando da resistência do chuveiro elétrico de marca tal, já que ela queimou! E sem sombra de dúvidas se chegarmos pedindo por um resistor, uma grande maioria de vendedores de lojas de material elétrico lhe indicará uma rua no centro da cidade onde se vendem “peças de eletrônica”. Isso pois, é senso comum que a peça do chuveiro elétrico queimada, e assim deixa-se de aquecer a água é a resistência, e que resistor é coisa de eletrônica.

O que deve ser feito é o zoneamento conceitual. Dizer que o aluno está errado realisticamente quando confunde resistência com resistor é equivalente a dizer que a água da cachoeira sobe a serra em vez de descer.

Faça o zoneamento, diga-lhe que no cotidiano, sobre uma perspectiva realista, ele pode continuar a pedir uma resistência de um chuveiro elétrico, mas que em termos de racionalismo, em termos de conceitos científicos temos o resistor como o produto e a resistência como a propriedade do corpo, já que envolve uma relação com uma determinada quantidade de matéria distribuída por específico comprimento e área transversal reta!

Saber o que o aluno já sabe nos ajuda como docentes a ajudar nosso aluno a entender em que situações suas concepções alternativas são válidas, e nos ajuda a atuar como protagonistas na ancoragem dos conhecimentos novos em situações concretas cientificamente plausíveis sem ter rejeição ou preconceito das concepções alternativas dos alunos.

Isso vem a nos mostrar que quando as estratégias de mudança conceitual são consideradas bem sucedidas, o que se consegue é adicionar novos significados às concepções já existentes, sem apagar ou substituir os significados que no aluno já possuía. De modo geral, as concepções tornam-se mais ricas em termos de significados que foram adicionados a ela, o que provoca evolução dessas concepções para o modelo cientificamente aceito, ou em termos de empregabilidade científica, sem que há já perda de sua identidade. (MOREIRA e GRECA, 2003)

Se pegarmos a assimilação de uma nova ideia, ou novo significado segundo Ausubel, veremos que o final do processo de assimilação é o estágio subsunçor modificado, e essa modificação se faz perceber na interpretação de que ao final do processo ele tem significado resultantes da adição, e na substituição, dos resíduos de seus significados originais e dos significados adicionais que foram assimilados. (AUSUBEL, 2003)

Moreira destaca que

[...] a mudança conceitual no sentido de substituir significados não existe. A aprendizagem significativa não é apagável, significados internalizados significativamente (isto é, incorporados à estrutura cognitiva de modo não arbitrário e não literal) ficam para sempre na estrutura cognitiva do aprendiz, como possíveis significados de um subsunçor mais elaborado, rico, diferenciado. É como se cada indivíduo tivesse sua história cognitiva pessoal e não-apagável. (MOREIRA e GRECA, 2003)

Então devemos tomar a mudança conceitual, do ponto de vista de aprendizagem significativa, como um desenvolvimento e enriquecimento de um conhecimento ou concepção já com significados, o que levaria a uma evolução conceitual e não a uma substituição.

Uma das características desse trabalho está baseado nos dizeres de David Schuster (1993, *apud* MOREIRA e GRECA, 2003), onde se propõe uma estratégia institucional para enriquecer a compreensão conceitual “considerando as situações holisticamente e pondo em jogo os múltiplos conceitos e terminologias relacionadas, assim como, os modos de raciocínio envolvidos, inclusive as noções de uso cotidiano do aprendiz, acompanhados de discriminação conceitual consciente.”

Com isso Moreira e Greca (2003) nos mostra que “... nossas estruturas cognitivas podem ser interpretadas como estruturas de concepções, cada uma delas cheias de

significados, aceitos ou não em um certo contexto, no contexto científico.” O que vem a corroborar com a ideia de perfil conceitual proposta por Mortimer (1996a), no qual as pessoas utilizam distintos modos de pensar em diferentes e respectivos domínios ou zonas desse perfil conceitual.

Aqui o ensino deve permitir ao estudante se tornar consciente, a partir da intervenção didática, das concepções alternativas e científicas nas diferentes zonas do perfil conceitual, sem que haja necessidade de substituir a inicial pela científica.

Além de se concretizar esse enriquecimento, existe associado à proposta desse trabalho fornecer uma estratégia de ensino didaticamente planejada, sem que haja surpresas para o aluno, focada no ensino das ações para implementação de habilidades por meio de situação problema concreta com objetivo de desenvolver competências e de fornecer as ideias e conceitos, cientificamente zoneados, nos tópicos dos assuntos e conteúdos, a serem desenvolvidos em sala, durante uma estratégia de ensino potencialmente significativo.

2.4 UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

No intuito de trabalharmos de forma significativa para a produção de um material potencialmente significativo, nos debruçamos sobre o trabalho de Moreira (MOREIRA, 2012b), o qual vem nos mostrar uma proposta para a construção de uma sequência didática seguindo a premissa de que “o ensino é o meio e a aprendizagem é o final”, a qual está fundamentada particularmente na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e que é chamada de “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS” .

Segundo Moreira, é na escola que alguns absurdos didáticos são cometidos, “... os professores apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente devem saber. Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas na avaliações e esquecidas logo após.” Isso ocorre pois se ensina baseando-se na forma clássica de ensino e aprendizagem, a qual é enfaticamente ancorada “ na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno.” E nos relembra de que isso é um fato “ aceito por alunos, professores, pais e sociedade em geral, pois para eles “o modelo” é o modelo da narrativa e “a aprendizagem” é a aprendizagem mecânica. (MOREIRA, 2012b)

No intuito de evitar tais absurdos, Moreira propõe a construção de uma UEPS, de modo que para ser uma UEPS, devemos seguir os seguintes princípios descritos por Moreira (MOREIRA, 2012b) como os princípios para a construção de uma UEPS:

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa, Ausubel *apud* Moreira;
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa, Novak *apud* Moreira;
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento Ausubel; Gowin *apud* Moreira;
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos, Vergnaud *apud* Moreira; Elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, Vergnaud *apud* Moreira;
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação, Johnson-Laird *apud* Moreira;
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino, Ausubel *apud* Moreira;
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno, Vergnaud; Gowin *apud* Moreira;
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados, Vygotsky; Gowin *apud* Moreira;
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino, Gowin *apud* Moreira;
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

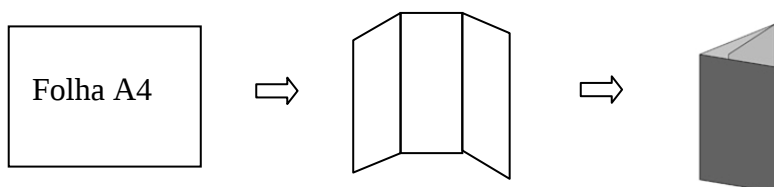
Nosso trabalho não é uma proposta de construção de uma UEPS, mas tem seu embasamento em tópicos pertencentes aos princípios contidos na construção de uma UEPS. O que será amplamente verificado na proposta de construção apresentada nos tópicos de todo capítulo 3.

3 METODOLOGIA DA CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO

3.1 O que é o Folheto de Aplicação Didática - FAD .

O FAD é, em si, o que de fato será aplicado como material potencialmente significativo, e recebeu esse nome de FAD – Folheto de Aplicação Didática, pois a ideia é de que todas as etapas de sua estrutura metodológica fossem distribuídas e organizadas na forma de se produzir um folheto dobrável contendo 3 colunas, em ambas as partes interna e externa, dobradura estilo charuto (duas Dobras), em termos técnicos.

Figura 2 – Representação da Forma e das dobraduras que compõem a estrutura de folheto.



Fonte: O Autor (2017).

A seguir imagem apenas ilustrativa da parte interna do FAD-Hisrostátia (Apêndice A) que será tomado como exemplo final da aplicação da Metodologia de Construção de um FAD. Material potencialmente significativo aplicado em turmas de 1º ano do Ensino Médio do Colégio Militar do Recife – CMR em outubro 2016.

Figura 3 – Imagem ilustrativa da parte interna do FAD-Hidroestática



FAD-HIDROSTÁTICA

Colégio Militar do Recife – CMR
1º ano do Ensino Médio – Física
Prof. Luiz Neto

EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS

Prática 01: Furos e jatos de água: Garrafa Furada: Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia d'água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água conforme ilustrado na figura.

Figura 1: Garrafa pet completamente cheia de água com 3 orifícios localizados, em relação a base, 70% da altura, 50% da altura e a 30% da altura.



Fonte: Querido 53 – ENEM, disponível em <<http://educacao.globo.com/prova/enem/2013/questoes/7.html>>, acessado em agosto 2016

A) Em qual orifício a água jorra com mais velocidade e por que isso ocorre?
B) Pode-se verificar que quanto maior a profundidade ou altura de líquido, o filete de água atinge uma maior distância?
C) A pressão é maior dependendo da profundidade do orifício considerado?

Prática 02: TOMANDO LÍQUIDO COM DOIS CANUDOS.
Procedimentos: I. Coloque dois canudos dentro de uma garrafa e tome o líquido. "Funciona", ou não? II. Agora, mantenha os dois canudos na boca, mas com a outra extremidade de um deles dentro do líquido e a do outro, fora da garrafa, como na figura. E agora, você consegue tomar?

Figura 2: Imagem do II procedimento, com um canudo dentro e o outro fora do líquido a ser ingerido.



Fonte: Tomando água com dois canudos. Disponível em <<http://www.sbifisica.org.br/ine/Vol8/Num1/A08n01a12.pdf>> Acessado em agosto de 2016

Prática 03: Brincando com seringas
Materiais utilizados: 2 seringas de diâmetros diferentes (uma de 10 ml e outra de 20 ml); tubo de soro (± 25 cm), que fará conexão entre as duas seringas e água.

Figura 3: Conjunto de duas seringas a da esquerda de 20ml e a da direita de 10ml conectadas por tubo de soro e preenchidas com água.



Fonte: o autor

Montagem e procedimentos: 1- Retire os êmbolos das seringas; 2- Junte as seringas às extremidades do tubo; 3- Deixe a seringa de 10 ml em um nível mais elevado do que a de 20 ml, e preencha a de 20 ml por completo com água, isso para fazer a de 20 ml ficar completamente cheia; 4- Insira o êmbolo na seringa de 20ml, e permanecendo com a de 10 ml elevada, empurre o êmbolo da de 20 ml para fazer com que a seringa de 10ml fique completamente preenchida até a marca de 10ml. Tudo isso pra evitar entrada de ar; 5- Seguidamente, pressione o êmbolo da seringa maior até deslocar o êmbolo da seringa menor.

Questões a serem debatidas:
A) Cite outros mecanismos que se utilizam do Princípio de Pascal para o funcionamento.
B) Verifique qual dos êmbolos é mais difícil de mover e explique o porquê?

Prática 04: Flutuando em água.
Materiais utilizados: copo cilíndrico, ovo ao natural, água, sal e pincel marcador.
Montagem e procedimentos:
1 – Coloque água na temperatura ambiente num copo até que se tenha uma altura de água superior a altura do ovo e não deixando chegar próximo a borda;
2 – Coloque o ovo na água no interior do copo, e espere ele flutuar;
3 – Repare o a quantia de volume abaixo do nível da água e marque com um pincel a linha de flutuação;
4 – Retire o ovo do copo, adicione toda quantidade de sal disponível e misture bem para dissolver o sal na água deixando a mistura homogênea;
5- Recoloque o ovo no copo, agora com água com sal, e novamente marque a linha de flutuação.

Questões a serem debatidas:
A) Por que o ovo flutua?
B) O que acontece com o nível de volume do ovo submerso depois da flutuação na água com sal em relação à flutuação em água? Por quê?

QUESTIONÁRIO ou TESTE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS - TCP

QUESTÃO 1. Segure um lápis apoiando o polegar na parte de trás e o mínimo na ponta, apertando suavemente. Em qual dedo sentimos mais dor? Por quê?

QUESTÃO 2. Quadrado tem área? Como se calcula a área de um quadrado?

QUESTÃO 3. Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo ilustrado na figura 4. Como você explicaria o desequilíbrio da balança?

Figura 4: balança com um litro de água e um litro de óleo em cada braço



Fonte: blog, disponível em <<http://blog.educacaoadventista.org.br/professoraluciana/index.php?op=pos-t&idpost=39>>, acessado em agosto 2016.

Fonte: O Autor (2017).

Ele o que é entregue aos alunos logo no início do conjunto de aulas que estavam destinadas, dentro do planejamento pedagógico, para a execução das estratégias didáticas associadas ao conteúdo de aprendizagem com o qual se está trabalhando no FAD. Isso proporciona um planejamento em nível de plano de aula com o objetivo de se trabalhar adequadamente, já prevendo dificuldades e suas sugestões de solução, já que todos os pontos relevantes de possíveis dificuldades a serem enfrentadas, assim como as possíveis dificuldades associadas a concepções alternativas poderão ser mais rapidamente dirimidas, evitando a sensação de não inclusão por parte do educando, vindo a propiciar momentos sociointeracionista entre os integrantes da turma.

O FAD deve ser entregue aos alunos no início do conjunto de tempos de aula previsto no planejamento pedagógico e ao termino de sua utilização, todos os pontos importantes do conteúdo de aprendizagem, assim como as possíveis dificuldades devem ter chegado ao fim, e os descritores e suas ações constituidoras devem ter sido trabalhadas na forma de um ensino baseado em situações-problema.

O FAD foi a maneira encontrada para que possamos sugerir uma metodologia que trabalhe diretamente com a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, dentro de

sua proposta de aplicação a partir do que chamamos de Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios.

A metodologia de confecção do FAD propriamente dito, consiste nas especificidade presentes nos processos de construção e aplicação do que foi construído em suas 3 etapas:

- Confecção de Experimento(s) Demonstrativo(s) (ED);
- Confecção do Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP);
- Confecção de Experimento(s) Investigativo(s) ou Teste de Estudo Dirigido (TED).

O FAD foi proposto para combater:

- Aulas estilo treino para testes, nesse tipo de ensino só se ensina respostas corretas sem que haja questionamentos (MOREIRA, 2012b);
- O ensino que é centrado no docente, não no aluno. (MOREIRA, 2012b);
- O ensino bancário, no qual se anula o poder criador dos educandos, e/ou minimiza-os para que seja estimulada sua ingenuidade e não sua criticidade. (FREIRE, 1988);
- A apropriação e ocupação de tempo com conceitos fora da realidade do mundo em termos de aplicabilidade e empregabilidade;
- O ensino desconectado de saberes prévios e desconectado do mundo real do aluno, onde o professor “ensina” e o educando não aprende, não dá significado ao novo;
- A não utilização de situações concretas e/ou cotidianas e que façam sentido para o educando.
- O ensino pressupondo que o aluno, naquela série em que ele se encontra, já sabe, não deixando espaço para interação: o professor cópia no quadro, faz sua narrativa, e o aluno não o questiona, copia tudo, escuta tudo, e não aprende.

Esses combates são necessário, pois, segundo Moreira e Greca (2003):

A Física na Educação Básica está em crise; além de falta e/ou despreparo de professores, das más condições de trabalho, do reduzido número de aulas e da progressiva perda da identidade no currículo, o ensino de Física na educação contemporânea estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados.

É no FAD que encontramos situações-problema concretas para a construção das ações de ensino pertencentes ao verbo integrante dos descritores que queremos construir. Onde

descritores são ações, atitudes ou objetivos de ensino, são a nova forma de ver o ensino não pela “pedagogia da transferência” e sim pela “pedagogia da interação”.

A culminância da aplicação da metodologia proposta no FAD se dá na etapa de aplicação do(s) Experimento(s) Investigativo(s) ou Teste de Estudo Dirigido (TED). Nela se propõem situações-problema concretas e complexas onde o aluno encontra espaço para sua capacidade de mobilizar suas habilidades construídas para serem utilizadas, cada uma de acordo com suas especificidades, dentro da análise e solução dessas situações-problemas.

A proposta da criação do FAD se baseou nas seguintes ideias e ideais:

- Montagem de um material potencialmente significativo;
- Montagem de uma sugestão de modelo de sequência de aplicação didática moldável à realidade do aluno e da sua localidade para planejamento das aulas relacionadas a um conteúdo de aprendizagem ou a tópicos de uma Unidade Temática
- Unir um conjunto de propostas que, ao final de sua aplicação, os conteúdos de aprendizagem tivessem sido trabalhados de modo potencialmente significativo, e os objetivos de ensino, os descritores, tivessem sido construídos durante as atividades pertencentes ao processo de execução didática das etapas do FAD, culminando em um processo que pode ser tomado como avaliativo, onde se venha a oferecer situações problemas concretas em que as habilidades construídas, aplicadas paulatinamente a medida em que eram apresentadas, pudessem ser simultaneamente mobilizadas em uma situação na análise e solução de situação-problema complexa.
- Criação de uma sequência de aplicabilidade dos conteúdos de aprendizagem, embasada pela sondagem de conhecimentos prévios, reconhecimento de possíveis concepções alternativas relacionados aos conteúdos de aprendizagem, levantamento de lacunas por meio de utilização de situação-problema concreta. O que por sua vez geraria indicadores de possíveis direcionamentos para as devidas intervenções no intuito de preparar o educando para, através da aplicação de situação-problema complexa, as habilidades construídas pudessem ser aplicadas, enfaticamente as habilidades relacionadas às competências enquadradas em eixos cognitivos de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Proposta (EP);
- Criação de sugestão de modelo para capacitação docente no tocante a entender que um planejamento faz toda a diferença, e que é possível planejar dentro de

ações relevantes para a melhoria das práticas associadas ao ensino de física, e não só das teorias e práticas existentes na Física.

No intuito de desenvolvermos uma alternativa viável ao ensino de física, sempre tendo como foco “o que o alunos já sabe” propomos a construção de uma metodologia para o ensino de física por meio de estratégias de desenvolvimentos de competências e habilidades utilizando material potencialmente significativo, por nós intitulado Folheto de Aplicação Didática (FAD), que:

- Está arraigado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel [Moreira 1999], na teoria da aprendizagem significativa crítica de Moreira, em sua proposta para a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa(UEPS) (MOREIRA 2003, 2012b), e na teoria do desenvolvimento de competências de Perrenoud (PERRENOUD 1999-a, 2000);
- Vislumbrou em todas essas teorias de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, no mínimo, um fator em comum para o assertivo desenvolvimento cognitivo do educando, fator esse apresentado como o protagonismo docente;
- Vem a se mostrar como uma proposta de modelo de planejamento didático para a construção de um material potencialmente significativo e que nos forneça estratégias de desenvolvimento de competências.

Os caminhos que nos levaram a criar o FAD, como iremos apresentar, foi um misto de muita pesquisa e fundamentação teórica sobre:

- a redução do fracasso escolar (aqui trabalhamos com o entendimento do termo “fracasso escolar” como sendo o não querer participar das aulas e escolher ficar as margens da proposta de ensino, assim como o não conseguir satisfatório da construção das habilidades propostas na tabela de descritores), temática presente na Teoria de Competências de Perrenoud (PERRENOUD, 1999a);
- como melhor se aumentar o conhecimento por meio de aplicação da noção de perfil conceitual e seu zoneamento, segundo a proposta de Mortimer (MORTIMER, 1996b);
- como se procede ao desenvolvimento humano cognitivo segundo Vygotsky e sua ZDP-Zona de Desenvolvimento Proximal (VYGOTSKY, 1988);

- como instigar o desenvolvimento mental de Piaget apud Moreira (MOREIRA,1999);
- a utilização da didática do planejamento moldável de Moretto (MORETTO, 2014).

As necessidades oriundas de nossa práxis que levaram à necessidade de criamos o FAD foram:

- Identificação de conceitos prévios e sua valorização, o que por sua vez proporciona maior participação e inclusão dos alunos durante as aulas;
- Estratégias para um ensinar voltado para o desenvolvimento de competências e construção de habilidades;
- Identificar possíveis dificuldades e atenuá-las;
- Saber utilizar as concepções alternativas para superar limites e evitar a mudança conceitual e seus “experimentos cruciais”;
- Zonear as concepções alternativas que venha a aparecer dentro do que foi proposto por Mortimer (MORTIMER, 1996b);
- Melhorar a interação com a sala de aula;
- Redução do desgaste do docente em tentar ensinar tendo “a certeza” de que ele já sabe do que o aluno já sabe, sem que encontre estratégias para coletar o olhar do aluno sobre o tema ou conteúdo a ser trabalhado.
- Sondagem de pontos com maior dificuldades relacionadas a conceitos prévios, para assim propor intervenções no momento de sala que propiciem uma aprendizagem com significado e não mecânica;
- Tratar o ensino não só como o ensino do conteúdo, e sim ensinar a aprender, a ser, a construir, a fazer através da aplicação de situações problemas ou situações concretas que proporcionem o desenvolvimento crítico do educando;
- Redução do fracasso escolar, e com isso mais inclusão, menos evasão e “desistência presente” nas aulas, a que acontece quando o aluno está em sala mas não sente que o que está sendo trabalhado pode ser primeiramente entendido, secundamente exercitado e por fim se tomar de significado;

De um modo geral, para cada dificuldade encontrada durante a aplicação do FAD, dificuldade essas que podem se apresentar em qualquer etapa da aplicação de situações

problemas, devemos ter uma estratégia de reensino e/ou superação dessa dificuldade. Para isso devemos tomar o ensinar como sendo nossa função de dever, e com isso superar dificuldades, ultrapassar barreiras, tudo para auxiliar o educando no processo de ensino-aprendizagem, tudo corroborando para que tenhamos a verdadeira importância na ação do protagonismo docente.

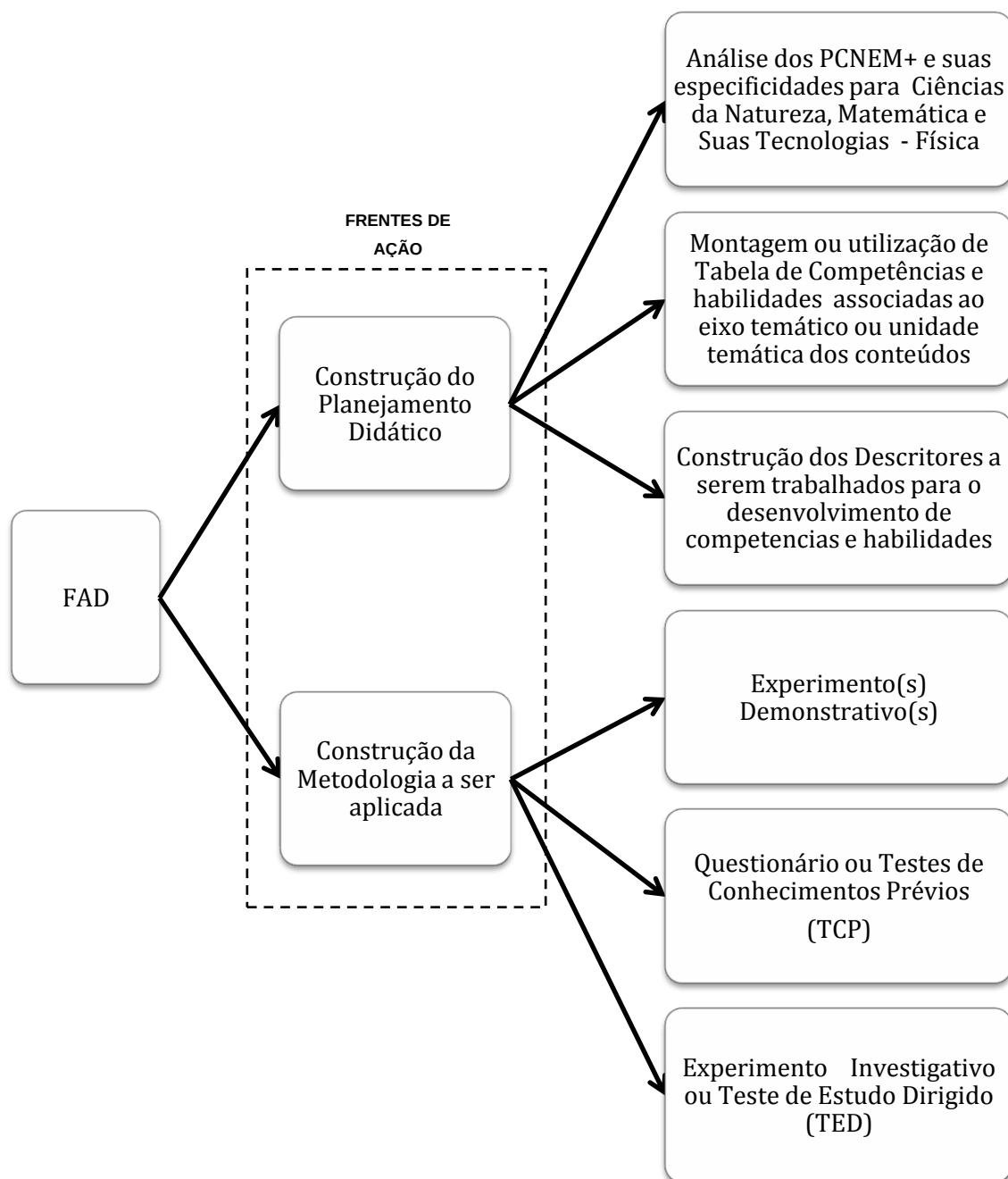
Podemos dizer que o FAD foi pensado como uma estratégia que viesse a incluir o educando na aula, que o fizesse perceber que ele é parte dela, sempre o lembrando que é ele, o educando, quem está no comando de seu desenvolvimento cognitivo, interpessoal, atitudinal e emocional. Para isso se faz presente a importância do protagonismo docente, no tocante ao ensino baseado na visão que o aluno já apresenta, baseado no que ele já sabe, propondo situações problemas, concretas e organizadores prévios, tudo que venham a colaborar na solução de situações complexas, solução essa que passa pela reunião das habilidades construídas durante a aplicação do FAD.

Portanto, o FAD é uma sequência de sondagem de conhecimentos prévios a partir de situações concretas adequadas a localidade e regionalidade vivencial do educando, como o intuito de promover o ensino do novo de modo mais inclusivo, e chamando a responsabilidade do professor como agente do protagonismo dessa ação tão valorosa apresentada no Capítulo 4 nos resultados da aplicação do exemplo FAD-Hidrostática (Apêndice A).

3.2 Construção do FAD

O FAD é construído basicamente de duas frentes de ação, que se subdividem cada uma em três etapas de acordo com o esquema a seguir:

Figura 4 – Esquema representativo das etapas da construção do FAD e suas subdivisões.



Fonte: O Autor (2017).

Resumidamente, e posteriormente mostrando as especificações de cada etapa, devemos ter a seguinte etapas dentro das respectivas frentes de ação:

Análise dos PCNEM+: entender como a disciplina Física foi estruturada de modo a abranger um conjunto de conhecimentos e de como esses conhecimentos podem se interligar com os conhecimentos das outras disciplinas da mesma área da Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Montagem da Tabela de Competências: Escolha das Competências mais adequadas aos trabalhos a serem desenvolvidos durante o processo de ensino-aprendizagem, ou utilização de Tabela de Competências já proposto pela Instituição de Ensino na qual se vai desenvolver o processo de ensino.

Construção dos Descritores: descritores são ao mesmo tempo o que será ensinado e a estratégia de ensino, e devem ser exequíveis para que haja construção de habilidades e desenvolvimento de competências. É o que se avalia durante o processo dentro de situações-problema.

Experimento(s) Demonstrativo(s): situações concretas que podem envolver experimento prático, vídeo, animação, simulação computacional ou texto introdutório, possibilidades essas tidas em nível de organizadores prévios, isso para mostrar a aplicabilidade do conhecimento novo a ser adquirido, sempre que possível vindo a mostrar ideias mais gerais e inclusivas para que depois, durante processo de ensino, sejam diferenciada em termos de detalhes e especificidades.

Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP): montagem de uma sequência de situações-problema concretas, na sequência em que se quer aplicar os novos conhecimentos, seguindo as orientações dos materiais adotados, livro texto e textos complementares, preocupando-se em pesquisa prévia das concepções alternativas ligadas aos temas de cada questão para podermos superar dificuldades e transpor limites, e que sejam montadas para que se possa trabalhar os descritores listados para o conjunto de conhecimentos em questão. Ao término desse conjunto de

questões, os novos conceitos devem ter sido trabalhados, as novas habilidades devem ter sido construídas e o conjunto de conhecimentos deve ter sido lecionado de modo possivelmente significativo.

Experimento Investigativo ou Teste de Estudo Dirigido (TED): experimento de culminância da aplicabilidade dos conceitos trabalhados e conhecimentos construídos durante a aplicação do FAD. Propõem situações concretas onde se possa fazer uso das habilidades desenvolvidas durante a aplicação do FAD, de modo a que seja possível direcionar a utilização do desenvolvimento de competências em nível dos cinco eixos cognitivos, com ênfase nas competências mais diretamente categorizadas ligadas ao eixo de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Propostas (EP).

A seguir mostramos as especificações de cada uma das regiões de ação e suas subdivisões

3.2.1 Construção do Planejamento Didático do FAD

Aqui se faz necessário a explanação de cada subdivisão da Construção do Planejamento Didático do FAD e suas especificidades.

3.2.1.1 Análise dos PCNEM+ e suas especificidades para Ciências de Natureza, Matemática e suas Tecnologias – Física.

Em primeiro ponto a análise é a leitura e o entendimento das estratégias propostas pelo PCNEM não só da parte de Física, mas como de Matemática, Química e Biologia, no intuito de proporcionarmos situações problemas que venha a valorizar a integração das disciplinas pertencentes a mesma área do conhecimento, que em nosso caso é a das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

O material mais geral sobre os objetivos e funções do PCNEM+ se encontra nos seguintes tópicos do PCNEM+ (BRASIL, 2007), dos quais devemos ter um olhar especial para o último deles.

- A reformulação do ensino médio e as áreas do conhecimento;
- Como rever o projeto pedagógico da escola;
- Novas orientações para o ensino;
- Conhecimentos, competências, disciplinas e seus temas estruturadores;
- A articulação entre as áreas;
- A articulação entre as disciplinas em cada uma das áreas.

Mais especificadamente às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, o PCNEM+ apresenta os tópicos:

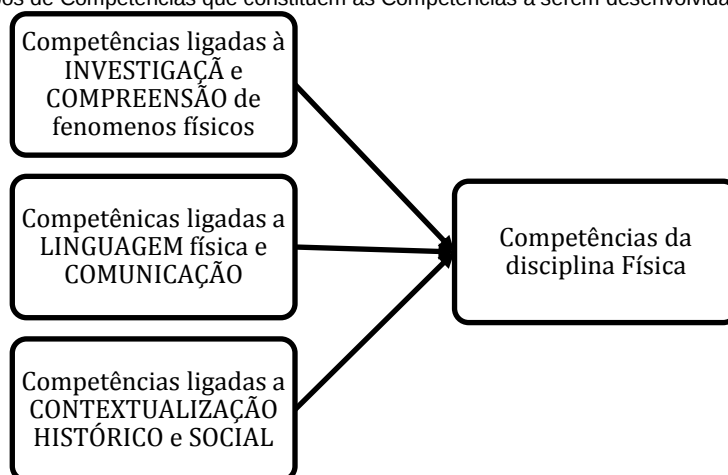
- Caracterização da área do conhecimento;
- As competências gerais no aprendizado das Ciências da Natureza, e da Matemática;
- Linguagens compartilhadas pelas ciências;
- Instrumentos de investigação utilizados em comum pelas várias ciências;
- A contextualização no ensino das ciências.

Na parte do PCNEM+, Orientações Educacionais Complementares aos PCN (BRASIL, 2007), também conhecido como PCNEM+, dedicada às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias podemos encontramos um conjunto de competências já agrupadas de modo a deixar explícito as vinculações entre as áreas do conhecimento. Assim, dentro do conjunto de competências que se pode utilizar em Física tem-se competências que estão permeando as três categorias de competências, as ligadas a Investigação e Compreensão

dos fenômenos físicos, competências ligadas à utilização da Linguagem física e de sua Comunicação e por fim as que tenha a ver com sua Contextualização Histórico e Social.

Deve-se fazer um levantamento das que melhor se adéquem a realidade a ser desenvolvida no trabalho educacional, e as selecionando estaremos já encaminhados para a escolha das habilidades a serem construídas durante toda a aplicação do FAD.

Figura 5 – Conjunto de Tipos de Competências que constituem as Competências a serem desenvolvidas no Ensino de Física.



Fonte: BRASIL (2000)

Faz-se necessário uma ressalva, muitas Instituições de Ensino já devem ter construído as suas Tabelas de Competências e Habilidades associadas à Série específica, às suas Unidades Letivas (Bimestre, Trimestre, Semestre ou Anual) e às Unidades Temáticas ligadas a série em questão, de acordo com o PCNEM+ (BRASIL, 2007).

3.2.1.2 Montagem ou utilização de Tabela de Competências e habilidades associadas à Unidade Temática dos Conteúdos

Os objetos do conhecimento ou assuntos a serem lecionados devem estar baseados Temas Estruturadores da Física (BRASIL, 2007):

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

Cada um desses temas possui três ou quatro “Unidades temáticas” como apresentadas no Anexo B, as quais simultaneamente (BRASIL, 2007):

- “... são elementos importantes para as atividades de planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos...”
- “... podem contribuir para evitar que as limitações de tempo ou outras dificuldades acabem por restringir o âmbito e o sentido, em termos de compreensão de mundo ...”
- “...cuja delimitação e sequência favorecem o objetivo desejado.”

Em exemplificação, de acordo com o Anexo B, tomemos:

Tema Estruturador da Física → TEMA 1. Movimentos: Variações e Conservação;

Unidade Temática → Unidade 4. Equilíbrios e desequilíbrios;

Tópicos:

- Diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos, distinguir situações de equilíbrio daquelas de não-equilíbrio (estático ou dinâmico).
- Estabelecer as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água.
- Reconhecer processos pelos quais pode ser obtida amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas.

Para a construção da Tabela de Competências e Habilidades, que é parte integrante do Planejamento Didático, fornecemos o modelo a seguir e suas características, constante na Tabela 1 .

Tabela 1 – Modelo de Tabela de Competências e Habilidades .

INSTITUIÇÃO DE ENSINO Planejamento Didático Disciplina: _____ Série: _____ ano do Ensino _____ de 2017 _____ Unidade Letiva Prof.(a): _____		
Competências	Habilidades	Unidade Temática ou Conteúdos de Aprendizagem
• Competências a serem desenvolvidas baseadas na Parte III do PCNEM– Ciências de Natureza, Matemática e suas Tecnologias – Física • Escolha dentre as existentes, as que mais se enquadram dentro Conjunto de Conhecimentos a serem trabalhados.	• Habilidades a serem construídas. • As habilidades estão associadas às Competências a serem desenvolvidas. • Escolha de acordo com a necessidade de situações de aplicabilidade e situações exequíveis relacionadas ao • Conjunto de Conhecimentos a serem trabalhados	• Unidade temática ou Conjunto de Conhecimentos a serem trabalhados de acordo com a série e unidades de avaliação da Instituição de Ensino.

Fonte: O Autor (2017)

Na Tabela 2 estamos exemplificando uma pequena parte do Planejamento Didático como mostrado no FAD - HIDROSTÁTICA (Apêndice A) , especificadamente para Estudo de Fluidos em Equilíbrio.

Tabela 2– Exemplificação associadas ao conteúdo de Estudo dos Fluidos

INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO Planejamento Didático Disciplina: Física Série: 1º ano do Ensino Médio de 2016 III Unidade Letiva Prof. Luiz Neto		
Competências	Habilidades	Unidade Temática ou Conteúdos de Aprendizagem
C1 - Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita e oral, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	HF2 - Saber utilizar corretamente símbolos, códigos, nomenclaturas e unidades de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos.	Estudo dos Fluidos em Equilíbrio Estático

Fonte: BRASIL (2000)

Após a seleção da Competências a serem desenvolvidas e habilidades a serem construídas, deve-se, antes de passar para a etapa seguinte, a da Construção dos Objetivos de Ensino a serem trabalhados, fazer o enquadramento de cada competência em Eixos Cognitivo (Anexo C) . Isso se torna imperante, pois a modernização do ensino constantes nas propostas dos documentos oficiais PCNEM, PCNEM+ e LDB está sustentada no enquadramento de toda e qualquer competência dentro de cinco eixos cognitivos, eixos esse tomados como competências mais gerais a serem desenvolvidas em qualquer das três áreas do conhecimento

e que possuem um grau hierárquico dentro do desenvolvimento cognitivo. Uma mesma competência pode ser enquadrada em mais de um eixo cognitivo e por isso podemos montar Objetivos de Ensino com diferentes propostas de desenvolvimento cognitivo para uma mesma competência.

3.2.1.3 Construção dos Descritores

De acordo com o SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica, constante no PDE/SAEB 2009 [BRASIL 2009] um descritor é uma associação entre conteúdos curriculares e operações mentais a serem desenvolvidas pelo aluno, e que vem traduzir o desenvolvimento de competências e construção de habilidades. Eles indicam habilidades que se esperam que os alunos construam e constituem a referência para a seleção dos itens que deve compor uma prova de avaliação. Ou seja, eles estão associados a habilidades que devem ser construídas pelos alunos e é o que se quer avaliar como desenvolvido.

Eles são objetivos instrucionais, e dessa forma eles conseguem promover um detalhamento das operações mentais associadas aos tópicos presentes na unidade temática para a construção de um ensino por estratégias de desenvolvimento de competências, e sendo assim, fornecem aos professores uma bases de diagnósticos para execução de atividades de reensino nas situações onde se constate uma não construção satisfatória das ações por eles especificadas, assim como nos fornecem o direcionamento para executar um programa de remediação consciente e apropriada como sugere Crocker (1986).

Notadamente no ensino por estratégia de desenvolvimento de competências não se avalia as competências, e sim se os descritores foram construídos satisfatoriamente.

Para que haja pleno acordo entre os nossos descritores, objetivos a serem construídos, pertencentes a uma Unidade Temática ou conteúdo de aprendizagem, para que haja ensino por estratégias de desenvolvimento de competências, e se alcancem os objetivos esperados constantes do PCNEM, PCNEM +, e da LDB se faz necessário:

- Constatação da pressuposição de que toda estratégia de desenvolvimento de competência deve ser baseada sobre cinco eixos cognitivos como constantes no Anexo C: Domínio da Linguagem (DL);

Compreensão de Fenômenos (CF); Enfrentamento de Situações-Problema (SP); Construir Argumentação (CA) e Elaborar Proposta(EP).

- Citar Zabala (2002), que nos mostra, no tocante a categorização dos conteúdos de aprendizagem, que eles devem ser “meios para conhecer ou responder a questões que uma realidade experiencial dos alunos proporciona: realidade que é sempre global e complexa”, e que existem 4 categorias de conteúdos :
 - Conteúdos Conceituais: Trata-se dos conteúdos que necessitam de uma base teórica, os quais colaboram com o desenvolvimento da parte cognitiva do ser.
 - Conteúdos Procedimentais: Trata-se da aprendizagem de ações. Colocar em prática o conhecimento adquirido com os conteúdos conceituais.
 - Conteúdos Factuais: São os conteúdos com estratégias de aprendizagem simples, e que estão ligados à necessidade de memorização.
 - Conteúdos Atitudinais: São os conteúdos ligados à vivência do ser com o mundo que o rodeia. Conteúdos adquiridos na prática e no uso contínuo.

Uma observação se faz necessária no tocante a visão simplista sobre o termo “conteúdo”, Zabala adverte:

Devemos nos desprender dessa leitura restrita do termo "conteúdo" e entendê-lo como tudo quanto se tem que aprender para alcançar determinados objetivos que não apenas abrangem capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades. [...] Portanto, também serão conteúdos de aprendizagem todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social. (ZABALA, 2002)

Para fechar a ideia de como ensinar a partir da ação do verbo pertencente ao Descritor a ser desenvolvido, não podíamos deixar de citar Delors (2010), onde nos é mostrado que o ensino por desenvolvimento de competências é uma outra maneira de

repensar sobre práticas educacionais, o que por sua vez contribui para a formação do cidadão através do desenvolvimento dos quatro pilares da Educação, o que vem a corroborar com a proposta de estratégia de ensino da ação do verbo pertencente ao descritor ou Objetivo a ser desenvolvido. Os quatro pilares são:

- Aprender a conhecer;
- Aprender a fazer;
- Aprender a Conviver;
- Aprender a ser.

A importância dessa proposta de Delors para a o ensino por estratégias de desenvolvimento de competências e habilidades, no tocante a construção dos Descritores a serem desenvolvidos, apresenta-se no tipo de desenvolvimento que se quer alcançar ao ensinar por meio da ação do verbo do Descritor.

Logo, antes de começarmos a construir nossos Descritores, devemos ter nosso olhar voltado para os seguintes aspectos: o enquadramento de cada competência em Eixos Cognitivos; o entendimento de com qual Categoria de Conteúdo se está trabalhando nos tópicos da Unidade Temática; e que as ações a serem desenvolvidas durante a práxis devem ser baseadas nos Quatro Pilares da Educação do século XXI, os quais foram definidos pela UNESCO em 1990, na Conferência Mundial de Educação para Todos, na Tailândia. (DELORS, 2010)

Tudo isso até agora foi dito para direcionar o docente para a principal mudança proporcionada pelo ensino por estratégias de desenvolvimento de competências, a qual reside na nova forma de ensinar, pois diante dessa nova metodologia necessitam-se de conhecimento interdisciplinar, das linguagens que modelam cada disciplina e da capacidade de se resolver situações-problema, cujas soluções estejam ligadas ao apanhar de ações e valores construídos e tomados a mão conjuntamente. É a essa capacidade de poder reunir, de mobilizar diferentes habilidades em uma mesma solução, sabendo onde cada uma se enquadra dentro de um todo, que Moretto (2014) chama de competência.

A existência dos descritores dentro do processo de ensino por estratégias de desenvolvimento de competências retira a aprendizagem da “pedagogia da transmissão”, onde o docente se comporta como o centro do processo, e o aluno era visto como uma tabula rasa, de forma passiva a ficar a absorver conteúdos ensinados, e passa a empreender em uma “pedagogia da interação”, um modelo de construção de conhecimento que levaria o aluno a

assumir o papel de agente ativo, sujeito, e em busca de uma aprendizagem que aconteça por meio de proposições e soluções de situações-problemas concretas. (PIRES, 2009)

Tomemos cuidado. Vejamos o relato e as orientações de Garcia sobre erros cometidos na aplicação de um ensino por estratégias de desenvolvimento de competências e como sair dessa inércia à falta de protagonismo docente.

O exemplo é verídico. Uma professora me perguntou: "O que é isso de habilidades que estão falando na minha escola?". Depois de explicar um pouco, ela me respondeu: "Ah, são aqueles verbinhos que a gente coloca nas reuniões de início do ano na frente dos objetivos de ensino? Já aprendi a fazer isso faz tempo!". Acho que não me engano ao imaginar que aquelas listas de objetivos cheias de "verbinhos" costumam ficar na gaveta da professora ou da diretora no restante do ano, enquanto se ministra "o conteúdo". Romper esse tipo de hábito não é simples. Daí a importância, a meu ver, de se considerar as habilidades e competências como objetivos em si, tal como se faz com a leitura e a escrita. Logicamente, isso não significa desvincular as habilidades de algum conteúdo. Pelo contrário, os conteúdos das diferentes disciplinas devem ser o principal instrumento para o desenvolvimento dessas habilidades. O que se necessita é mudar o enfoque, a abordagem que se faz de muitos assuntos, além da postura do professor, que em geral considera o conteúdo como de sua responsabilidade, mas a habilidade como de responsabilidade do aluno. (GARCIA, 2005)

Essa passagem nos mostra a importância da participação ativa dos professores na mudança metodológica e na mudança de foco que o ensino por estratégias de desenvolvimento de competências nos proporciona.

Ainda seguindo os relatos de Garcia (2005), vemos a importância do profissionalismo educacional:

Mudar o foco para o desenvolvimento de competências e habilidades implica, além da mudança de postura da escola, um trabalho pedagógico integrado em que se definam as responsabilidades de cada professor nessa tarefa. Um grande obstáculo, aqui, é que nós mesmos, professores, podemos ter dúvidas sobre em que consiste, realmente, uma determinada habilidade, e mais ainda sobre como auxiliar o seu desenvolvimento. Afinal, possivelmente isso nunca foi feito conosco... Mas as dificuldades não nos devem desalentar. Pelo contrário, representam o desafio de contribuir para uma mudança significativa na prática didática da escola. (GARCIA, 2005)

As etapas para a construção de descritores para serem utilizados na confecção de material potencialmente significativos são:

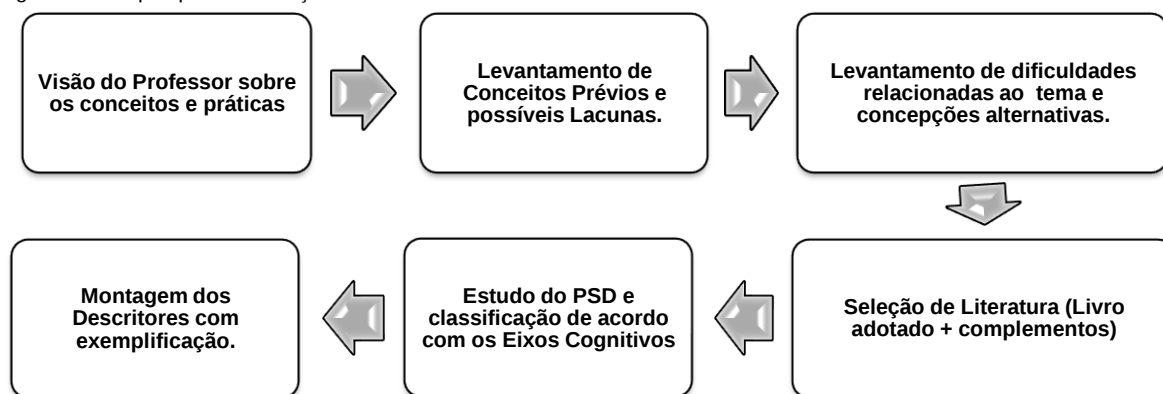
- Visão do professor sobre os conceitos e práticas associados aos tópicos da Unidade Temática ou Conceitos de Aprendizagem que se vai

trabalhar em sala, isso pois é o professor o protagonista da educação inclusiva e da aprendizagem significativa;

- Levantamento de conceitos prévios, ou conceitos de base para se ter melhor compreensão dos tópicos a serem trabalhados, a fim de prever dificuldades e propor soluções para transposição.
- Levantamento de dificuldades relacionada ao tema em artigos e/ou periódicos além de suas relevantes experiências.
- Levantamento de concepções alternativas ligadas aos tópicos a serem trabalhados na tentativa de já prepararmos sugestões de práticas para que ocorra, de forma adequada, o zoneamento dessa concepção alternativa dentro de um perfil conceitual (segundo o que nos fala Mortimer (1996b)), a zona do realismo, do senso comum, das experiências cotidianas. Isso facilita muito no momento de tentar entender quais as possíveis visões dos alunos sobre o tema.
- Seleção de Literatura mais adequada a sua visão do que será trabalhado (Livro adotado e materiais complementares): o Livro não é o trilha a ser severamente seguido, ele nos serve de orientação. O que deve ser seguido é a visão do professor sobre como os conteúdos devem ser trabalhados. E todos objetivos a serem construídos devem ter sua parte conceitual na literatura adotada.
- Estudo da Tabela de Competências já com os devidos enquadramentos das competências nos eixos cognitivos e os tipos de conteúdo que serão contemplados.
- Montagem dos Descritores exequíveis, que contenham em sua estrutura tudo o que quer se dizer a ponto de se dispensar explicações, e que sejam prontamente entendidos por todos que os leiam. Objetivos explícitos, aplicáveis e exequíveis.

Essas etapas para elaboração de descritores podem ser compiladas no fluxograma a seguir, Figura 6 .

Figura 6 – Etapas para elaboração de descritores



Fonte: O Autor (2017)

A estrutura do descritor, para que se satisfaçam as condições de serem exequíveis e de metalinguística, pode corresponder a dois modos de formatação e que geram resultados excelentes como os que serão apresentados no capítulo 4 no tocante a resultados conseguidos pela prática da aplicação do FAD-HIDROSTÁTICA (Apêndice A), como os que estão sendo sugeridos e que foram aplicados em nosso trabalho.

Tabela 3– Modelos de elaboração de descritores e suas especificidades.

Modelo	Estilo	Especificidades	Exemplo de Descritor
I	Descritor = Parte 1 + <u>Parte 2</u>	Parte 1: Verbo associado ao eixo cognitivo e ao tipo de conteúdo a ser trabalhado no objetivo de ensino. <u>Parte 2 : Proposta do professor de como esse verbo será empregado como exemplificação.</u>	Expressar <u>Pressão hidrostática como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de fluido, assim como por meio do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.</u>

II	Descritor = Verbo + <u>Conteúdo</u> + <i>Aplicação</i>	Verbo de acordo com o eixo cognitivo e tipo de conteúdo. <u>Conteúdo a ser trabalhado.</u> <i>Exemplificação de aplicabilidade.</i>	Expressar <u>Pressão hidrostática</u> <i>como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de fluido, assim como através do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.</i>
----	---	---	---

Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação de Brasil (2000).

Os verbos que utilizamos nesse presente trabalho, e que estão diretamente ligados aos tipos de conteúdo de aprendizagem e ao tipo de eixo cognitivo ao qual a competência se referenda, se encontram no Anexo D. E também se optou pelas especificações existentes na Taxonomia de Bloom, no tocante a verbos que representam objetivos específicos e objetivos generalizadores, constante no Anexo E.

Sabe-se que a formulação dos descritores está associada a Habilidade a ser construída, que por sua vez está ligada a uma competência a ser desenvolvida. Esse intrincado deve ser uma constante na elaboração dos descritores e no seu conteúdo. Por isso se faz necessário a construção dos descritores já na devida coluna da Tabela de Descritores, como a que se segue, a qual já tem as competências e habilidades relacionais aos descritores a serem desenvolvidos.

Tabela 4 - Modelo exemplificado de Tabela de Descritores

Tabela de Descritores associados ao tópico Estudo dos Fluidos			
Competência	Habilidade	Descritores	Unidade Temática ou Conteúdo de Aprendizagem
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo. (SP)	D.1: Construir gráficos que mostrem o comportamento linear da pressão local com a profundidade e entender que um gráfico está sempre ligado a uma relação matemática entre as grandezas em seus eixos. D.2 :Expressar Pressão hidrostática como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de fluido, assim como através do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.	Estudo dos Fluidos em Equilíbrio Estático

Fonte : O Autor(2017).

Nota: Adaptada de Brasil (2000).

Notemos que, para uma mesma habilidade, quando se fizer necessário, e quase sempre o é, mais de um descritor, devemos sempre partir de situações contendo descritores com verbos de objetivos mais específicos (Definir, Conceituar, Demonstrar, Traduzir, Identificar, Enunciar) para só então chegarmos a descritores contendo verbos de ações objetivas mais gerais (Analisar, Compreender, Criar, Propor, Avaliar), os quais englobam ações cognitivamente mais aprimoradas.

Isso, pois, são os descritores que mostram a visão do docente do que realmente é importante sobre o conteúdo de aprendizagem, mas também são eles que nortearão nossa forma de avaliar e o que será avaliado como satisfatoriamente construído.

Essa última passagem não podia deixar de ser inserida, pois em nossos estudos se escutou o seguinte termo por parte de docentes ainda reticentes com a metodologia de estratégia de desenvolvimento de competências: “... essa metodologia nos engessa!”, e aqui afirmo não ser verdade.

Essa metodologia nos organiza em termos de planejamento de aula e de avaliações, e com isso vem a nos ajudar a não cometer erros ou absurdos didático-metodológicos, como o de se cobrar em uma avaliação um conteúdo que não teve sua base conceitual trabalhada em sala, ou como o não distribuir, proporcional ao tempo em que se ficou empregando os conceitos e aplicações vivenciadas em sala, os tipos de itens de prova e suas quantidades na avaliação, priorizando inconscientemente um conteúdo ou aplicação e preterindo a outros que tiveram o mesmo tempo ou importância de tempo empregado.

3.2.2 Construção da Metodologia do FAD

Qual a importância de um planejamento que se baseie na inclusão do aluno, inclusão essa de o aluno sentir que a aula foi preparada para que ele pudesse aprender, e não apenas para fornecer conteúdo, e com isso o aluno se sinta parte ativa de seu desenvolvimento e do desenvolvimento da aula?

Como fazer o aluno participar das aulas falando de suas vivências relacionadas aos tópicos a serem trabalhados em sala?

Como ter acesso a um processo sociointeracionista, onde o objetivo maior é a superação de dificuldades e barreiras ao aprendizado com significado?

Como ensinar mostrando ao aluno a importância dos conteúdos e conceitos, e de suas aplicabilidades, por meio de situações concretas?

O que fazer para focar no ensino por estratégias de desenvolvimento de competências e construção de habilidades, e mostrar a importância do protagonismo docente na mudança do ensino por meio da transmissão para o ensino por meio da interação?

Como ensinar não só o conteúdo, mas concluí-lo ensinando o aluno a utiliza-lo em situações problemas?

Como promover situações onde as habilidades construídas pudessem ser mobilizadas, de acordo com suas especificidades, em solução de situação problema ou situação problema complexa?

Como descobrir o que o aluno já sabe sobre o tópico, conteúdo ou conceito a ser trabalhado, e se utilizar desse riquíssimo apanhado de informações de forma adequada?

Como não cometer absurdos didáticos por meio de “experimentos cruciais” e mudança conceitual?

Como proporcionar diferenciação entre o que o aluno já sabe e a necessidade de zoneamento conceitual?

Como fazer simultaneamente a diferenciação conceitual e a reintegração conciliadora, e com isso um mesmo conceito aplicado antes em apenas uma situação, poderá ser aplicado em outras com outros significados?

Foi na tentativa de responder a esses questionamentos que montamos essa sugestão de metodologia chamada de FAD, cuja construção de sua frente de ação metodológica está dividida em três etapas. Mostraremos também como se deve proceder em cada uma dessas etapas e como elas estão relacionadas.

3.2.2.1 Experimentos Demonstrativos

Os Experimentos Demonstrativos são situações concretas que podem envolver experimento prático, vídeo, animação, simulação computacional ou texto introdutório, possibilidades essas tidas em nível de organizadores prévios, isso para mostrar a aplicabilidade do conhecimento novo a ser adquirido, sempre que possível vindo a mostrar ideias mais gerais e inclusivas para que depois, durante processo de ensino, sejam diferenciada em termos de detalhes e especificidades.

A seguir elencamos os objetivos associados à aplicação dos Experimentos Demonstrativos:

- Servir de motivação da aplicabilidade do conteúdo de aprendizagem ou de seus tópicos em situação concreta;

- Servir de Organizador Prévio, seja ele um organizador expositivo ou comparativo, que venha a fornecer uma visão geral e aplicada dos termos, e conceitos de base do conteúdo de aprendizagem em situação concreta, a partir da qual, poderíamos ir destrinchando os conceitos científicos envolvidos nessa situação concreta e seus vínculos conceituais;
- Sondar conhecimentos prévios, possíveis lacunas e possíveis concepções alternativas;
- Diferenciar progressivamente os conceitos científicos e a visão dos alunos sem que haja mudança conceitual e sim um zoneamento conceitual como proposto por Mortimer (1996b) em sua noção de perfila conceitual;
- Criação de situações de possível reconciliação integradora como os novos conceitos apresentados, devido a possibilidade da sua reaplicação a qualquer momento na solução de situação-problema presente no Questionário de Conhecimentos Prévios;

A seguir as etapas para a devida aplicação.

1. Fazemos um experimento por vez, pedimos que a turma se divida em equipes de no máximo 3 alunos, e que essa equipe monte um pequeno relatório sobre o experimento, todas essas ações no tempo de uma aula;
2. Recolhemos os relatórios, coletamos as informações que eles nos trazem, e preparamos ações e estratégias para: o reensino das dificuldades apresentadas ou preenchimento de lacunas; zoneamento de concepções alternativas e ancoragem do novo sobre a visão que os relatórios trazem.
3. Só assim se começa a resolução das Questões de Conhecimentos Prévios que estão relacionadas com cada um dos experimentos demonstrativos.

3.2.2.2 Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP)

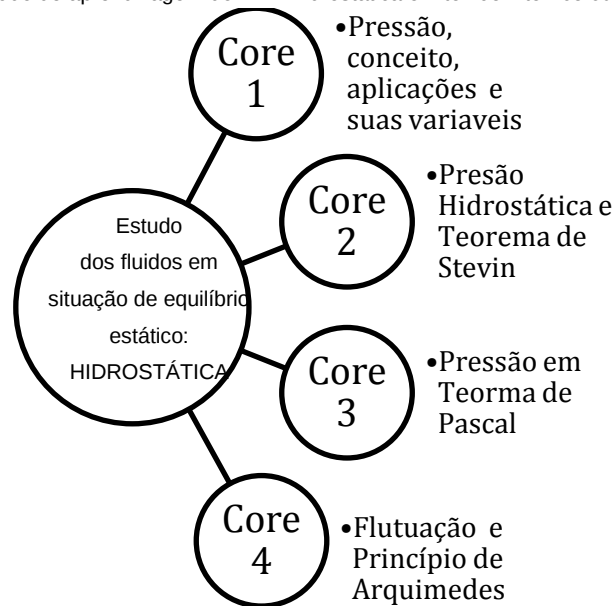
O Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP) é a montagem de uma sequência de situações-problema concretas, na sequência em que se quer aplicar

os novos conhecimentos, seguindo as orientações dos materiais adotados, livro texto e textos complementares, preocupando-se em pesquisa prévia das concepções alternativas ligadas aos temas de cada questão para podermos superar dificuldades e transpor limites e de possíveis, e que sejam montadas para que se possa trabalhar os descritores listados para o conjunto de conhecimentos em questão. Ao término desse conjunto de questões, os novos conceitos devem ter sido trabalhados, as novas habilidades devem ter sido construídas e o conjunto de conhecimentos deve ter sido lecionado de modo significativo.

A seguir, elencamos os objetivos e especificidades para a construção do Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios:

- Ele deve sugerir uma sequência potencialmente significativa para diferenciação progressiva e reconciliação integradora entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, relacionados aos conteúdos de aprendizagem e seus tópicos;
- Sondagem de conhecimentos prévios e concepções alternativas, e com isso ancoragem significativa do novo e zoneamento conceitual adequado, respectivamente, para a superação de limites;
- Sondagem de lacunas de conceitos ou aplicações de base dos conteúdos de aprendizagem, de modo a entender que a lacuna também é um tipo de conhecimento prévio, e por isso deve ser trabalhada com estratégias para que sejam preenchidas, e isso se faz com ensino e não com críticas;
- Aplicação dos temas “core” do tópico da unidade temática ou conteúdo de aprendizagem;
- Possibilitar a visualização de conceitos científicos de base e poder assim trabalhar os conceitos científicos derivados; (Exemplificando o que aqui chamamos de conceitos científicos de base e os conceitos científicos derivados: podemos trabalhar como conceito de base o de

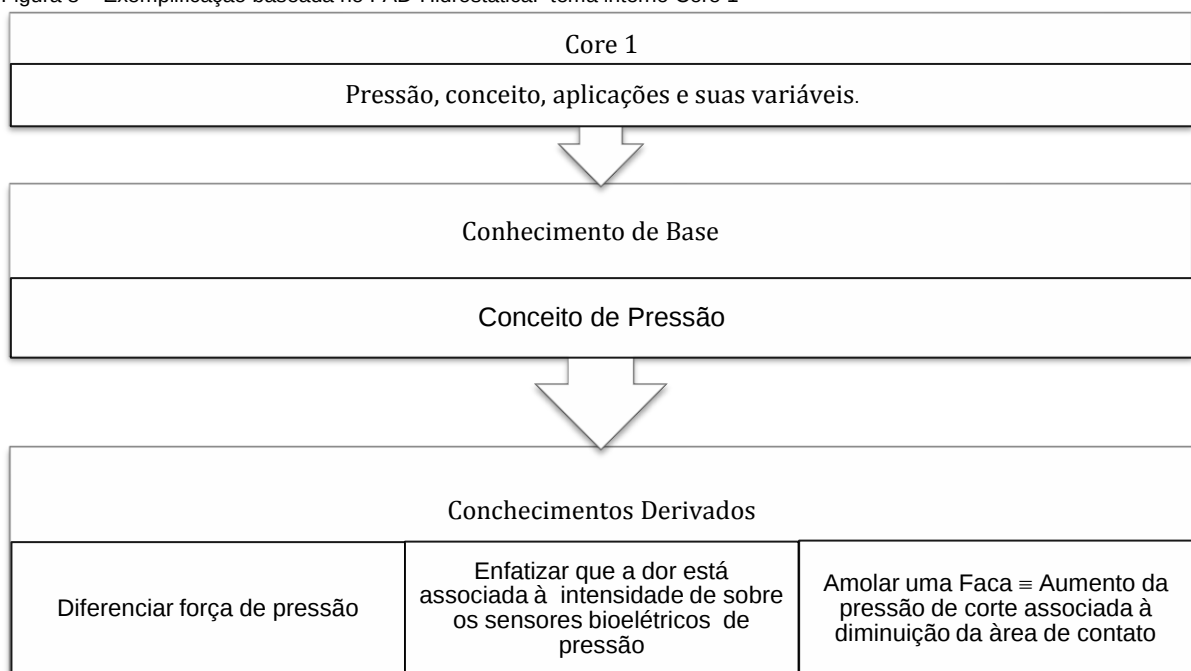
Figura 7 – Divisão do conteúdo de aprendizagem do FAD-Hidroestática em temas internos ou “Cores”



Fonte: O Autor (2017).

Exemplificação baseada no FAD-Hidroestática: tema interno *Core 1*, de seu Conhecimento de Base e dos Conhecimentos Derivados (Conhecimentos que devem ser aplicações do Conhecimento de Base em situações concretas que podem ser interdisciplinares e/ou aprofundamento e generalizações, assim como também teremos a possibilidade da execução simultânea da diferenciação progressiva e reconciliação integradora).

Figura 8 – Exemplificação baseada no FAD-Hidroestática: tema interno Core 1



Fonte: O Autor(2017).

Etapa II. Coletar a visão do livro adotado e dos materiais complementares sobre os temas que se quer trabalhar com os “Core” do conteúdo de aprendizagem.

Etapa III. Fazer levantamento de dificuldades relacionadas a conceitos de base e concepções alternativas que podem vir a surgir, por meio de pesquisa de artigos e publicações relacionados ao conteúdo de aprendizagem, e especificamente aos temas internos “Core”, para assim poder sugerir intervenções adequadas para cada caso, de acordo com as fundamentações de Mortimer (zona conceitual), teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Moreira, e de material potencialmente significativo de Moreira.

Etapa IV. As questões devem ser formuladas na sequência em que se optou trabalhar com os “Core” ou temas internos e devem ter por objetivo construir os objetivos presentes nas ações dos descritores a fim de proporcionar a aquisição das habilidades associadas.

Etapa V. As questões sempre devem ser situações-problema concretas.

Etapa VI. As questões de conhecimentos prévios devem estar diretamente ligadas ou conectadas às partes constituintes dos Experimentos Demonstrativos, assim como o que está no FAD-Hidrostática (Apêndice A), onde houve a seguinte divisão:

- Questões de 01 até 04 conectadas à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 01;
- Questões de 05 até 08 conectadas à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 02;
- Questão 09 conectadas à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 03;
- Questão 10 conectada à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 04.

Etapa VII. As questões e suas aplicações derivadas (possibilidades que se abrem para se trabalhar com outros conceitos relativos ao *Core* que a questão está vinculada) devem estar associadas à construção dos objetivos presentes nos descritores propostos.

A sequência de construção serve também para que o docente tenha uma visão geral do inter-relacionamento horizontal e transversal entre os conceitos científicos a serem trabalhados durante o processo, assim podendo prever dificuldades durante o processo de ensino que necessitem de intervenção adequada, e não deixando isso para o final do processo, quando do lançamento do resultado da avaliação geral. Pois se o docente se planeja ao ponto de prever dificuldades, ele consegue montar estratégias para a transposição delas.

O levantamento de possíveis lacunas, concepções alternativas e conceitos prévios relacionados aos tópicos ou ao próprio conteúdo de aprendizagem são fundamentais para a construção adequada das questões do TCP.

Etapas de aplicação:

Etapa I. Realize o fazer das questões relacionadas a um dos experimentos demonstrativos só depois de fazer o levantamento dos conhecimentos prévios, lacunas e concepções alternativas colhidas nos relatos e discussões da turma sobre o respectivo experimento demonstrativo, e já tendo sugestões para uma intervenção adequada (Lacuna → ensino para o seu preenchimento; Concepções Alternativas → zoneamento conceitual; Conhecimentos Prévios → ancoragem para o que será ensinado durante as resoluções das questões)

Etapa II. Em cada questão visualize a possibilidade de diferenciação progressiva e reconciliação integradora entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conhecimentos por meio das aplicações pertinentes aos conhecimentos derivados que cada questão pode ter.

Etapa III. Como forma de aplicação da construção das habilidades associadas às questões de conhecimento prévio, devemos ter a mão situações problemas contido ou no livro texto adotado, ou em material complementar.

Etapa IV. Na execução em sala de aula das soluções das questões de livros e/ou material complementar, é muito importante fazer a conexão com os conhecimentos vivenciados em sala durante as aulas de resolução e debates sobre as questões de conhecimento prévio.

Etapa V. Como sugestão de avaliação de aprendizagem, faça uma avaliação, que não precisa ser necessariamente uma prova escrita, na conclusão de cada conjunto de questões enquadradas num dos *Core*. Preze por aplicação de solução de situações problemas contextualizadas e as mais próximas possíveis das características locais, regionais e institucionais do seu aluno.

Como orientações complementares, a correta montagem das questões e sua devida aplicação lhe fornecerão informações que lhe auxiliarão a identificar o que ainda é necessário trabalhar para que as habilidades relativas ao conteúdo de aprendizagem sejam construídas. Isso lhe fornece visão de proporcionalidade da divisão dos descritores associados às questões de avaliação, descritores trabalhados durante mais tempo, e em maior número de situações – problema, devem estar mais presentes como soluções de situação-problema durante a avaliação. Cobrar mais o que se trabalhou mais, cobrar proporcionalmente ao tempo de ensino dedicado. Conhecimentos e ações de desenvolvimento de habilidades que foram largamente trabalhadas, devem ser esses conhecimentos e as ações associadas aqueles que mais devemos inserir em uma avaliação.

3.2.2.3 Experimentos Investigativos ou Teste de Estudo Dirigido(TED)

São experimento de culminância da aplicabilidade dos conceitos trabalhados, dos conhecimentos construídos e das habilidades adquiridas e treinadas durante a aplicação do FAD. Propõem situações concretas onde se possa fazer uso das habilidades desenvolvidas durante a aplicação do FAD, de modo a que seja possível direcionar a utilização do desenvolvimento de competências, desenvolvimento da capacidade de mobilizar habilidades adquiridas, em nível dos cinco eixos cognitivos, com ênfase nas competências mais diretamente categorizadas ligadas ao eixo de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Propostas (EP).

A proposta associada a construção do(s) Experimento(s) Investigativo(s) ou Teste de Estudo Dirigido se baseia nos aspectos apontados a seguir:

- Representa a proposta de aplicabilidade da ancoragem dos novos conhecimentos (Ausubel), ou aumento de conhecimento (Piaget), ou fixação do que é importante devido ao sóciointeracionismo de Vygostky, possibilidade de exercer criticidade (Moreira), possibilidade de desenvolvimento das competências não-escolares emocionais (Moretto) e possibilidade de solução de situação-problema pela aplicação das habilidades construídas durante o processo de ensino(Perrenoud).
- Representa a possibilidade de avaliação da construção satisfatória dos objetivos constantes nos descritores.
- Proposta de atividade direcionada a mobilização de saberes e ações (competências) enquadradas diretamente as qualidades de desenvolvimento cognitivo associado aos eixos cognitivos de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Proposta (EP), os mais elevados hierarquicamente nas competências a serem desenvolvidas.

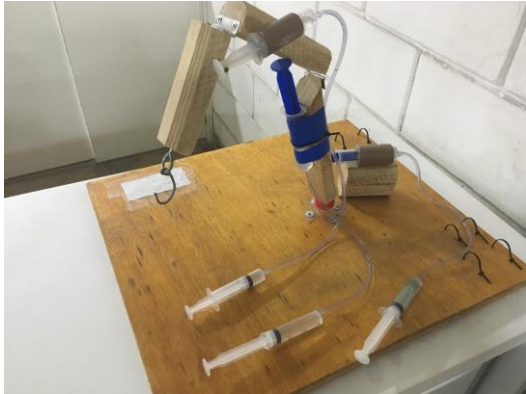
Como sugestão de aplicação, vamos fornecer a sequência de aplicabilidade efetivada para o FAD-Hidrostática.

- Para essa prática destinar duas semanas.
- Na Semana que antecede o início da prática – Escolha do tipo de Braço Hidráulico por parte das equipes e solicite relatório de fundamentação teórica sobre o experimento.
- Na Semana UM – aulas tira-dúvidas sobre a montagem do protótipo e hipóteses de solução de como aumentar a eficiência do protótipo, e parte teórica, equipe a equipe. Essa semana é chamada de Semana de Orientação e Fundamentação.
- Na Semana DOIS – aulas de apresentação. Nela podemos associar nota seguindo a Ficha de Avaliação de Experimento Investigativo em Apêndice.

A seguir fotos dos protótipos melhor avaliados quanto ao que se propuseram para aumento da eficiência do Braço Hidráulico – Experimento Investigativo ou TED do FAD-Hidrostática.(Apêndice A).

Na Figura 9, em ambas situações a) e b), temos protótipo onde houve intervenção para melhoria da eficiência no tocante a potencialização da Força pelo Teorema de Pascal, onde se faz pequena força nos êmbolos da seringas de menor diâmetro e essa força é potencializada até os êmbolos das seringas de maior diâmetro. Aqui também houve intervenção na densidade do fluido utilizado, isso fez com que a resultante dos efeitos fosse um aumento da eficiência, em relação ao produto original tomado como base, de 4 vezes. O produto original conseguia elevar e manter em um determinado nível 250g e o protótipo modificou, devido as modificações relação entre os diâmetros das seringas e na densidade do fluido, elevar e manter 1000g.

Figura 9 - Exemplos de Braços Hidráulicos



(a)



(b)

Fonte: O Autor (2017)

4 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aqui estamos vindo apresentar resultados que apontam para a viabilidade de se empregar nossa sugestão metodológica do FAD e de sua viabilidade de execução por meio dos dados colhidos, tanto em nível qualitativo, em uma síntese dos depoimentos dos alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Militar do Recife (CMR) onde o material potencialmente significativo FAD-Hidrostática (Apêndice A) foi aplicado em Outubro de 2016, quanto em nível quantitativo referente a tabela de resultados alcançados ao final da aplicação do FAD-Hidrostática, onde a média de aprovação da referida instituição é 5,0 pontos de média.

Na Tabela 5 encontramos uma síntese dos resultados qualitativos (colhidos em depoimentos, sintetizados e adaptados a termos de interesse pedagógico) e quantitativos (colhidos a partir dos resultados alcançados) ao final da aplicação do FAD-Hidrostática (Apêndice A) realizada para os 112 alunos do 1º ano do Ensino Médio de 2016 do Colégio Militar do Recife em outubro de 2016

Tabela 5 - Síntese dos resultados da aplicação do FAD-Hidrostática

Resultados QUALITATIVOS	Resultados QUANTITATIVOS										
• Aulas mais organizadas e sem surpresas; • Recuperação da autoestima dos alunos; • Possibilidade da identificação das habilidades construídas; • Facilidade encontrada na recuperação contínua de pré-requisitos que se configuram em obstáculos à aprendizagem; • Ligação entre a disciplina física e o cotidiano e/ou a situações concretas; • Ensino voltado à solução de problemas e não só ao fornecimento de conteúdo. • Maior participação nas aulas.	Número de alunos em função de média alcançada durante a aplicação do FAD-Hidrostática <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Número de alunos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nota < 5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>5 ≤ Nota < 7</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>7 ≤ Nota < 9</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>Nota ≥ 9</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table> Considera-se desenvolvimento satisfatório médias a partir de 5,0 pontos	Nota	Número de alunos	Nota < 5	10	5 ≤ Nota < 7	18	7 ≤ Nota < 9	68	Nota ≥ 9	16
Nota	Número de alunos										
Nota < 5	10										
5 ≤ Nota < 7	18										
7 ≤ Nota < 9	68										
Nota ≥ 9	16										

Fonte: O Autor (2017).

Uma característica importante a ser ressaltada é a origem assistencialista à Família Militar do Sistema Colégio Militar do Brasil (SCMB) do qual o CMR faz parte. Cerca de 80%

dos alunos são filhos de Militares das Forças Armadas do Brasil (Exército, Marinha e Aeronáutica), e filhos de integrantes de Forças Amigas (Polícias Militar, Civil e Bombeiro Militar) sendo assistidos pelo SCMB/CMR sem que haja necessidade de concurso público. Apenas cerca de 20% dos alunos são vindouros de concurso público.

Não sendo aplicada a apenas alunos que passaram por um rigoroso e concorrido processo de seleção, venho mostrar que nossa sugestão de proposta metodologia é inclusiva, tem propósito de homogeneização do conhecimento entre os educandos, é exequível e real. E abre espaço para que possamos montar todo um conjunto de FAD para o ensino de física, materiais potencialmente significativos e moldáveis à realidade e à regionalidade de nosso educando.

Notemos que cerca de 8,9% dos alunos (cerca de 10 alunos dentro de 112 que participaram da implementação da proposta) não conseguiram um desempenho satisfatório. Na grande maioria desses casos, o que se viu foi o não se deixar diagnosticar. Mesmo em conversas fora da sala e em horários extras, juntamente com a mediação da equipe psicopedagógica, os alunos pertencentes a esse grupo não trazia tarefas tipo pesquisa sobre conhecimentos de base para a aula, não interagiam com outros colegas nem em grupos. E isso muitas vezes por estarem numa instituição onde não queriam estar. Estavam lá por imposição e vontade dos pais ou não se adaptavam as regras e condições disciplinares da instituição.

Não quero com o relato acima afirmar que a metodologia é mágica e perfeita a ponto de conseguirmos alcançar a todos com desenvolvimento satisfatório e os que não conseguiram é porque não quiseram. Quero com esse breve comentário apresentar argumentos que temos limites ou domínios onde podemos adentrar como profissionais da educação, professores e apoio psicopedagógico, e outros domínios que não conseguimos alcançar a ponto de tentar ajudar no resgate desse aluno a ponto de promover a sensação de inclusão do aluno nas aulas. Isso me mostra que o processo de ensino-aprendizagem precisa da inter e intracomunicação de três grupos de agentes: Agente 1 (Professor+Instituição); Agente 2 (Educando); Agente 3 (Participação Familiar do Educando).

Fico muito tranquilo em argumentar que fizemos um bom trabalho, e que estamos deixamos como proposta não só uma sugestão de metodologia, mas também uma mudança de olhar para com o nosso aluno. Como isso, nossa pesquisa e sua aplicação vem a nos mostrar que deixaremos de ensinar fórmulas e passaremos, por meio de situação-problema, a desenvolver novos pensadores. Construiremos significados.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. **Journal of educational psychology**, Washington DC, v.51, n.5, p.267-272, 1960. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1037/h0046669>>. Acesso em: Julho 2016.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. . **Psicologia educacional**. 1.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**, 1. Ed. Lisboa : Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Portal do Ministério da Educação**, Brasília, DF, 2000. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: agosto 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em: maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCNEM+. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Portal do Ministério da Educação, Brasília, DF, 2007. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em agosto 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação/SAEB** , Brasília, DF, 2008. Disponível em <<http://www.todospelaeducacao.org.br/biblioteca/1189/saeb--ensino-medio--matrizes-de-referencia-topicos-e-descritores/>>. Acessado em agosto de 2016.

BRASIL. **Curso de Especialização Educação na Cultura Digital**. 2013. Disponível em: <<http://educacaonaculturadigital.mec.gov.br/>>. Acesso em Julho de 2016.

CROCKER, L.; ALGINA, J. **Introduction to Classical & Modern Test Theory**. USA : Harcourt College Publishers, 1986.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para UNESCO da Comissão Internacional Sobre Educação para o século XXI. Organização das Nações Unidas para educação, a ciência e a cultura. Brasília, DF: Ed. CNPq/IBICT, 2010.

PROJETO EDUCAR. **Projeto Educacional: Biografia de Phillippe Perrenoud**. 2012. Disponível em < <http://projetoeducacional2012.blogspot.com.br/2012/05/biografia-de-philippe-perrenoud.html> > Acesso em agosto de 2016.

FERNANDES, K. Os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em correlação com os eixos temáticos dos PCNs. **Revista Eletrônica de Ciências**, v.5, n.3, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 18. ed. São Paulo: Paz e Terra. 1988.184p,

FREIRE, Paulo. **Carta de Paulo Freire aos professores**. Estud. av. [online]. 2001, v.15, n.42, p. 259-268. ISSN 0103-4014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142001000200013>> Acessado em 10 de junho de 2016.

GARCIA, L. A. M. **Competências e habilidades: você sabe lidar com isso**. Educação e Ciência On Line. 2005. n. 3. Disponível em <http://smec.salvador.ba.gov.br/site/documentos/espaco-virtual/espaco-praxis-pedagogicas/PROCESSO%20ENSINO-APRENDIZAGEM/competenciasehabilidades_vocesabelidarcomisso.pdf> Acessado em agosto 2016.

LOPES, B. B. G. **Livros Didáticos de Física e as inovações da pesquisa em Educação em Ciências**. Dissertação (Mestrado), 2007, 136 p., Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

MACEDO, L. de. **Competências e habilidades: elementos para uma reflexão pedagógica**. 1999. Disponível em: <<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2505.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MARQUES, T. B. I. **Nova Escola**. Nova Escola, São Paulo, p. 66 - 66, fev. 2006.

MOREIRA, M. A.; SOUZA, C. M. S. G. de; SILVEIRA, F. L. da. **Organizadores Prévios como Estratégia Para Facilitar a Aprendizagem Significativa**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, p.41-53, fev. 1982. Trimestral. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/472.pdf>>. Acesso em: 30 agosto de 2016.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universitária de Brasília, 1999.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C.; RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.). **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España. p. 19-44, 1997.

MOREIRA, M. A; GRECA, I. M. **Mudança conceitual: análise crítica e proposta à luz da teoria da aprendizagem significativa**. Ciência e Educação, Bauru, v.9, n.2, p 301-315, 2003

MOREIRA, M. A. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa** (Advanced organizers and meaningful learning). Porto Alegre, 2008. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>> Acessado em 30 de agosto de 2016.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl, São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 1999.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física 1ª ed., 2012.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas–UEPS**. 2012 Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>> . Acessado em 30 de agosto de 2016.

MORETTO, V. P. **Planejamento: Planejando a educação para o desenvolvimento de competências**, 10. ed., Petropolis, RJ: Vozes, 2014.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, Mudança Conceitual E Ensino De Ciências: Para Onde Vamos?** Investigações em Ensino de Ciências, v.1, n.1, p. 20-39, 1996a.

MORTIMER, E. F.; CARVALHO, A. M. P. Referências Teóricas para Análise do Processo de Ensino de Ciências. **Cad. Pesqui**, São Paulo, n. 96, p. 5-14, 1996b.

PARRAT-DAYAN, S. La teoría de Piaget sobre la causalidad. In: Moreno Marimón, M. et al. **Conocimiento y Cambio**. Barcelona: Paidós. 1998, p. 21-30.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999a.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens. Entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999b.

PIRES, J. **Pequenas Revoluções-Grandes Mudanças**. 2009. Currículos flexíveis-desafio ou teimosia. Disponível em <<http://historico.ensino.eu/em-artigo04.pdf>> Acessado em agosto de 2016.

POZO, J. I. **A solução de problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Trad. NEVES, B. A. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I. **Teorias cognitivas de aprendizagem**. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SCARPA, R. L. P.. Nova Escola. **Nova Escola**, São Paulo, p. 66 - 66, 06 fev. 2006.

VALSINER, J. The encoding of distance: the concept of the 'zone of proximal development' and its Interpretations. In: COCKING, R. R.; RENNINGER, K. A. **The Development and Meaning of Psychological Distance**. Hillsdal, New York: Erlbaum, 1993.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

ZABALA, A. **Enfoque globalizador e pensamento complexo**: uma proposta para o currículo escolar. Porto Alegre: Artmed, 2002.

APÊNDICE A: FAD-HIDROSTÁTICA

O FAD-HIDROSTÁTICA, material potencialmente significativo, foi construído levando em consideração a necessidade de identificação do que o aluno já sabe sobre o tema abordado, levantamento de dificuldades já apresentado em artigos sobre os mesmos temas, possíveis lacunas e possibilidade de zoneamento conceitual.

O FAD propriamente dito em sua parte metodológica tem três tipos de atividades: EXPERIMENTO(S) DEMONSTRATIVO(S); QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS ou TESTE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS (TCP) e EXPERIMENTO(S) INVESTIGATIVO(S) ou TESTE DE ESTUDO DIRIGIDO (TED).

Tomamos o FAD como um plano de aula, onde o objetivo é, dentro da sequência de aplicação didática escolhida, ministrar aulas que se traduzam em aprendizagem com significado.

Os Experimentos Demonstrativos

Tem a finalidade de despertar a aplicabilidade dos conteúdos, mas também de preparar o aluno para as aulas que virão e de dar suporte para a atuação do professor em sala de aula, tomando por base o que o aluno, ou grupo de alunos respondeu em seu relatório;

Deve ser aplicado um experimento por vez, e para cada um experimento deve ser confeccionado relatório contendo os conhecimentos prévios dos alunos;

Antes de cada aplicação de um dos experimentos, na aula anterior, oriente a turma sobre quais temas eles devem ler no livro texto ou em material complementar para se preparar para a aula onde será aplicada o experimento demonstrativo;

Fazemos um experimento por vez, pedimos que a turma se divida em equipes de no máximo 3 alunos, e que essa equipe monte um pequeno relatório sobre o experimento, todas essas ações no tempo de uma aula;

Recolhemos os relatórios, coletamos as informações que eles nos trazem, e preparam-se ações para o reensino das dificuldades apresentadas;

Só assim se começa a resolução das Questões de Conhecimentos Prévios que estão relacionadas com cada um dos experimentos demonstrativos.

As Questões ou Teste de Conhecimentos Prévios - TCP

As questões foram formuladas na sequência em que se optou lecionar os conteúdos;

A visão do livro adotado ou do material complementar sobre esses conteúdos foi muito importante na formulação dessas questões. Aqui se utilizou FÍSICA CONCEITUAL – Paul G. Hewitt – Ed. Bookman;

As resoluções das questões estão atreladas a construção de habilidades associadas ao conjunto de Objetivos de Ensino que se quer trabalhar;

Divisão das Questões de Conhecimentos Prévios:

- Questões de 01 á 04: estão diretamente ligadas à Prática 01 dos Experimentos Demonstrativos;
- Questões de 05 á 08: estão diretamente ligadas à Prática 02 dos Experimentos Demonstrativos;
- Questão 09: está diretamente ligadas à Pratica 03 dos Experimentos Demonstrativos.
- Questão 10: está diretamente ligada à Prática 04 dos Experimentos Demonstrativos

O Experimento Investigativo ou Teste de Estudo Dirigido - TED

É um experimento de fechamento e conclusão da ficha.

Nele especificou-se a necessidade de melhora da eficiência do protótipo do braço hidráulico a escolha da equipe de alunos.

Para essa prática reserve duas semanas.

Na Semana que antecede o início da prática – Escolha do tipo de Braço Hidráulico por parte das equipes e solicite relatório de fundamentação teórica sobre o experimento.

Na Semana UM – aulas de tira dúvidas sobre a montagem do protótipo e hipóteses de solução de como aumentar a eficiência do protótipo, e parte teórica, equipe a equipe. Essa semana é chamada de Semana de Orientação e Fundamentação.

Na Semana DOIS – aulas de apresentação. Nela podemos associar nota seguindo a Ficha de Avaliação de Experimento Investigativo em anexo.

Como sugestão de avaliação se encontra no Apêndice A uma FICHA DE AVALIAÇÃO DE EXPERIEMTNO INVESTIGATIVO e seus critérios a serem verificados.

TABELA DE DESCRITORES do FAD-HIDROSTÁTICA

Tabela 1 - Tabela de competências e habilidades da unidade temática Estudo dos Fluidos em Hidrostática.

COMPETÊNCIA	HABILIDADE	DESCRIPTOR	TÓPICO DE UNIDADE TEMÁTICA
C1 - Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita e oral, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	HF2 - Saber utilizar corretamente símbolos, códigos, nomenclaturas e unidades de grandezas da Física , por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos. (DL)	D.1. Definir Empuxo promovendo o entendimento de que é uma força de expulsão proveniente do retorno do volume de líquido deslocado pela mistura de substâncias não miscíveis como o que acontece quando entramos em uma banheira. D.2. Expressar que o Empuxo é uma força de valor equivalente ao peso de fluido deslocado. D.3. Definir Pressão e Pressão hidrostática D.4. Expressar Pressão em atmosferas (atm) , em Pascal (Pa =N/m²) e em comprimento da altura da coluna de fluido que a gera. D.5. Relacionar Pressão hidrostática apenas com o tipo de fluido e profundidade no interior desse fluido.	Estudo dos Fluidos em HIDROSTÁTICA
C2 - Ler, articular e interpretar símbolos e	HF5 - Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de	D.6. Construir gráficos que mostrem o comportamento linear da pressão local com a profundidade e entender	

códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias , para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo. (SP)	que um gráfico está sempre ligado a uma relação matemática entre as grandezas em seus eixos. D.7. Expressar Pressão hidrostática como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de fluido, assim como através do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.	Estudo dos Fluidos em HIDROSTÁTICA
C3 - Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	HF6 - Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos eletrodomésticos, ou esquemas de montagem de móveis. (SP)	D.8. Coletar dados em figuras com representação técnica de colunas de fluido, e identificar qual fator influencia na pressão hidrostática. D.9. Elaborar relatório sobre fatores que influenciam na pressão a partir de tabelas técnicas e dados de tubulações	
C6 - Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes	HF13 - Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes,	D.10. Compreender como potencializar forças por meio de fluidos incompressíveis, explicando com isso acontece.(Teorema de Pascal) D.11. Concluir que locais, no interior de mesmo fluido estático incompressível e na mesma profundidade se	

e possíveis estratégias para resolvê-la.	processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes. (CF)	encontram sobre mesma Pressão total. (Lei de Stevin) D.12. Descrever o princípio de funcionamento dos Barômetros. D.13. Descrever o princípio de funcionamento das prensas e macacos hidráulicos. D.14. Descrever o princípio da fluabilidade.	Estudo dos Fluidos em HIDROSTÁTICA
C7 - Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico e estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.	HF18 - Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. Assim, por exemplo, reconhecer a relação entre a vazão de entrada e de saída de um sistema hidráulico, ou da corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor. (CF)	D.15. Compreender que a Lei de Stevin só pode ser utilizada para locais no interior do mesmo fluido.	
C10 - Articular, integrar e sistematizar	HF29 - Reconhecer, na análise de um mesmo fenômeno, as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos	D.16. Reconhecer a influência da pressão local, levando em consideração aspectos físicos, no processo de respiração.	

fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	fenômenos. Por exemplo, no ciclo da água, compreender que a Física releva os aspectos das transformações de estado e processos de circulação, enquanto a Química trata das diferentes reações e do papel das soluções, enquanto a Biologia analisa a influência nas cadeias alimentares e o uso do solo. (CF)		
C11 - Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	HF32 - Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao desenvolvimento de motores,	D.17. Indicar quais fatores históricos influenciaram na dedução do Princípio de Arquimedes (Empuxo).	

	ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução. (CF)		
C14 - Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	HF39 - Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor. (EP)	D.18. Ponderar sobre os fatores que determinam a altura de caixas d'água para que haja um fornecimento de água adequado ao sistema hidráulico projetado de uma residência.	

Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptada de BRASIL (2000).



FAD-HIDROSTÁTICA
Colégio Militar do Recife – CMR
1ºano do Ensino Médio – Física
Prof. Luiz Neto

EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS

Prática 01: Furos e jatos de água: Garrafa Furada: Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia d'água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água conforme ilustrado na figura.

Figura 1: Garrafa pet completamente cheia de água com 3 orifícios localizado, em relação a base, 70% da altura, 50% da altura e a 30% da altura.



Fonte: ENEM (2013)

- A) Em qual orifício a água jorra com mais velocidade e por que isso ocorre?
 B) Pode-se verificar que quanto maior a profundidade ou altura do líquido, o filete de água atinge uma maior distância?
 C) A pressão é maior dependendo da profundidade do orifício considerado?

Prática 02: TOMANDO LÍQUIDO COM DOIS CANUDOS.

Procedimentos: i. Coloque dois canudos dentro de uma garrafa e tome o líquido. “Funciona”, ou não? ii. Agora, mantenha os dois canudos na boca, mas com a outra extremidade de um deles dentro do líquido e a do outro, fora da garrafa, como na figura.

E agora, você consegue tomar?

Figura 2: Imagem do II procedimento, com um canudo dentro e o outro fora do líquido a ser ingerido. Fonte: Tomando água com dois canudos



Fonte: Biffi e Catelli (2007)

Prática 03: Brincando com seringas

Materiais utilizados: 2 seringas de diâmetros diferentes (uma de 10 ml e outra de 20 ml); tubo de soro (± 25 cm), que fará conexão entre as duas seringas e água.

Figura 3: Conjunto de duas seringas a da esquerda de 20ml e a da direita de 10ml conectadas por tudo de soro e preenchidas com água.



Fonte: O Autor (2017)

Montagem e procedimentos: 1- Retire os êmbolos das seringas; 2- Junte as seringas às extremidades do tubo; 3- Deixe a seringa de 10 ml em um nível mais elevado do que a de 20 ml, e preencha a de 20 ml por completo com água, isso para fazer a de 20 ml ficar completamente cheia; 4- Insira o êmbolo na seringa de 20ml, e permanecendo com a de 10 ml elevada, empurre o êmbolo da de 20 ml para fazer com que a seringa de 10ml fique completamente preenchida até a marca de 10ml. Tudo isso pra evitar entrada de ar; 5- Seguidamente, pressione o êmbolo da seringa maior até deslocar o êmbolo da seringa menor.

Questões a serem debatidas:

A) Cite outros mecanismos que se utilizam do Princípio de Pascal para o funcionamento.

B) Verifique qual dos êmbolos é mais difícil de mover e explique o porquê?

Prática 04: Flutuando em água.

Materiais utilizados: copo cilíndrico, ovo ao natural, água, sal e pincel marcador.

Montagem e procedimentos:

- 1 – Coloque água na temperatura ambiente num copo até que se tenha uma altura de água superior a altura do ovo e não deixando chegar próximo a borda;
- 2 – Coloque o ovo na água no interior do copo, e espere ele flutuar;
- 3 – Repare o a quantia de volume abaixo do nível da água e marque com um pincel a linha de flutuação;
- 4 – Retire o ovo do copo, adicione toda quantidade de sal disponível e misture bem para dissolver o sal na água deixando a mistura homogênea;
- 5- Recoloque o ovo no copo, agora com água com sal, e novamente marque a linha de flutuação.

Questões a serem debatidas:

A) Por que o ovo flutua?

B) O que acontece com o nível de volume do ovo submerso depois da flutuação na água com sal em relação á flutuação em água? Por quê?

QUESTIONÁRIO ou TESTE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS -

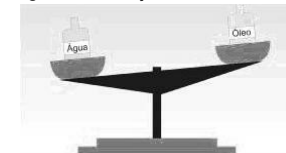
TCP

QUESTÃO 1. Segure um lápis apoiando o polegar na parte de trás e o mínimo na ponta, apertando suavemente. Em qual dedo sentimos mais dor? Por quê?

QUESTÃO 2. Quadrado tem área? Como se calcula a área de um quadrado?

QUESTÃO 3. Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo ilustrado na figura 4. Como você explicaria o desequilíbrio da balança?

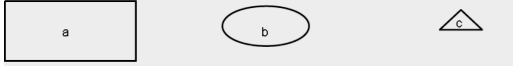
Figura 4: balança com um litro de água e um litro de óleo em cada braço.



Fonte: Blog - Profª Luciana e Prof Hermes

QUESTÃO 4. Na figura 5 abaixo temos 3 pedaços de isopor: a, b e c. O que se pode dizer sobre os valores das densidades d_a , d_b e d_c ?

Figura 5: pedaços de isopor



Fonte: Rossi et al (2008)

Onde: a=superfície plana de forma retangular; b=superfície plana de forma elíptica; c=superfície plana de forma triangular.

- a) $d_a = d_b = d_c$ b) $d_a = d_b > d_c$ c) $d_a = d_b < d_c$
 d) $d_a > d_b > d_c$ e) $d_a < d_b < d_c$

QUESTÃO 5. Quando lemos Pressão Hidrostática, qual o entendimento que temos ao destrinchar esse título através do significado de suas palavras?

QUESTÃO 6. O ar sobre nossas cabeças e ao nosso redor também é um fluido, logo a pressão do ar sobre nós tem as mesmas características de uma Pressão Hidrostática! Ela é uma Pressão Hidrostática! Ela é uma ordem determinante do estado da matéria! Saiba que, devido a diferença no valor da pressão atmosférica, a água consegue ferver mais rapidamente em lugares mais altos (de maior altitude) do que em lugares mais baixos (mais próximos do nível do mar). Como explicar essa dependência?

QUESTÃO 7. Analisemos as imagens a seguir, nas quais se encontram situações em que pacientes estão tendo sua pressão arterial aferida. O nome do aparelho que executa essa importante função é o ESFIGMOMANÔMETRO. Na Figura 6 temos a aferição analógica, que se utiliza do ESTETOSCÓPIO para auxiliar na auscultação, do verbo AUSCULTAR = ação de escutar sons internos do corpo humano, enquanto nas Figura 7 e Figura 8, temos respectivamente a aferição sendo feita de modo digital e automática e o modo correto de uso do aferidor digital.

Figura 6: Aferidor Analógico



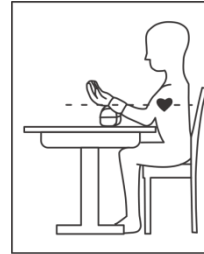
Fonte: Viva Melhor On Line (2013)

Figura 7: Aferidor Digital



Fonte: Melinterest Beta

Figura 8: Posição para aferição do valor correto



Fonte: Melinterest Beta

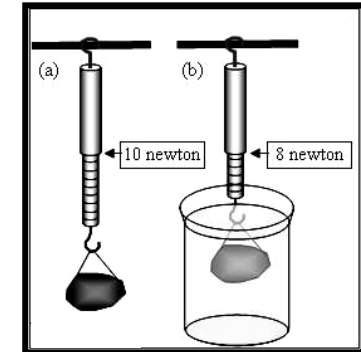
- A) O que há de idêntico em ambas as situações quanto a posição em que os aferidores devem ser instalados?
 B) Em que teoria física essa aferição se baseia?

QUESTÃO 8. Ao modificar a pressão local na superfície livre de um fluido estático, por exemplo, por meio de um aumento de força realizado sobre um êmbolo de uma seringa como na Figura 3, ou também, pela colocação de um outro fluido imiscível sobre a superfície livre de um fluido inicialmente já presente em um recipiente, o que acontece com a pressão dos outros locais no interior do fluido? Vamos debater!

QUESTÃO 9. Encontre uma maneira de medir a relação entre a força que aparece no êmbolo maior e a força que feita é sobre o êmbolo menor, baseando-se na PRÁTICA 03 dos Experimentos Demonstrativos.

QUESTÃO 10. Quando entramos em uma piscina, ou no mar, temos a sensação de estarmos mais leves. Isso é até mesmo comprovado quando tentamos segurar algo, ou alguém pelos braços, e temos a sensação de que o corpo sustentado está mais leve, ficou mais fácil de sustentá-lo. Veja como essa sensação é verdadeira, analise as imagens.

Figura 9: a) medida do peso real ; b) medida do peso aparente



Fonte: Educarchile

Nela encontramos duas situações, na situação (a) temos um dinamômetro medindo a força de sustentação sobre o corpo no valor de 10 N, força essa que é equivalente ao peso desse corpo. Logo o peso real do corpo vale 10 N, e, até atingir a situação de sustentação, o dinamômetro sofreu uma deformação, a qual gerou a força de sustentação. Já na situação (b), notemos que a deformação foi menor até que se fosse atingido o equilíbrio, e consequentemente até que a sustentação fosse atingida o dinamômetro indicava 8 N.

Isso nos mostra que, quando imersos, totalmente ou parcialmente, os corpos se apresentam com um peso aparente menor do que seu peso real.

Mas fica a pergunta: E para onde foram os outros 2 N de força peso do corpo? Desapareceram? Vamos debater!

EXPERIMENTO INVESTIGATIVO

Braço Hidráulico

Objetivo: Aumento da eficiência de Braço Hidráulico.

Procedimento: Tome por base algum protótipo que já tenha sido construído. Temos vários exemplos no Youtube, é só colocar braço hidráulico, e vários vídeos com todas as etapas e matérias serão apresentados a você. Escolha o seu modelo e mãos a obra!

Tarefa: Aumento da eficiência do protótipo através da aplicação e conceitos trabalhados durante os estudos de HIDROSTÁTICA.

QUESTÕES E SUAS ORIENTAÇÕES AOS PROFESSORES

QUESTÃO 1. Segure um lápis apoiando o polegar na parte de trás e o mínimo na ponta, aperte suavemente. “Em qual dedo sentimos mais dor? Por quê?”

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: o professor utilizará as respostas dos alunos para construir o conceito de Pressão (força por unidade de área), diferenciar pressão de força, e enfatizar que a dor está associada a pressão, ao se aplicar uma medicação por meio de uma injeção (modo injetável), quanto menor a área da agulha da seringa, maior a pressão sobre a pele, mais facilmente tem-se a penetração, e o resultado é dor instantânea e não duradoura. Aqui também se pode trabalhar o objetivo de se amolar uma faca, implicando em menos área sob a qual a força está sendo aplicada, mais pressão, melhor corte e mais preciso.

Podemos com o mesmo intuito utilizar a figura a seguir para trabalhar a noção de pressão em outra situação.

Figura 10: Flutua ou afunda?



Fonte: Präss

Outra forma de trabalhar o entendimento da relação entre pressão e área, e as diferentes consequências.

QUESTÃO 2.Quadrado tem área? Como se calcula a área de um quadrado?

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: provavelmente os alunos irão dizer SIM à primeira pergunta e na segunda, dirão Lado ao quadrado = L^2 .

Aqui temos de ter cuidado, estamos vivenciando um momento de revolução educacional, segundo MORETTO(2014): Planejando a educação para o desenvolvimento de competências, “...estamos vivendo uma revolução epistemológica.” Um quadrado tem perímetro e não área, e podemos afirmar que ele encerra um área de formato quadrado. Isso para que não passemos em branco sobre a origem das palavras. Aqui ainda podemos trabalhar com as equações das áreas encerradas pelo triângulo, pela circunferência, que é a are do círculo, e daqui já criamos a base para revisar ou consultar o que o aluno já sabe sobre volume dos sólidos: esfera, cubo, cilindro e cone.

QUESTÃO 3.Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo ilustrado na figura abaixo. Como você explicaria o desequilíbrio da balança?

Figura 11: balança com um litro de água e um litro de óleo em cada braço



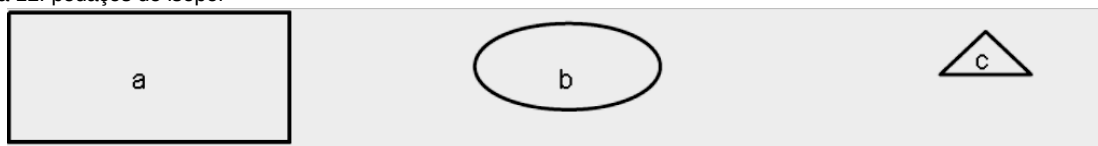
Fonte: Blog - Profª Luciana e Prº Hermes

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui devemos atentar para os conhecimentos prévios já oriundos da disciplina de Química, onde a noção de densidade se refere à

quantidade de massa contida em um determinado volume, que se relaciona com diversas propriedades das substâncias. Aqui em física, nós estaremos interessados na visão de quantidade de massa contida num certo volume, que as substâncias podem ser diferenciadas por suas densidades específicas, e microscopicamente na noção da constituição molecular da substâncias e de espaços intermoleculares. Abre-se aqui a possibilidade de entendimento do que acontecerá quando da solidificação da água para o entendimento de o porquê o gelo flutua na água, ponto requerido novamente mais a frente quando nos estudos sobre Empuxo. Mais para frente, essa discussão sobre densidade será fundamental no entendimento de flutuabilidade.

QUESTÃO 4. Na figura abaixo temos 3 pedaços de isopor: a, b e c. O que se pode dizer sobre os valores das densidades d_a , d_b e d_c ?

Figura 12: pedaços de isopor



Fonte: Rossi et al (2008)

a= superfície plana de forma retangular; b=superfície plana de forma elíptica; c=superfície plana de forma triangular.

a) $d_a = d_b = d_c$

b) $d_a = d_b > d_c$

c) $d_a = d_b < d_c$

d) $d_a > d_b > d_c$

e) $d_a < d_b < d_c$

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui vemos a oportunidade de levantar ainda mais um pouco o grau de entendimento do aluno sobre o que influencia na densidade de uma substância. Apresenta-se também um caminho para discussão sobre o que realmente influencia na densidade de uma substância, um aprofundamento na visão microscópica da constituição da matéria e como o conjunto de átomos estão distribuídos.

QUESTÃO 5. Quando lemos Pressão Hidrostática, qual o entendimento que temos ao destrinchar esse título através do significado de suas palavras?

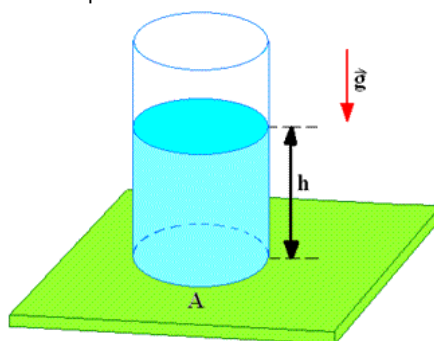
ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: é importante termos em mente a importância do trabalho baseado em uma epistemologia construtivista sociointeracionista, nela tudo tem de ter seu significado baseado no que o aprendente já sabe. Então aqui Pressão = Força sobre uma determinada área, HIDROSTÁTICA = líquido, fluido estático. Mas força de quem? E que força?

Então temos o entendimento conclusivo de que é a pressão feita pelos fluídos sobre a superfície onde se encontram, é ocasionada por algo que puxa o líquido para baixo e por isso o fluido empurra, também para baixo, a base do recipiente onde ele se encontra. Isso levaria, depois de alguma discussão, ao entendimento que a força que o líquido exerce é equivalente ao seu peso.

Aqui também se abre espaço para a introdução da equação de Pressão Hidrostática local ($P_{H_} = d \times g_ \times h_;$ onde o “_” é uma forma de indicar “localidade”, que é de algum lugar ou local, d = densidade do líquido, $g_$ = intensidade da gravidade local e $h_$ = altura da coluna de fluido acima daquele local) e suas especificidades, como: independência da área da base do volume que o líquido ocupa, dependência da densidade da substância fluida, da

intensidade da gravidade local e da altura da coluna de fluido acima do local onde se quer determinar a pressão da coluna de fluido. Baseie sua construção de equação de Pressão local a partir de uma figura como a seguir, onde temos um líquido encerrado em um volume cilíndrico e queremos saber como construir a equação da Pressão Hidrostática num local a uma profundidade h da superfície do líquido em questão.

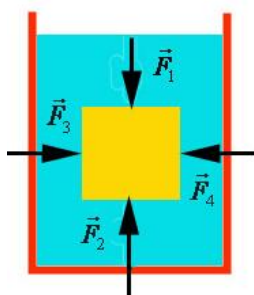
Figura 13 : Ilustração de fluido encerrado em recipiente cilíndrico e de área de base A .



Fonte: Silva

Necessário explicação de que Pressão é uma grandeza escalar, e que ela é sentida em todos os lados quando no interior de um fluido, e o resultado geral da ação da pressão de fluidos sobre corpos mergulhados neles, quando a estrutura não suporta tamanha ação de forças, é a IMPLOÇÃO.

Figura 14: Distribuição de forças sobre corpo submerso.



Fonte: Silva

Nesse momento, pegue uma garrafa de água mineral ou suco, que seja flexível, sugue todo ar de dentro dela e demonstre assim o que é **IMPLODIR** = quebra estrutural devido ação resultante de pressão sobre todos os lados.

QUESTÃO 6. O ar sobre nossas cabeças e ao nosso redor também é um fluido, logo a pressão do ar sobre nós tem as mesmas características de uma Pressão Hidrostática! Ela é uma Pressão Hidrostática! Ela é uma ordem determinante do estado da matéria! Saiba que, devido a diferença no valor da pressão atmosférica, a água consegue ferver mais rapidamente em lugares mais altos (de maior altitude) do que em lugares mais baixos (mais próximos do nível do mar). Como explicar essa dependência?

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: a necessidade de justificar os fenômenos macroscópicos através do entendimento dos processos microscópicos é vital para uma aprendizagem significativa. Situações problema como essas, direcionadas ao debate e interação é de grande valia para o sucesso da prática inclusiva.

O objetivo aqui é entender a dependência inversa da altitude com a altura da coluna de ar acima do local onde o experimento está sendo realizado, baseando-se no entendimento de como a pressão local influencia no estado físico da matéria.

Oportunizamos o debate sobre diferença de pressão associada ao nível no interior do fluido, e em se afirmando que a nível do mar temos cerca de 10 km de coluna de ar acima de nossas cabeças, tem-se o significado de como o ar é pouco denso ao ser comparado com a água, por exemplo, que para gerar a mesma pressão hidrostática só necessita de 10 m de coluna.

Aqui se faz necessário abertura dos cálculos que venham a comprovar que $10 \text{ mH}_2\text{O} \equiv 10 \text{ kmAR} \cong 1 \times 10^5 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$. Tome a equação de pressão hidrostática e calcule

os valores de cada uma das pressões, a pressão gerada por 10 mH₂O = pressão gerada por 10 m de coluna de água á uma densidade de 10³ kg/m³, e a pressão gerada por 10 kmAR = pressão gerada por 10 km de ar á uma densidade de 1,225 kg/m³.

Não deixe passar o entendimento de que 1 atmosfera = 1 atm é uma valor de pressão equivalente a 10kmAR.

Escrever 10mH₂O, assim como 76cmHg, ou ainda 10kmAR, é uma forma técnica de escrever a pressão local em função da altura da coluna de fluido acima do local em específico e da substância que constitui o fluido.

A título de informação, só falamos da equivalência entre 10 mH₂O $\equiv$ 10 kmAR $\equiv$ 76cmHg quando pudermos enunciar a Lei de Stevin, para que possamos retomar o histórico experimento de Torricelli.

QUESTÃO 7. Analisemos as imagens a seguir, nas quais se encontram situações em que pacientes estão tendo sua pressão arterial aferida. O nome do aparelho que executa essa importante função é o ESFIGMOMANÔMETRO. Na primeira situação temos a aferição analógica, que se utiliza do ESTETOSCÓPIO auxilia na auscultação, do verbo AUSCULTAR = ação de escutar sons internos do corpo humano, enquanto na segunda situação, a aferição é feita de modo digital e automática.

Figura 15: Aferidor Analógico



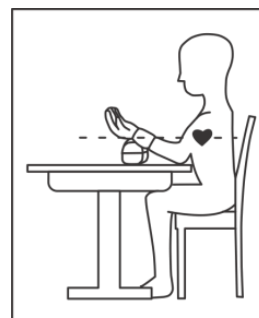
Fonte: Viva Melhor On Line (2013)

Figura 16: Aferidor Digital



Fonte: Melinterest Beta

Figura 17: Posição para aferição do valor correto



Fonte: Melinterest Beta

A)O que há de idêntico em ambas as situações quanto a posição em que os aferidores devem ser instalados?

B)Em que teoria física essa aferição se baseia?

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: cotidianizar é incluir, é mostrar que o conteúdo a ser aprendido faz a diferença na vida do aluno.

Temos uma aplicação da Lei de Stevin.

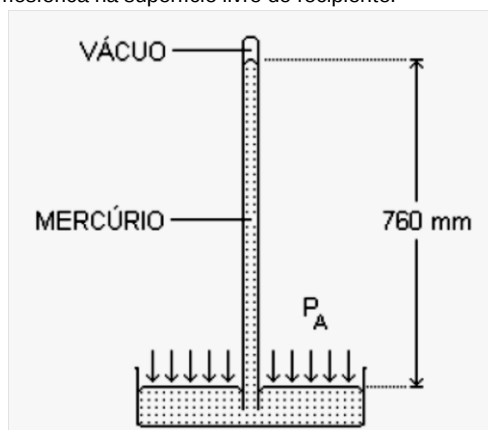
O que se quer medir é a pressão arterial do fluido sanguíneo no interior do coração. Mas não temos como inserir um MANÔMETRO no interior da coração para que isso possa ser aferido. Então como proceder a uma aferição com um certo grau de precisão de uma outra forma, sem que haja invasão corpórea?

Aqui se notará que, em ambas as situações, o aparelho utilizado diretamente na aferição, o ESFIGMOMANÔMETRO, tem de estar a mesmo nível, ou linha horizontal, do coração. Isso se aplica diretamente nas condições de aplicação da Lei de Stevin: num mesmo fluido, e na mesma horizontal, locais diferentes apresentam mesma pressão total. Logo, estamos medindo a pressão local de uma parte do sistema sanguíneo que está no mesmo nível

horizontal que o fluido no interior do coração. Dessa forma, estamos aferindo a pressão do fluido sanguíneo no coração.

Abre-se caminho para o entendimento do experimento de Torricelli para medir a pressão hidrostática do ar e escrevê-la em função da altura da coluna de Hg que á equilibra.

Figura 18: Experiência de Torricelli : A coluna de mercúrio no interior do tubo permanece com uma altura de aproximadamente 760 mm, sustentada pela pressão atmosférica na superfície livre do recipiente.



Fonte: Palandi et al (2010)

Como um ponto no interior do tubo, ao nível da superfície do líquido externo, está ao mesmo nível que um ponto constituinte da superfície do livre o líquido, do lado de fora do tubo, pela aplicação da Lei de Stevin, eles devem estar suportando a mesma pressão total. Logo: a pressão interna representada pela coluna de Hg de 76 cm de altura é equiparada à pressão externa sobre a superfície livre, aqui representada pela pressão do ar na localidade onde o experimento foi realizado, historicamente ao nível do mar.

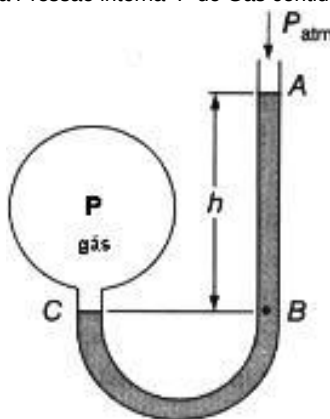
Daí a igualdade: Pressão atmosférica ao nível do mar equivale a 76 cmHg ou 760 mmHg, ao que convencionadamente chamamos de 1 atm

$$1 \text{ atm} \equiv 760 \text{ mmHg} \equiv 10 \text{ mH}_2\text{O}$$

Em outras palavras, a pressão atmosférica é equivalente à pressão de uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura, ao nível do mar, a 0°C e em um local onde o módulo da aceleração gravitacional tem o valor $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Disponibiliza-se assim características e informações para o entendimento do funcionamento dos manômetros de Tubo U. Representação de um Tubo em U com a finalidade de medir a pressão do gás no balão.

Figura 19: Manômetro em U para medição da Pressão interna P do Gás contido no balão.



Fonte: Apostila de Física II para Engenheiros.

Aqui, ao aplicarmos a Lei de Stevin, chegamos ao entendimento de que a pressão total no local C, representada pela Pressão do gás é igual a pressão total no ponto B, representada pela soma entre a pressão hidrostática da coluna h de fluido e a pressão atmosférica.

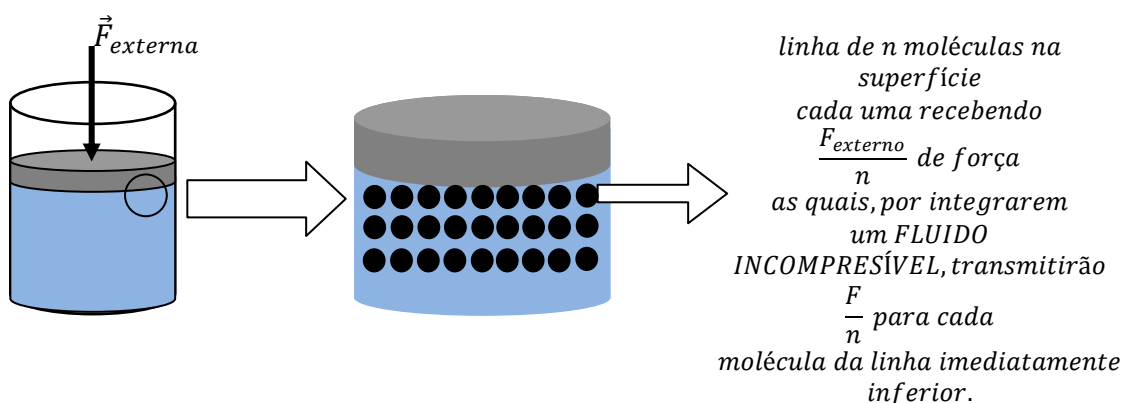
$$P_C = P_h + P_{atm}$$

QUESTÃO 8. Ao modificar a pressão local na superfície livre de um fluido estático, por exemplo, por meio de um aumento de força realizado sobre um êmbolo de uma seringa (Figura 3), ou também, pela colocação de um outro fluido imiscível sobre a superfície livre do fluido inicial , o que acontece com a pressão dos outros locais no interior do fluido? Vamos debater!

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: o objetivo aqui foi a verificação de visão microscópica de como o aumento de força aplicada na superfície livre de um fluido era distribuída pelas moléculas ao longo da superfície, e que em sendo do fluido incompressível, a ação do aumento de força sobre cada molécula ao longo da superfície seria totalmente transmitido molécula a molécula, e consequentemente, também sentido por todas as outras partes do interior do fluido de modo total.

Utilize as seguintes imagens para facilitar a sequência pensante dos alunos

Figura 20: Visão Microscópica da distribuição da Força aplicada e sua transmissão molécula a molécula.

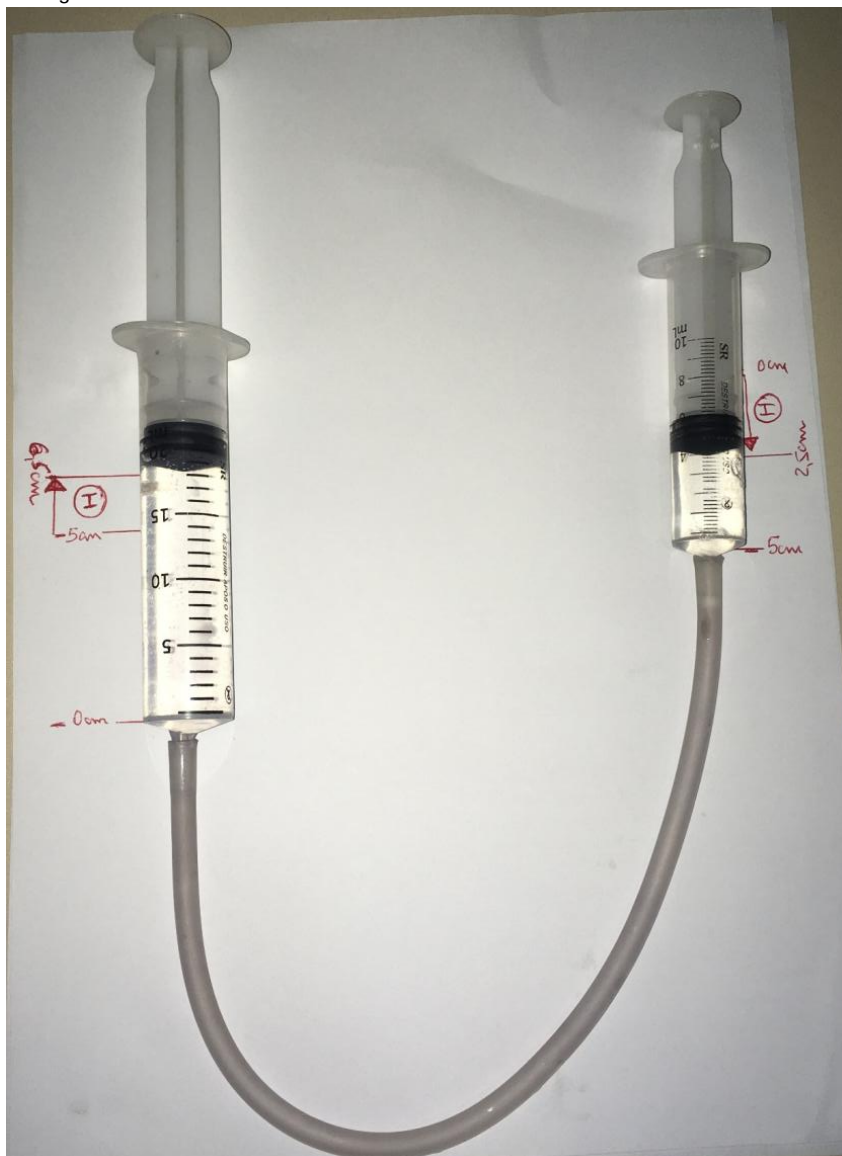


Fonte: O Autor (2017)

QUESTÃO 9. Encontre uma maneira de medir a relação entre a força que aparece no êmbolo maior e a força que feita é sobre o êmbolo menor, baseando-se na PRÁTICA 03 dos Experimentos Demonstrativos.

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui se faz muita atenção ao experimento investigativo PRÁTICA 03 – Brincando com seringas. A seguir uma proposta para execução dessa medida.

Figura 21: Imagem do experimento sobre potencialização de força seguindo o Princípio de Pascal. Enquanto que a seringa de menor diâmetro desceu 2,5 cm a de maior diâmetro subiu 1,5 cm, o que resultou em uma potencialização de 1,67x na força que foi aplicada na seringa de menor diâmetro.



Fonte: O Autor (2017)

Aqui, com o auxílio de uma régua, tomamos as marcações de 0 cm e 5 cm em cada seringa, na maior isso correspondia à indicação de 0 mL e 15 mL, respectivamente e na menor isso correspondia a 10 mL e 0 mL, respectivamente.

Ao deslocar o êmbolo da menor de 2,5 cm, passando da indicação 10 mL para 5 mL, o êmbolo da maior sofre variação de posição de 1,5 cm, passando da indicação 15 mL para 20 mL.

Aplicando o Teorema de Pascal

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A}$$

onde :

f = força exercida no êmbolo menor;

a = área da superfície circular do êmbolo menor;

F = força exercida sobre o êmbolo maior

(consequência da transmissão integral do aumento de pressão exercida no êmbolo menor)

e

A = área da superfície circular do êmbolo maior

Substituindo o valor das respectivas áreas, pelos volumes associados de líquidos deslocados temos:

$$a = \frac{V}{d}, \text{ onde } d \text{ é o deslocamento do êmbolo menor}$$

e

$$A = \frac{V}{D}, \text{ onde } D \text{ é o deslocamento do êmbolo}$$

Então temos:

$$f \cdot \frac{d}{V} = F \cdot \frac{D}{V}$$

como o volume deslocado tem de ser o mesmo, fluido incompressível,

$$f \cdot d = F \cdot D$$

Substituindo os valores conseguidos

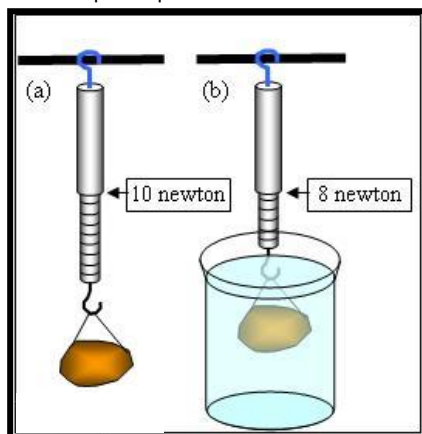
$$f \cdot 2,5 = F \cdot 1,5 \rightarrow F = \frac{f}{0,6} \rightarrow F \cong 1,67 \cdot f$$

O que nos mostra um poder de potencialização de 1,67 vezes ou equivalentemente um aumento de 67% no valor da força aplicada.

Desse modo, para cada 1N de força que se faz sobre o êmbolo menor, tem-se a apresentação de uma força F de 1,67 N sobre o êmbolo maior.

QUESTÃO 10. Quando entramos em uma piscina, ou no mar, temos a sensação de estarmos mais leves. Isso é até mesmo comprovado quando tentamos segurar algo, ou alguém pelos braços, e temos a sensação de que o corpo sustentado está mais leve, ficou mais fácil de sustentá-lo. Veja como essa sensação é verdadeira, analise as imagens.

Figura 22: a) medida do peso real ; b) medida do peso aparente



Fonte: Educarchile

Nela encontramos duas situações, na situação (a) temos um dinamômetro medindo a força de sustentação sobre o corpo no valor de 10 N, força essa que é equivalente ao peso desse corpo. Logo o peso real do corpo vale 10 N, e ,até atingir a situação de sustentação, o dinamômetro sofreu uma deformação, a qual gerou a força de sustentação. Já na situação (b), notemos que a deformação foi menor até que se fosse atingido o equilíbrio, e conseqüentemente até que a sustentação fosse atingida o dinamômetro indicava 8 N.

Isso nos mostra que, quando imersos, totalmente ou parcialmente, os corpos se apresentam com um peso aparente menor do que seu peso real.

Mas fica a pergunta: E para onde foram os outros 2 N de força peso do corpo? Desapareceram? Vamos debater!

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui o objetivo é chegarmos a uma conclusão, associado a vivência do aluno, de que ele realmente fica mais leve ao entrar na água, seja da

piscina ou do mar, e isso nunca o fez perguntar que o estava sustentando. Nunca o fez questionar quem o ajudava a ficar mais leve, já que em ele possuindo a mesma massa, antes e depois de entrar na água, seu peso deveria ser o mesmo e ele não deveria se sentir mais leve. O que não acontece. Ele se sente mais leve.

Pode surgir aqui respostas relacionadas a interferência da água nos efeitos gravitacionais, e isso será bom, não despreze essa linha de raciocínio. Leve o aluno a entender que a gravidade da Terra não mudou realmente, já que a intensidade local do campo gravitacional de um planeta depende apenas da massa do planeta e do quadrado da distância local ao centro do planeta.

Leve o aluno a entender que não é que realmente o peso tenha sido alterado, mas que houve alteração na sensação de ter peso. Isso lhe possibilita a oportunidade de levar o aluno a concluir que: se aparentemente tem-se a sensação de menos peso, e não foi por mudanças na massa nem na intensidade da gravidade, e sendo o peso um puxão para baixo, é porque tem de ter havido um empurrão para cima.

Imprima ao aluno esse caminho de raciocínio: se o efeito de uma força sobre um corpos foi diminuído, e ela não teve sua intensidade modificada, é porque houve ação de força ou forças contrárias sobre o corpo. Daí surge a significação de que ao entrar num fluido, todo fluido tende a expulsá-lo verticalmente para cima, e a esse empurrão para cima chamamos de empuxo. Dar significado é muito importante.

Depois entramos com as equações e conceituações. Mostrar situações cotidianas, situações problemas de onde podemos investigar acontecimentos pela ótica da física, faz o significado aparecer na vida estudantil de nosso aluno.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Portal do Ministério da Educação**, Brasília, DF, 2000. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: agosto 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em: maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCNEM+. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Portal do Ministério da Educação, Brasília, DF, 2007. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: agosto 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação/SAEB**, Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br/biblioteca/1189/saeb--ensino-medio--matrizes-de-referencia-topicos-e-descritores/>>. Acesso em: agosto de 2016.

BRASIL. **Curso de Especialização Educação na Cultura Digital**. 2013. Disponível em: <<http://educacaonaculturadigital.mec.gov.br/>>. Acesso em: julho de 2016.

Apostila de Física II para Engenheiros. Medidores de Pressão. Manômetro de tubo aberto em U. il. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAANuMAI/apostila-fisica-ii-engenheiros?part=4>>. Acesso em julho de 2016.

BIFFI, B. A.; CATELLI, F. Tomando Refrigerante com Dois Canudos?. **Física na Escola**, v.8, n. 1, 2007, il.

BISQUOLO, P. A. **Hidrostatica**: O Estudo dos Líquidos e Gases em Repouso. il. Disponível em: <<https://goo.gl/images/qzGQ6u>>. Acesso em : julho de 2016.

Blog – Profª Luciana e Profº Hermes. Atividade 1-2º Ano. Resposta 1, il. Disponível em: <<http://blog.educacaoadventista.org.br/professoraluciana/index.php?op=post&idpost=39>>. Acesso em : agosto de 2016.

Educarchile. **El Principio de Arquimedes**. Empuje y Peso Aparente, il. Disponível em: <<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=133171>>. Acesso em: julho de 2016.

Globo Comunicação e Participação S.A. In: BRASIL. Ministério da Educação. Inep. **Enem-Exame Nacional do Ensino Médio**: Prova de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, questão 57. Brasília, 2013, il. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/provas/enem-2013/questoes/57.html>>. Acesso em : agosto de 2016.

Melinterest Beta. Medidor Digital De Pressão Arterial e Batimentos Cardíacos. Disponível em: <<http://br.melinterest.com/articulo/MLB758747650-medidor-digital-de-preso-arterial-e-batimentos-cardiacos/>> . Acesso em: agosto de 2016.

PALANDI, J. et al. **Fluidos Reais e Ideais**. Santa Maria, p. 44, 2010, il.

PRÃSS, A. R. **Hidrostática**: Pressão. Fisicanet. il. Disponível em: <<http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>>. Acesso em : agosto de 2016.

ROSSI, A. V. et al. Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende. **Química Nova na Escola**, n. 30, nov 2008, il. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/10-AF-5208.pdf>. Acesso em: agosto de 2016.

SILVA, D. C. M. **Pressão de Uma Coluna Líquida**. il. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/pressao-uma-coluna-liquida.html>>. Acesso em: agosto de 2016.

Viva Melhor On Line. **Hipertensão Atinge 1 em Cada 25 crianças e Adolescentes**. 22 abr 2013, il. Disponível em: <<https://vivamelhoronline.com/tag/arterial/>>. Acesso em: agosto de 2016.

ANEXO A: COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE FÍSICA

Competências e Habilidades do PCNEM+ / Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias contidas da página 63 até a página 68.

REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO	
Na área	Em Física
Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciências e tecnologia	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	• Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos. • Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente. Por exemplo, identificar que uma caixa d'água de 2 m³ é uma caixa de 2000 litros, ou que uma tonelada é uma unidade mais apropriada para expressar o carregamento de um navio do que um milhão de gramas.
Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	• Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos. Por exemplo, interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler um medidor de água ou de energia elétrica; interpretar um mapa meteorológico ou uma fotografia de radiação infravermelha, a partir da leitura de suas legendas. • Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; construir tabelas e transformá-las em gráfico, para, por exemplo, descrever o consumo de energia elétrica de uma residência, o gasto de combustível de um automóvel, em função do tempo, ou a posição relativa do Sol ao longo do dia ou do ano.

	• Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	• Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos eletrodomésticos, ou esquemas de montagem de móveis. • Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. Por exemplo, no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de frequência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde.
Elaboração de comunicações	
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	• Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, tais como relatos de viagens, visitas ou entrevistas, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física. Por exemplo, elaborar o relatório da visita a uma usina termelétrica, destacando sua capacidade de geração de energia, o processo de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais. • Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada. Por exemplo, elaborar um relatório de pesquisa sobre vantagens e desvantagens do uso de gás como combustível automotivo, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos. • Expressar-se de forma correta e clara em correspondência para os meios de comunicação ou via internet, apresentando pontos de vista, solicitando informações ou esclarecimentos técnico científicos. Por

	exemplo, escrever uma carta solicitando informações técnicas sobre aparelhos eletrônicos, ou enviar um e-mail solicitando informações a um especialista em energia solar, explicitando claramente suas dúvidas.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia	
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	• Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara. Por exemplo, enviar um e-mail contra-argumentando uma notícia sobre as vantagens da expansão da geração termoeletrônica brasileira. • Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes, como, por exemplo, ao escrever uma carta solicitando ressarcimento dos gastos efetuados nos consertos de eletrodomésticos que se danificaram em consequência da interrupção do fornecimento de energia elétrica, apresentando justificativas consistentes.

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO	
Na área	Em Física
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	• Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes.
Interações, relações e funções; invariantes e transformações	
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	• Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. Assim, conhecer a relação entre potência, voltagem e corrente, para estimar a segurança do uso de equipamentos elétricos ou a relação entre força e aceleração, para prever a distância percorrida por um carro após ser freado. • Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de

	situações do dia-a-dia. Assim, por exemplo, compreender que variações de correntes elétricas estão associadas ao surgimento de campos magnéticos pode possibilitar, eventualmente, identificar possíveis causas de distorção das imagens de tevê ou causas de mau funcionamento de um motor. • Reconhecer a existência de invariantes que impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas. Assim, a conservação da quantidade de movimento pode ser utilizada para prever possíveis resultados do choque entre dois carros, a trajetória de uma bola após ter batido na parede, o movimento dos planetas e suas velocidades ao redor do Sol ou o equilíbrio de motos e bicicletas. • Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. Por exemplo, avaliar o trabalho necessário para erguer um objeto ou empurrar um caixote, a potência de que o motor de um carro precisa para subir uma ladeira ou a quantidade de calor para exercício de atividades esportivas. • Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. Assim, por exemplo, reconhecer a relação entre a vazão de entrada e de saída de um sistema hidráulico, ou da corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor.
Medidas, quantificações, grandezas e escalas	
Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	• Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas. Por exemplo, escolher a forma adequada para medir a quantidade de água presente em um copo ou a quantidade de alimento em uma embalagem. Ou escolher a melhor forma para medir o comprimento de uma sala ou a distância percorrida em um trajeto longo. • Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões. Por exemplo, estimar o volume de água de um tanque ou uma piscina e o tempo necessário para esvaziá-los. • Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações como, por exemplo, a planta de uma casa ou o mapa de uma cidade.

Modelos explicativos e representativos	
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	• Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema. Por exemplo, utilizar modelos microscópicos do calor para explicar as propriedades térmicas dos materiais ou, ainda, modelos da constituição da matéria para explicar a absorção de luz e as cores dos objetos. • Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. Por exemplo, utilizar modelo de olho humano para compreender os defeitos visuais e suas lentes corretoras, ou o modelo de funcionamento de um gerador. • Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões. Por exemplo, levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento da energia elétrica ou prever o tipo de lentes e a montagem necessária para projetar uma imagem numa tela.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	• Construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da física para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada. Por exemplo, reconhecer que as forças elástica, viscosa, peso, atrito, elétrica, magnética etc. têm origem em uma das quatro interações fundamentais: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca. • Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos. Por exemplo, compreender que o funcionamento de um termômetro clínico pode ser explicado, em termos macroscópicos, pela dilatação térmica do mercúrio, enquanto apenas o modelo microscópico da matéria permite compreender o fenômeno da evaporação de um líquido. • Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo. • Na utilização de um conceito ou unidade de grandeza, reconhecer ao mesmo tempo sua generalidade e o seu significado específico em cada ciência. Por exemplo, energia, caloria ou equilíbrio são conceitos com

	significados diferentes, embora correspondentes, em Física, Química ou Biologia. • Reconhecer, na análise de um mesmo fenômeno, as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos. Por exemplo, no ciclo da água, compreender que a Física releva os aspectos das transformações de estado e processos de circulação, enquanto a Química trata das diferentes reações e do papel das soluções, enquanto a Biologia analisa a influência nas cadeias alimentares e o uso do solo.
--	---

CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-CULTURAL	
Na área	Em Física
Ciência e tecnologia na história	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	• Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança. • Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas. • Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao

	desenvolvimento de motores, ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução. • Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Muitas vezes, a tecnologia foi precedida pelo desenvolvimento da Física, como no caso da fabricação de lasers, ou, em outras, foi a tecnologia que antecedeu o conhecimento científico, como no caso das máquinas térmicas.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	• Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana. • Promover e interagir com meios culturais e de difusão científica, por meio de visitas a museus científicos ou tecnológicos, planetários, exposições etc., para incluir a devida dimensão da Física e da ciência na apropriação dos espaços de expressão contemporâneos. • Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, como a relatividade ou as ideias quânticas povoam o imaginário e a cultura contemporânea, conduzindo à extrapolação de seus conceitos para diversas áreas, como para a Economia ou Biologia.
Ciência e tecnologia na atualidade	
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	• Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, por meio de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, nas novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou, ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, tevê a cabo.
Ciência e tecnologia, ética e cidadania	
Reconhecer e avaliar o caráter ético do	• Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento, sentindo-se mobilizado para

conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	diferentes ações, seja na defesa da qualidade de vida, da qualidade das infraestruturas coletivas, ou na defesa de seus direitos como consumidor. • Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor. • Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados quanto a um posicionamento responsável. Por exemplo, o uso de radiações ionizantes apresenta tanto benefícios quanto riscos para a vida humana. • Reconhecer, em situações concretas, a relação entre Física e ética, seja na definição de procedimentos para a melhoria das condições de vida, seja em questões como do desarmamento nuclear ou em mobilizações pela paz mundial. • Reconhecer que a utilização dos produtos da ciência e da tecnologia nem sempre é democrática, tomando consciência das desigualdades e da necessidade de soluções de baixo custo, como, por exemplo, para ampliar o acesso à eletricidade.
--	---

Fonte: PCNEM + , Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pag. 63-68.

Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acessado em: agosto de 2016.

ANEXO B: TEMAS ESTRUTURADORES DE FÍSICA

Temas Estruturadores do Ensino de Física - PCNEM+, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pag.69-79.

Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acessado em agosto de 2016.

Na perspectiva de estruturação da ensino de física, foram privilegiados seis temas estruturadores com abrangência para organizar o ensino de Física:

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 apresentam uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, explicitando para os jovens os elementos de seu mundo vivencial que se deseja considerar. Não se trata, certamente, da única releitura e organização dos conteúdos da Física em termos dos objetivos desejados, mas serve, sobretudo, para exemplificar, de forma concreta, as possibilidades e os caminhos para o desenvolvimento das competências e habilidades já identificadas. Exemplificam também como reorganizar as áreas tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Eletromagnetismo e Física Moderna, de forma a atribuir-lhes novos sentidos.

Cada um desses temas, contudo, não pode ser compreendido como um tema isolado, já que há inúmeras sobreposições e inter-relações entre os objetos que se pretende estudar. Com certeza, eles somente completam seu sentido por meio de suas interseções e de suas relações com outras áreas do conhecimento.

Para organizar o trabalho dentro de cada tema, as atividades planejadas podem ser sistematizadas em três ou quatro unidades temáticas, cuja delimitação e sequencia favoreçam

o objetivo desejado. Essa estruturação pode contribuir para evitar que as limitações de tempo ou outras dificuldades acabem por restringir o âmbito e o sentido, em termos de compreensão de mundo, que se venha a atribuir a cada tema estudado. Assim, as unidades temáticas podem ser elementos importantes para as atividades de planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos de trabalho.

Tema 1. Movimentos: variações e conservações

Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais de objetos - carros, animais, estrelas ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, a suas variações e transformações. Como prever trajetórias ou movimentos após colisões, freadas, quedas? Que materiais escolher para minimizar os efeitos de uma colisão? Quais recursos utilizar para aumentar a eficiência do trabalho mecânico humano, em termos de máquinas e ferramentas?

Para isso, será preciso desenvolver competências para lidar com as leis de conservação (da quantidade de movimento linear e angular e da energia), compreendendo seu sentido, e sabendo utilizá-las para fazer previsões e estimativas. Assim, quando as leis de Newton comparecem como um caso particular da conservação da quantidade de movimento, abre-se espaço para uma compreensão mais ampla de interações reais, nas quais o tempo de colisão tem um papel preponderante. Nesse contexto, investigar movimentos não pode se limitar a um extenso tratamento da Cinemática, que nessa nova abordagem comparece apenas para dar significado às variações dos movimentos, através dos conceitos de velocidade e aceleração.

O estudo dos movimentos inclui também acompanhar as conquistas do ser humano para locomover-se, desenvolvendo tecnologias que permitam seu deslocamento de forma cada vez mais rápida de um lugar a outro do planeta, e até mesmo fora dele e, para isso, concebendo continuamente materiais, projetos de veículos e potências de seus motores. Também são desse âmbito a compreensão da evolução tecnológica relacionada às máquinas mecânicas e suas transformações ao longo dos tempos.

Unidades temáticas

1. Fenomenologia cotidiana

- Identificar diferentes movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidade, massa, tempo, etc.), buscando características comuns e formas de sistematizá-los (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.).
- Caracterizar as variações de algumas dessas grandezas, fazendo estimativas, realizando medidas, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para tal, como, por exemplo, estimando o tempo de percurso entre duas cidades ou a velocidade média de um entregador de compras.
- Reconhecer que as modificações nos movimentos são consequência de interações, por exemplo, identificando que, para um carro parado passar a deslizar em uma ladeira, é necessária uma interação com a Terra.

2. Variação e conservação da quantidade de movimento

- A partir da observação, análise e experimentação de situações concretas como quedas, colisões, jogos, movimento de carros, reconhecer a conservação da quantidade de movimento linear e angular e, por meio delas, as condições impostas aos movimentos.
- Reconhecer as causas da variação de movimentos, associando as intensidades das forças ao tempo de duração das interações para identificar, por exemplo, que na colisão de um automóvel o *airbag* aumenta o tempo de duração da colisão para diminuir a força de impacto sobre o motorista.
- Utilizar a conservação da quantidade de movimento e a identificação de forças ou torques para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos.

3. Energia e potência associadas aos movimentos

- Identificar formas e transformações de energia associadas aos movimentos reais, avaliando, quando pertinente, o trabalho envolvido e o calor dissipado, como, por exemplo, em uma freada ou em uma derrapagem.

- A partir da conservação da energia de um sistema, quantificar suas transformações e a potência disponível ou necessária para sua utilização, estimando, por exemplo, o combustível gasto para subir uma rampa ou a potência do motor de uma escada rolante.
- Acompanhar a evolução dos processos de utilização de potência mecânica e as implicações sociais e tecnológicas a eles associadas ao longo dos tempos (como, por exemplo, na evolução dos meios de transportes ou de máquinas mecânicas).

4. Equilíbrios e desequilíbrios

- Diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos, distinguir situações de equilíbrio daquelas de não equilíbrio (estático ou dinâmico).
- Estabelecer as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água.
- Reconhecer processos pelos quais pode ser obtida amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas.

Tema 2. Calor, ambiente e usos de energia

Em todos os processos que ocorrem na natureza e nas técnicas, o calor está direta ou indiretamente presente. O estudo do calor pode desenvolver competências para identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em residências ou outros locais, através da escolha adequada de materiais, tipo de iluminação e ventilação. Pode, também, promover competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais como efeito estufa, alterações na camada de ozônio e inversão térmica, fornecendo elementos para avaliar a intervenção da atividade humana sobre essas variações.

Para isso, será indispensável identificar fontes de energia térmica e percursos do calor, investigando propriedades de substâncias e processo de transformação de energia. A irreversibilidade dos processos térmicos será indispensável para que se compreendam tanto o sentido do fluxo de calor como a “crise de energia”, assim como limites em sua utilização. Nessa perspectiva, menos ênfase deve ser dada, por exemplo, às escalas termométricas, e mais atenção aos aspectos propriamente termodinâmicos, envolvendo o funcionamento de

máquinas térmicas, o próprio conceito de calor e modelos explicativos sobre seu trânsito na matéria, seja no aspecto macroscópico ou microscópico.

É ainda nesse espaço que se consegue possibilitar a compreensão da utilização do calor para a obtenção de outras formas de energia, identificando os diferentes sistemas e processos envolvidos, seu uso social e os impactos ambientais dele decorrentes.

Unidades temáticas

1. Fontes e trocas de calor

- Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos.
- Reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor, identificando a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos.
- Utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta.

2. Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores

- Compreender a relação entre variação de energia térmica e temperatura para avaliar mudanças na temperatura e/ou mudanças de estado da matéria em fenômenos naturais ou processos tecnológicos.
- Identificar a participação do calor e os processos envolvidos no funcionamento de máquinas térmicas de uso doméstico ou para outros fins, tais como geladeiras, motores de carro etc., visando à sua utilização adequada.
- Identificar o calor como forma de dissipação de energia e a irreversibilidade de certas transformações para avaliar o significado da eficiência em máquinas térmicas.

3. O calor na vida e no ambiente

- Compreender o papel do calor na origem e manutenção da vida.
- Reconhecer os diferentes processos envolvendo calor e suas dinâmicas nos fenômenos climáticos para avaliar a intervenção humana sobre o clima.

- Identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em ambientes fechados como sala de aula, cozinha, quarto etc., para utilizar e instalar adequadamente os aparelhos e equipamentos de uso corrente.

4. Energia: produção para uso social

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social.
- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando às escolhas ou análises de balanços energéticos.
- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo.

Tema 3. Som, imagem e informação

Para situar-se no mundo contemporâneo, é necessário compreender os atuais meios de comunicação e informação que têm em sua base a produção de imagens e sons, seus processos de captação, suas codificações e formas de registro e o restabelecimento de seus sinais nos aparelhos receptores. Estudar esses mecanismos significa propiciar competências para compreender, interpretar e lidar de forma apropriada com aparatos tecnológicos como a televisão, os aparelhos de reprodução de CDs e DVDs, o computador, o cinema ou mesmo a fotografia. Como obter registros de imagens ou de sons, como melhorar cópias, como projetar imagens, como amplificar sons, como isolar acusticamente uma sala, como melhorar a qualidade das informações registradas? Como som e imagem se associam em filmes, na tevê ou em vídeos?

Essa abordagem implica trabalhar tanto a natureza ondulatória comum ao som e a luz, quanto reconhecer suas especificidades. Isso inclui, quanto ao som, reconhecer suas características físicas, relacionando-as a fontes, “volume”, timbre ou escalas musicais, os meios que aprimoram sua transmissão, amplificam ou reduzem sua intensidade e sua interação com a matéria, como a produção do “eco”. Também inclui, quanto à luz, compreender a formação de imagens e o uso de lentes ou espelhos para obter diferentes

efeitos, como ver ao longe, de perto, ampliar ou reduzir imagens. Nesse sentido, o traçado dos raios de luz deve ser entendido como uma forma para compreender a formação de imagens e não como algo real com significado próprio.

Significa também adquirir uma nova compreensão dos materiais, por meio de modelos sobre sua estrutura que explicam a natureza dos processos de interação da luz ou do som com esses meios. A natureza ondulatória e quântica da luz, assim como os modelos de absorção e emissão de energia pelos átomos, são alguns exemplos de aspectos indispensáveis para a compreensão das cores ou dos processos de registro de sons e imagens em fitas magnéticas, em papéis e em CDs.

O estudo do som e da imagem pode propiciar, ainda, meios para dimensionar o papel da informação para a vida social, acompanhando as transformações sociais que resultaram do domínio tecnológico, do registro, reprodução e velocidade de transmissão de informações ao longo da história.

Unidades temáticas

1. Fontes sonoras

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem sons para reconhecer as características que os diferenciam.
- Associar diferentes características de sons a grandezas físicas (como frequência, intensidade etc.) para explicar, reproduzir, avaliar ou controlar a emissão de sons por instrumentos musicais ou outros sistemas semelhantes.
- Conhecer o funcionamento da audição humana para monitorar limites de conforto, deficiências auditivas ou poluição sonora.

2. Formação e detecção de imagens

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
- Conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.

3. Gravação e reprodução de sons e imagens

- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir sons: discos, fita magnética de cassete, de vídeo, cinema ou CDs.
- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir imagens: fotografia, cinema, vídeo, monitores de tevê e computadores.

4. Transmissão de sons e imagem

- Conhecer os processos físicos envolvidos nos diferentes sistemas de transmissão de informação sob forma de sons e imagens para explicar e monitorar a utilização de transmissões por antenas, satélites, cabos ou por meio de fibras ópticas.
- Compreender a evolução dos meios e da velocidade de transmissão de informação ao longo dos tempos, avaliando seus impactos sociais, econômicos ou culturais.

Tema 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações

Grande parte dos aparelhos e equipamentos que fazem parte de nosso dia-a-dia requer energia elétrica para seu funcionamento, permitindo a execução de diferentes funções como iluminar, aquecer, esfriar, centrifugar, triturar, emitir sons e imagens, e assim por diante. Além disso, uma parte significativa das informações hoje disponíveis circula no planeta através de ondas eletromagnéticas, dispensando meios materiais para sua transmissão. Que processos e fenômenos ocorrem no interior dos aparelhos para que uma mesma energia elétrica proporcione tantos efeitos diferentes? Como rádios e televisões transmitem informações? A compreensão do mundo eletromagnético que permeia nosso cotidiano é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de fornecer condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização.

Para permitir o domínio de tais competências, o estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos

residenciais, ou, ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço. Nessa perspectiva em que se procura conhecer a fenomenologia da eletricidade em situações reais, o estudo da eletrostática ganhará sentido quando em referência a situações concretas como, por exemplo, para explicar o papel dos condensadores, a função dos para-raios ou os perigos de choques elétricos.

Esse estudo deverá propiciar, ainda, a possibilidade de identificar e acompanhar o papel dos motores elétricos e dos desenvolvimentos tecnológicos associados à sua introdução no mundo produtivo, assim como das transformações produzidas pelos modernos meios de telecomunicações.

Unidades temáticas

1. Aparelhos elétricos

- Em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.).
- Relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização.
- Compreender o significado das redes de 110V e 220V, calibre de fios, disjuntores e fios-terra para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso.
- Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia.

2. Motores elétricos

- Compreender fenômenos magnéticos para explicar, por exemplo, o magnetismo terrestre, o campo magnético de um ímã, a magnetização de materiais ferromagnéticos ou a inseparabilidade dos polos magnéticos.
- Reconhecer a relação entre fenômenos magnéticos e elétricos, para explicar o funcionamento de motores elétricos e seus componentes, interações envolvendo bobinas e transformações de energia.

- Conhecer critérios que orientem a utilização de aparelhos elétricos como, por exemplo, especificações do Inmetro, gastos de energia, eficiência, riscos e cuidados, direitos do consumidor etc.

3. Geradores

- Em sistemas que geram energia elétrica, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas, identificar semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas.
- Compreender o funcionamento de pilhas e baterias, incluindo constituição material, processos químicos e transformações de energia, para seu uso e descarte adequados.
- Compreender o funcionamento de diferentes geradores para explicar a produção de energia em hidrelétricas, termelétricas etc. Utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial.

4. Emissores e receptores

- Identificar a função de dispositivos como capacitores, indutores e transformadores para analisar suas diferentes formas de utilização.
- Compreender o funcionamento de circuitos oscilantes e o papel das antenas para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas portadoras como no radar, rádio, televisão ou telefonia celular.
- Avaliar o impacto dos usos da eletricidade sobre a vida econômica e social.

Tema 5. Matéria e radiação

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a

importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática.

Nessa abordagem, uma vez que a maior parte dos fenômenos envolvidos depende da interação da radiação com a matéria, será adequado um duplo enfoque: por um lado, discutindo os modelos de constituição da matéria, incluindo o núcleo atômico e seus constituintes; por outro, caracterizando as radiações que compõem o espectro eletromagnético, por suas diferentes formas de interagir com a matéria. Essa compreensão das interações e da matéria, agora em nível microscópico, permite um novo olhar sobre algumas propriedades trabalhadas no ensino médio, tais como condutividade e transparência, mas permite também promover, como síntese, uma concepção mais abrangente do universo físico.

São esses modelos explicativos de matéria, de radiação e de suas interações que também possibilitam o desenvolvimento de novos materiais como cerâmicas, cristais e polímeros, ou novos sistemas tecnológicos como microcomputadores, combustíveis nucleares, rastreamento por satélite, *lasers* e cabos de fibra óptica.

A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência.

Unidades temáticas

1. Matéria e suas propriedades

- Utilizar os modelos atômicos propostos para a constituição da matéria para explicar diferentes propriedades dos materiais (térmicas, elétricas, magnéticas etc.).
- Relacionar os modelos de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às características macroscópicas observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc.
- Compreender a constituição e organização da matéria viva e suas especificidades, relacionando-as aos modelos físicos estudados.

2. Radiações e suas interações

- Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e

sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.).

- Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias.
- Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano.

3. Energia nuclear e radioatividade

- Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos.
- Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina.
- Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes.

4. Eletrônica e informática

- Identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos.
- Identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação (processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação.
- Acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.

Tema 6. Universo, Terra e vida

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita

situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra.

Nessa abordagem, ganha destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra. Ao mesmo tempo, evidenciam-se as relações entre o mundo das partículas elementares, assim como os métodos para investigá-lo, com o mundo das estrelas e galáxias. Lidar com modelos de universo permite também construir sínteses da compreensão física, sistematizando forças de interação e modelos microscópicos.

Esses assuntos podem permitir reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana, assim como a evolução dos limites para o conhecimento dessas questões.

Unidades temáticas

1. Terra e sistema solar

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.).
- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

2. O Universo e sua origem

- Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo.
- Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

3. Compreensão humana do Universo

- Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações.
- Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual.
- Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

ANEXO C: EIXOS COGNITIVOS

Os Eixos Cognitivos são as capacidades dos alunos de mobilizarem o conhecimento que possuem ou que conseguem acumular depois que efetivamente ‘aprenderam a aprender’, para compreender o mundo, resolver problemas e atuar de forma cidadã, ética e responsável em sua comunidade e na sociedade. Eles são resultado da associação de várias competências e habilidades que adquirimos durante nossa vida escolar, familiar e em sociedade.

(Texto adaptado, disponível em <<http://ultimosegundo.ig.com.br/colunistas/mateusprado/guia-enem-o-que-sao-os-eixos-cognitivos-do-exame/c1597800380610.html>>, acessado em agosto de 2016.

São cinco os eixos cognitivos cobrados pelo Enem:

1 - Dominar Linguagens – Dominar a norma culta da língua portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.

Neste eixo cognitivo, o Enem cobra linguagens mínimas de todas as áreas do conhecimento. Dizemos que elas são os conteúdos básicos que os alunos precisam acumular para que, durante a vida, possam aprender qualquer conteúdo necessário. Na lista de conteúdos mínimos estão, por exemplo, o conhecimento de mapas, a capacidade de entendimento e uso dos números e das operações matemáticas básicas, eletricidade e genética básica e o domínio razoável do português culto.

Os conteúdos mínimos, necessários para a aprendizagem de outros conteúdos (são como as ferramentas que utilizaremos durante toda a nossa vida para trabalhar com outros conteúdos/conhecimentos), geralmente estão, na matriz de competências do ENEM, na primeira habilidade cobrada em cada uma das 30 competências.

Além dessas ferramentas para aprendizagem de qualquer conteúdo, o Enem também lista alguns conteúdos mínimos que não são necessariamente linguagens, mas que considera necessário para que o aluno esteja integrado ao mundo moderno. Como exemplo, temos a geração e os impactos social, econômico e ambiental da geração de energia, as tecnologias de informação, principalmente as novas, os direitos conquistados pelo povo em suas lutas e o entendimento da formação e funcionamento das instituições políticas modernas.

2 - Compreender fenômenos – Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

Como os alunos utilizam seus conhecimentos? Como compreendem o mundo e formam suas opiniões, atuando de forma cidadã em relação a ele? De nada adianta conhecimento, conteúdo e aprendizado das linguagens que irão possibilitar que o aluno aprenda conteúdos por toda a vida se isso não for processado de forma cognitiva, de forma que os conteúdos ganhem um significado para o aluno.

Por que uma lâmpada incandescente gasta mais energia que uma fluorescente? Quais os impactos de desmatar as margens dos rios? Se para ter em todo o mundo a mesma qualidade de vida média de um cidadão americano é necessário termos cerca de cinco planetas iguais a Terra de matérias-primas, é possível ampliar a qualidade de vida para todo o planeta? Se não é possível a ampliação da qualidade de vida, é justo termos cidadãos de primeira, segunda e terceira classe, com condições socioeconômicas muito diferentes? Quais os motivos do caos nas grandes metrópoles, como poluição, congestionamentos, diminuição da qualidade de vida, violência urbana e concentração das riquezas? O que leva à poluição da água se ela tem ciclo? O que a construção de uma grande hidrelétrica pode fazer com a cultura e identidade de vários povos? Por que os faróis do carro apagaram de repente, o chuveiro não esquentou a água e a sua compra de azulejos não foi suficiente para a reforma da cozinha?

São estas, entre outras perguntas, todas cognitivas, derivadas da análise e da avaliação dos conhecimentos que você adquiriu até o dia da prova, ou que está lá no texto da questão, que constituem o eixo cognitivo “compreensão de fenômenos” cobrado pelo Enem.

3 - Entender situações-problema – Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problemas.

No Enem, o terceiro eixo cognitivo cobrado vem com o texto que fala em “entender situações-problema”. É importante lembrar que a ordem dada pelo Enem aos eixos cognitivos não significa, necessariamente, que eles acontecem nessa ordem em nossas cabeças. É claro que, antes de compreender fenômenos, entender problemas, resolvê-los, é preciso que o aluno tenha o domínio mínimo das linguagens de uma ou de várias das quatro áreas do conhecimento cobradas no Enem, mas há vezes em que sabemos o básico e corremos atrás de outras informações/conteúdos para resolver um problema. No caso da prova do Enem, muitas vezes temos o domínio das linguagens que estão nos textos, e os textos nos trazem outros conteúdos que facilitam a resolução das questões.

Esses cinco eixos cognitivos propostos pelo Enem hora se inter-relacionam (quando os alunos precisam mobilizar todos ao mesmo tempo para resolver uma questão), hora apresentam uma inter-relação parcial (quando mobilizados ao mesmo tempo vários eixos, ou capacidades, cognitivos para resolver uma questão). Há vezes em que eles acontecem numa ordem lógica, como a listada pelo Enem, quando o aluno domina a linguagem, a linguagem possibilita a compreensão do fenômeno e a compreensão do fenômeno o leva a reunir argumentos para construir sua opinião e defendê-la e elabora uma proposta de intervenção ética na comunidade/sociedade. Mas nem sempre a ordem é exatamente essa.

Entender o problema, para o Enem, é ir um pouco mais adiante na compreensão do fenômeno. É relacionar os dados disponíveis, organizá-los, interpretá-los, buscar mais dados e tornar o problema bem claro, algumas vezes tirando-o do senso comum, dando a ele uma lógica baseada em dados reais. No Enem, esses dados poderão estar no enunciado da questão ou terão que vir do seu acúmulo de estudos. Em outros momentos, serão uma associação entre o que você já sabe, ou deveria saber, e o que o Enem traz de informação.

4 - Construir Argumentações – Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

Tenho o domínio das linguagens mínimas pedidas pela prova, entendo com clareza a situação problema proposta pelo Enem e agora preciso construir minha argumentação, com base nas informações/conteúdos que domino. É claro que em uma prova objetiva, em que o aluno tem que assinalar a opção correta, é impossível que ele ‘construa argumentação’. Neste eixo cognitivo o Enem espera que você ‘julgue’ as argumentações que aparecem nas alternativas. Ajuda muito se você, nas questões alternativas que apresentam argumentações em suas alternativas, estiver bastante atento para a consistência das alternativas.

5 - Elaborar propostas éticas – Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

As questões que chegam até aqui, cobrando do aluno essa competência, querem que ele mobilize os eixos cognitivos anteriores para ‘resolver uma situação-problema’. Se existem várias formas de solucionar problemas, o Enem exige que a sua solução seja ética, que respeite a diversidade sociocultural, que defenda o meio ambiente, que valorize a democracia, que identifique as conquistas sociais do povo, sobretudo dos brasileiros, que condene a

corrupção, que aponte para o desenvolvimento humano, que aponte para um mundo sem desigualdades econômicas, entre outras características.

O eixo cognitivo é muito claro em afirmar que a proposta, ou a resolução do problema, tem que se dar de forma ética. Como “ética” é algo subjetivo, para que não restem dúvidas ao aluno, a leitura da “Matriz de Competências” do Enem deixa clara sua definição de ética e como o Enem espera que o aluno se comporte respondendo à prova e atuando em sociedade.

Boa parte da prova do Enem está relacionada a esse eixo, e, mesmo que seja cobrado um conteúdo que exija conteúdo anterior, a resposta ética, relacionada a uma das habilidades que estão na Matriz de Competências, é sempre a correta, da mesma forma que no quarto eixo cognitivo, onde não é possível fazer uma proposta argumentativa em uma prova de marcar alternativas, o que o aluno fará é julgar as propostas apresentadas pelas alternativas. Cuidado, muitas vezes as alternativas não colocam claramente nenhuma proposta. As propostas podem ser simplesmente a consequência lógico-racional do texto da alternativa. Seja ético para responder às questões do Enem, assim como na sua atuação em comunidade/sociedade.

ANEXO D: TIPOS DE CONTEÚDO E VERBOS ASSOCIADOS

Tabela de verbos agrupados de acordo com o tipo de conteúdo de aprendizagem disponível em < <http://www.uel.br/graduacao/odontologia/portal/pages/arquivos/NDE/VERBOS.pdf>>, acessado em agosto de 2016.

VERBOS PARA FORMULAÇÃO DE OBJETIVOS GERAIS

Conceituais	Procedimentos	Atitudinais
Adquirir conhecimentos para...	Demonstrar...	Apreciar
Adquirir autonomia para...	Desempenhar	Assumir atitudes para...
Analisar/avaliar	Discriminar	Colaborar para...
Compreender	Estabelecer relações...	Cumprir regras...
Concluir	Falar	Demonstrar responsabilidade...
Conhecer	Organizar	Escolher
Desenvolver capacidade para...	Ouvir	Habituar-se
Dominar	Planejar	Interiorizar
Focalizar	Produzir	Mostrar autonomia para...
Generalizar	Traduzir	Mostrar interesse em..
Pensar sobre...	Usar	Socializar-se com...
Reconhecer	Usar	Valorizar
Refletir		

Verbos para a formulação de Objetivos Específicos para Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Conceituais	Procedimentos	Atitudinais
Adquirir conhecimentos para...	Calcular/ Comprovar	Colaborar para...
Comparar	Construir/ Controlar o tempo	Compartilhar
Comprovar	Criar/ Cultivar	Comunicar
Conceituais	Demonstrar/ Descobrir	Contribuir
Converter	Descobrir/ Dividir	Conversar (dialogar)
Deduzir	Efetuar/ Eliminar	Cumprir responsabilidades
Descobrir	Especificar/ Experimentar	Decidir
Estabelecer relações	Fazer gráficos/ Informar	Envolver-se
Estimar	Investigar/ Manipular	Falar
Explicar	Medir/ Multiplicar	Interessar-se
Provar	Multiplicar/ Observar	Mostrar autonomia em...
Simplificar	Pesar/ Pesquisar	Ouvir
	Provar/ Reduzir	Participar
	Registra/ Relatar	Prestar atenção
	Relatar/ Somar	Questionar
	Subtrair/ Verbalizar	

ANEXO E: VERBOS DA TAXONOMIA DE BLOOM

Verbos de acordo com a Taxonomia de Bloom para representar a necessidade, durante a construção de descritores associados a uma habilidade, de partimos de descritores ou objetivos de ensino com verbos que denotam ações cognitivas mais específicas e chegemos a confecção de descritores verbos que denotam ações cognitivas mais gerais.

Material disponível em <http://www.jvasconcellos.com.br/fat/FAT_TI/wp-content/uploads/2016/03/Lista-de-verbos-para-objetivos.pdf> acessado em agosto de 2016.

Alguns verbos sugeridos para a elaboração de objetivos (geral e específicos).

Sugestão de verbos para elaboração de objetivo geral (palavras abertas que possibilitam diferentes interpretações)	Acreditar Adquirir Aperfeiçoar Aprender Assimilar	Aumentar Capacitar Conhecer Criar Desempenhar	Desenvolver Entender Falar Internalizar Pensar	Reconhecer Saber Utilizar Valorar
Sugestão de verbos para elaboração de objetivos específicos (palavras abertas que possibilitam poucas interpretações)	Assinalar Apresentar Abreviar Calcular Aplicar Argumentar Acentuar Converter Avaliar Alterar Adicionar Categorizar Classificar Citar Combinar Criticar Concordar Computar Concluir Demonstrar	Decompor Diferenciar Discriminar Designar Deduzir Derivar Estimar Explicar Exemplificar Esboçar Escrever Enumerar Empregar Estabelecer Generalizar Identificar Indicar Inferir Interpretar Justificar	Mostrar Modificar Multiplicar Nomear Narrar Numerar Organizar Opinar Omitir Ordenar Planejar Provar Propor Predizer Parafrasear Pesquisar Prever Precisar Rotular Relatar	Reescrever Selecionar Solucionar Sumarizar Sintetizar Sugerir Sistematizar Sustentar Substituir Subtrair Sublinhar Transferir Transcrever Transformar Verificar Variar Validar Verbalizar Usar

Ademais, apresenta-se um quadro com informações detalhadas para alguns tipos de ações características do processo de apreensão da realidade e reflexão sobre a mesma, inerente ao desenvolvimento de pesquisas científicas – por meio de sua denominação

correspondente -, com a correspondente indicação de verbos que direta ou indiretamente estão relacionados a essas ações.

Domínio cognitivo	Verbos		
Conhecimento – a utilização desta categoria corresponde à ênfase aos processos psicológicos da memória e refere-se ao conhecimento de elementos específicos, de maneiras e meios de tratar com tais elementos e com os conhecimentos universais, bem como sua abstração num certo campo.	Apontar Calcular Citar Classificar Definir Descrever Distinguir Enumerar Enunciar	Especificar Estabelecer Evocar Exemplificar Expressar Identificar Inscrever Marcar Medir	Nomear Ordenar Reconhecer Registrar Relacionar Relatar Repetir Sublinhar
Compreensão – refere-se a um tipo de entendimento em que o indivíduo conhece e pode fazer uso do material ou idéia que está sendo comunicada, envolvendo possibilidades de translação, interpretação e extrapolação desta comunicação original.	Concluir Deduzir Demonstrar Derivar Descrever Determinar Diferenciar Discutir Estimar Explicar Expressar	Extrapolar Ilustrar Induzir Inferir Interpolar Interpretar Localizar Modificar Narrar Predizer Preparar	Prever Reafirmar Relatar Reorganizar Representar Revisar Traduzir Transcrever Transformar Transmitir
Aplicação – refere-se ao uso de abstrações em situações particulares e concretas.	Aplicar Demonstrar Desenvolver Dramatizar Empregar Esboçar	Estruturar Generalizar Ilustrar Interpretar Inventariar Operar	Organizar Praticar Relacionar Selecionar Traçar Usar
Análise – desdobramento de uma comunicação em seus elementos ou partes constituintes, de modo que a hierarquia ou relação entre idéias são tornadas explícitas (análise de elementos, de relações ou princípios organizacionais).	Analisar Calcular Categorizar Comparar Combinar Comparar	Correlacionar Correlacionar Crítico Debater Deduzir Deduzir	Diferenciar Diferenciar Discutir Distinguir Distinguir Investigar
Síntese - combinação de elementos e parte, de modo a formar um todo (produção de uma comunicação singular, de um plano ou indicação de um conjunto de operações ou derivação de um conjunto de relações abstratas.	Codificar Compor Comunicar Conjugar Constituir Construir Coordenar	Criar Dirigir Documentar Erigir Escrever Especificar Esquematizar	Formular Organizar Originar Planejar Prestar Produzir Propor
Avaliação – julgamento sobre o valor material para as intenções determinadas (julgamento em termos de evidência interna e/ou externa a partir da referência de critérios selecionados ou evocados).	Argumentar Comparar Contrastar Decidir Escolher	Estimar Julgar Medir Precisar	Selecionar Taxar Validar Valorizar

ANEXO F: PRODUTO EDUCACIONAL GERADO



**CONSTRUÇÃO DO FOLHETO DE APLICAÇÃO DIDÁTICA (FAD)
(MANUAL DO PROFESSOR)**

LUIZ PEREIRA DE LUCENA NETO

Caruaru
Novembro de 2017

APRESENTAÇÃO

Prezado Professor

Nosso trabalho, que se chama Folheto de Aplicação Didática (FAD), não é só uma sugestão de proposta metodológica de ensino, é acima de tudo um apelo a um novo olhar sobre como planejar tendo como foco o aluno, o que ele já traz consigo (conhecimentos prévios, lacunas, concepções alternativas) relacionado a sua vivência e regionalismo, e não apenas planejamentos de aulas para a conclusão e término do conteúdo, e assim sendo possamos progressivamente evoluir de um ensino pela “pedagogia da transmissão” e passemos para o ensino pela “pedagogia da interação” para que descubramos o contínuo que nos levará de um processo de ensino-aprendizagem mecânico-bancária, preparatório para testes, para um processo de ensino-aprendizagem potencialmente significativo.

Com isso, esse trabalho é uma tentativa de mostrar como o docente pode proceder para diminuir o seu desgaste e nível de cobrança própria por resultados que em muitas e muitas vezes não são alcançados em nível de aumento de conhecimento e construção de novas habilidades, assim como seu devido uso. Essa proposta prima pelo planejamento da aula para o aluno, para que consigamos detectar e superar possíveis dificuldades do educando durante o processo, para que o educando sinta que a aula foi preparada para ele e não apenas para a conclusão do conteúdo. Dessa forma tornamos nossas aulas mais inclusiva, mais participativas, mais dialéticas no intuito e objetivo maior de redução do fracasso escolar, seja ele por evasão seja ele pelo não desenvolvimento satisfatório do educando dentro do que se propôs a ser construído e desenvolvido durante nossa práxis.

Outro de nossos objetivos gerais é a redescoberta de que o planejamento e a metodologia para que se tente executar um processo de ensino-aprendizagem potencialmente significativo perpassa pela construção e aplicação de um material potencialmente significativo, moldável a realidade e regionalidade do nosso educando e das estruturas educacionais disponíveis em nosso local de trabalho. A essa redescoberta dá-se o nome de protagonismo docente.

Ao mesmo tempo, apresentamos a necessidade e a importância do protagonismo docente durante o fazer e o praticar de propostas de intervenção para tornar o aluno cada vez mais sujeito de seu desenvolvimento cognitivo, sendo isso possível quando se conhece o que

o aluno já sabe, interagindo com o aluno. Vê-se então que o protagonismo docente se estabelece quando se disponibiliza espaços em sua práxis para que haja preocupação com possíveis dificuldades, lacunas ou concepções alternativas, o que naturalmente vai aparecer durante o processo de ensino-aprendizagem, de modo a propiciar intervenções adequadas para cada tipo dessas possibilidades.

Aqui encontraremos a grande valia sugestiva do que realmente é importante para que se possa ter uma aprendizagem significativa, para que se construam habilidades, e assim os alunos possam e saibam mobilizar o que é necessário utilizar, tanto em termos de ferramentas quanto de ações a serem devidamente aplicadas e executadas para a solução ou superação de dificuldades em situação problema ou situação complexa.

Nossa sugestão é uma proposta de montagem e aplicação de uma sequência didática facilitadora, a partir da qual consigamos coletar os saberes prévios dos nossos alunos e construir intervenção, para que o novo seja ancorado significativamente, através da confecção e aplicação de um material potencialmente significativo que tenha com uma de suas fundamentações o ensino através de estratégia de desenvolvimento de competências pela construção de habilidades.

Sobre esse último ponto, referente a um ensino voltado para construção de habilidades, quando se muda de foco do ensino, por exemplo em vez de nos debruçarmos sobre o ensino dos conteúdos contido numa bula de remédio, passemos para o ensino do uso, ensino das situações de uso e ações relacionadas ao conteúdo da bula, ficamos diante do espírito modernista e de vanguarda da proposta de ensino através da construção de estratégias de desenvolvimento de competências, o que se faz presente, constante na Figura 1.1, nas frentes de ações, e suas respectivas etapas, pertencentes ao FAD, principalmente no momento da construção das estratégias de ensino que perpassam pela criação dos descritores, que são os objetivos de ensino a serem construídos durante nossa práxis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 - Visão Geral das sequências de trabalho.	158
Figura 2. 1 – Representação da Forma e das dobraduras que compõem a estrutura de folheto.	161
Figura 2. 2– Imagem apenas representativa da parte interna do FAD-Hidroestática (Apêndice A) que será tomado como exemplo final da aplicação da Metodologia de Construção de um FAD. Material potencialmente significativo aplicado em turmas de 1º ano do Ensino Médio do Colégio Militar do Recife – CMR em outubro 2016.....	161
Figura 2. 3 – Esquema representativo das etapas da construção do FAD e suas subdivisões.	168
Figura 2. 4 – Conjunto de Tipos de Competências que constituem as Competências a serem desenvolvidas no Ensino de Física.	171
Figura 2. 5 – Etapas para elaboração de descritores.....	180
Figura 2. 6 – Divisão do conteúdo de aprendizagem do FAD-Hidroestática.....	188
Figura 2. 7 – Exemplificação baseada no FAD-Hidroestática: tema interno Core 1, de seu Conhecimento de Base e dos Conhecimentos Derivados (Conhecimentos que devem ser aplicações do Conhecimento de Base em situações concretas que podem ser interdisciplinares e /ou aprofundamento e generalizações.)	189
Figura 2. 8 - Exemplos de Braços Hidráulicos	194

LISTA DE SIGLAS

CA	CONSTRUIR ARGUMENTAÇÃO
CE	CONCEPÇÕES ESCOLARES
CE	COMPREENDER FENÔMENOS
CP	CONCEPÇÕES PRÉVIAS
DL	DOMINAR LINGUAGEM
EP	ELABORAR PROPOSTAS ÉTICAS
FAD	FOLHETO DE APLICAÇÃO DIDÁTICA
LDB	LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO
PCENEM+	PARÂMETROS CURICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO - ORIENTAÇÕES COMPLEMENTARES
PCN	PARÂMETROS CURICULARES NACIONAIS
PCNEM	PARÂMETROS CURICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO
SP	ENTENDER SITUAÇÃO-PROBLEMA
TCP	TESTE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS
TED	TESTE DE ESTUDO DIRIGIDO
ZDP	ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Autores e sua visão de reconhecimento da importância dos conhecimentos prévios para o desenvolvimento cognitivo do aluno.	159
Tabela 2.1 – Modelo de Tabela de Competências e Habilidades parte integrante do Planejamento Didático	173
Tabela 2.2 – Exemplificação de uma parte de Tabela de Competências associadas ao conteúdo de Estudo dos Fluidos que são pertencentes à Unidade Temática Equilíbrios e Desequilíbrios.....	174
Tabela 2.3 – Modelos de elaboração de descritores e suas especificidades.....	181
Tabela 2.4 – Modelo exemplificado de Tabela de Descritores	182

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	157
2 CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO FAD.....	161
2.1 O que é o Folheto de Aplicação Didática - FAD	161
2.2 Construção do FAD	168
2.2.1 Construção do Planejamento Didático do FAD.....	170
2.2.1.1 Análise dos PCNEM+ e suas especificidades para Ciências de Natureza, Matemática e suas Tecnologias – Física.....	170
2.2.1.2 Montagem ou utilização de Tabela de Competências e habilidades associadas à Unidade Temática dos Conteúdos.....	172
2.2.1.3 Construção dos Descritores	175
2.2.2 Construção da Metodologia do FAD	184
2.2.2.1 Experimentos Demonstrativos.....	185
2.2.2.2 Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP)	186
2.2.2.3 Experimentos Investigativos ou Teste de Estudo Dirigido(TED)	192
REFERÊNCIAS.....	195
APÊNDICE A: FAD-HIDROSTÁTICA.....	199
ANEXO A: COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE FÍSICA	227
ANEXO B: TEMAS ESTRUTURADORES DE FÍSICA	235
ANEXO C: EIXOS COGNITIVOS.....	249
ANEXO D: TIPOS DE CONTEÚDO E VERBOS ASSOCIADOS	253
ANEXO E: VERBOS DA TAXONOMIA DE BLOOM	254

1 INTRODUÇÃO

Como promover inclusão através da educação? E como focar no aluno e assim trabalhar a favor da redução do fracasso escolar? Nossa prática educacional se fez com base em perguntas como essas, além de outras que são apresentadas nesse trabalho.

Cotidianamente nos deparamos com situações que se configuram em problemas e, para resolvê-las, nos valem do desenvolvimento de certas habilidades e competências.

Conforme Perrenoud, na perspectiva do ensino por competências, os professores apropriam-se de responsabilidades na escolha de práticas sociais, bem como, o docente coloca-se no lugar do aprendente, com o objetivo de prever os obstáculos presentes nas situações-problema.

Segundo Moreira, a aprendizagem significativa é o resultado da interação cognitiva entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, no momento em que os conhecimentos novos ganham significado. Por isso, a ordem e a forma escolhidas para trabalhar os conteúdos podem facilitar ou não a interação entre esses conhecimentos. Para focar nas necessidades de aprendizagem dos alunos, precisamos saber o que eles já sabem, e suas concepções alternativas sobre temas de base e sobre os conhecimentos a serem trabalhados.

Apresentamos assim um olhar direcionado não só para o ensino por construção de habilidades que façam o aluno desenvolver competências, mas também um olhar direcionado para o que o aluno já conhece, colocando-o como foco de nossas estratégias de ensino através de aprendizagem significativa defendida por Ausubel. Com isso, procuramos mostrar ao aluno que o ensino está voltado para ele, e para superar as dificuldades que ele possa vir a apresentar.

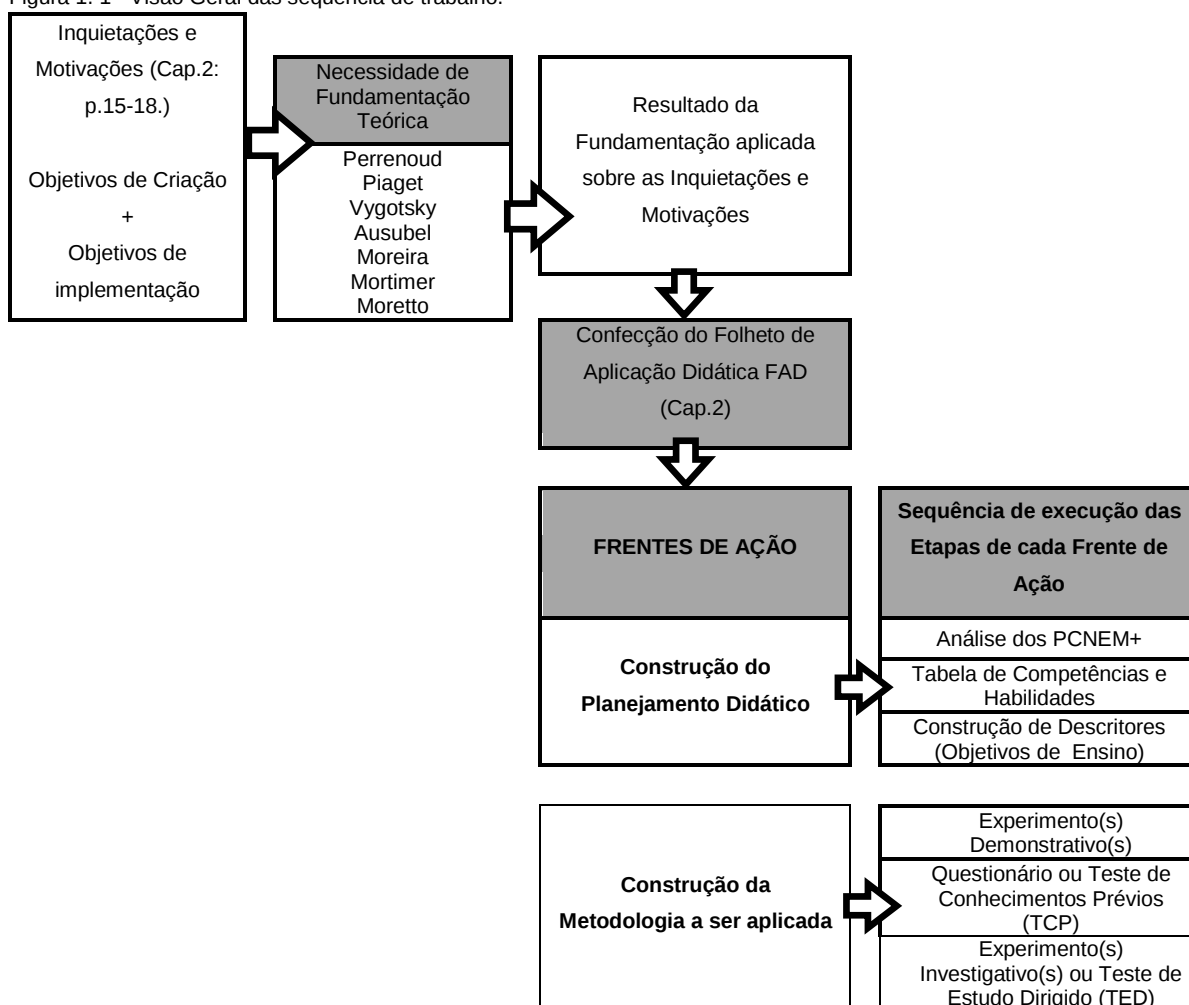
Detivemos nosso foco na confecção do que chamamos de Folheto de Aplicação Didática (FAD), o qual foi pensado como uma estratégia que viesse a incluir o educando na aula, que o fizesse perceber que ele é parte dela, sempre o lembrando que é ele, o educando, quem está no comando de seu desenvolvimento cognitivo, interpessoal, atitudinal e emocional. Para isso se faz presente a importância do protagonismo docente, no tocante ao ensino baseado na visão que o aluno já apresenta, baseado no que ele já sabe, propondo situações problemas concretas e organizadores prévios, tudo que venham a colaborar na

solução de situações complexas, solução essa que passa pela reunião das habilidades construídas durante a aplicação do nosso produto educacional.

Portanto, o FAD é uma sequência de sondagem de conhecimentos prévios a partir de situações concretas adequadas a localidade e regionalidade vivencial do educando, com o intuito de promover o ensino do novo de modo mais inclusivo, potencialmente significativo, e chamando à responsabilidade de ser o professor o agente protagonista dessa ação tão valorosa. O que já se é positivamente apresentada nos resultados da aplicação do exemplo FAD-Hidrostática constante no Apêndice A.

Na Figura 1.1 temos uma visão geral sobre os passos que seguimos para a construção do presente trabalho, e na Tabela 1.1 encontramos a visão dos autores das Teorias de Aprendizagem no tocante ao reconhecimento da importância dos conhecimentos prévios para o desenvolvimento cognitivo do aluno, na qual o presente trabalho tem seu aporte.

Figura 1. 1 - Visão Geral das sequência de trabalho.



Fonte: O Autor (2017)

Tabela 1.1 – Autores e sua visão de reconhecimento da importância dos conhecimentos prévios para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

AUTOR	VISÃO DO AUTOR
PIAGET	Segundo Piaget <i>apud</i> Moreira, o que temos é um ciclo realimentador da assimilação. A criança ao interagir mediante de situação problema, tendo sido sondada sobre conhecimentos prévios, sente-se incluída, e dá início ao processo de assimilação. Ao construir esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade, tem-se a acomodação, o entendimento, a fixação de uma ideia nova sobre um terreno fértil de ideias de base e sendo essas ideias de base uma terra fértil para a acomodação dessas novas ideias, nesse momento temos a acomodação. O sujeito se reequilibra e cognitivamente se desenvolve, tem seu “aumento do conhecimento”. [Moreira 2011]
VYGOTSKY	No tocante a Vygotsky e a necessidade de se conhecer o que o educando já sabe, chegamos na definição de ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal, que é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. “A Zona de Desenvolvimento Proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário”. [Vygotsky 1988] Pois, para Vygotsky o desenvolvimento humano compreende dois níveis: o primeiro é o nível de desenvolvimento real, que compreende o conjunto de atividade que a criança consegue resolver sozinha. Esse nível é indicativo de ciclos de desenvolvimento já completos, isto é, refere-se às funções psicológicas que a criança já construiu até determinado momento. De modo geral, para que ocorra aprendizagem, a interação social deve acontecer dentro da ZDP, a qual é a distancia existente entre aquilo que o sujeito já sabe, seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial.
AUSUBEL	Propõe uma explicação teórica para o processo de aprendizagem e aquisição de novos significados, a partir da qual é que podemos desenvolver noções defensáveis de como os fatores decisivos no processo ensino-aprendizagem podem ser manipulados com maior eficácia, vislumbramos o cerne da utilização de conhecimentos prévios, os “subsunçores”. [Ausubel 2003]
MOREIRA	Para de Moreira “o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo)” [Moreira 1999], no qual, conceitos novos podem ser aprendidos e retidos, na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do individuo servindo, desta forma, como ancoradouro a novas ideias e conceitos, é que nos debruçamos para encontrar a mesma relevância dada aos conhecimentos prévios em outros autores de teorias de aprendizagem. [Moreira 1999]
MORTIMER	“A noção de perfil conceitual vem a nos fornecer elementos para entender a permanência das ideias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas.” Assim, ao fornecermos possibilidades de contextualização dessas ideias conceituais como parte integrante de um conjunto de ideias disponíveis no cotidiano do aluno, criamos situações para reinterpretar os resultados disponíveis na literatura. [Mortimer 1994]
MORETTO	Moretto expressa a dialética como um caminho de sentido reversível que transforma as concepções prévias do aluno, ao que chama de CP, nas concepções escolares, ao que chama de CE, e em sentido contrário leva o que se formou como CE durante o processo ensino-aprendizagem para o nível ou localidade de CP do aluno. Mostrando um círculo de transmutação do CP em CE, e vice-versa. (MORETTO, 2014)

Fonte: O Autor (2017)

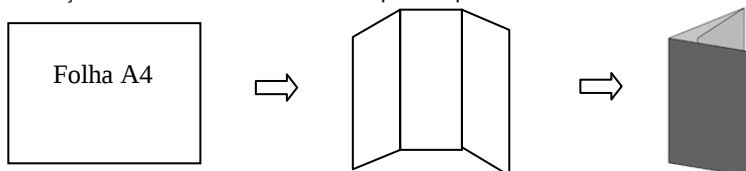
Já no Capítulo 2 encontraremos todos os procedimentos e sequência para a construção de um FAD. De modo bem geral e nos baseando nas informações constantes nas Figuras 1.1 e 2.3 chegamos ao todos os detalhes e especificidades de cada uma das etapas pertencentes a cada uma das frentes de ação constituidoras do FAD.

2 CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO FAD

2.1 O que é o Folheto de Aplicação Didática - FAD .

O FAD é, em si, o que de fato será aplicado como material potencialmente significativo, e recebeu esse nome de FAD – Folheto de Aplicação Didática, pois a ideia é de que todas as etapas de sua estrutura metodológica fossem distribuídas e organizadas na forma de se produzir um folheto dobrável contendo 3 colunas, em ambas as partes interna e externa, dobradura estilo charuto (duas dobras), em termos técnicos.

Figura 2. 1 – Representação da Forma e das dobraduras que compõem a estrutura de folheto.



Fonte: O Autor (2017)

Figura 2. 2– Imagem apenas representativa da parte interna do FAD-Hidrostatica (Apêndice A) que será tomado como exemplo final da aplicação da Metodologia de Construção de um FAD. Material potencialmente significativo aplicado em turmas de 1º ano do Ensino Médio do Colégio Militar do Recife – CMR em outubro 2016.



FAD-HIDROSTÁTICA
Colégio Militar do Recife – CMR
1º ano do Ensino Médio – Física
Prof. Luiz Neto

EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS

Prática 01: Furos e jatos de água: Garrafa Furada: Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia d'água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água conforme ilustrado na figura.

Figura 1: Garrafa pet completamente cheia de água com 3 orifícios localizados, em relação a base, 70% da altura, 50% da altura e a 30% da altura.



Fonte: Questão 53 – ENEM, disponível em <http://educacao.globo.com/prova/enem-2013/questoes/53.html>, acessado em agosto 2016

A) Em qual orifício a água jorra com mais velocidade e por que isso ocorre?
B) Pode-se verificar que quanto maior a profundidade ou altura de líquido, o filete de água atinge uma maior distância?
C) A pressão é maior dependendo da profundidade do orifício considerado?

Prática 02: TOMANDO LÍQUIDO COM DOIS CANUDOS.
Procedimentos: I. Coloque dois canudos dentro de uma garrafa e tome o líquido. "Funciona", ou não? II. Agora, mantenha os dois canudos na boca, mas com a outra extremidade de um deles dentro do líquido e a do outro, fora da garrafa, como na figura. E agora, você consegue tomar?

Figura 2: Imagem do II procedimento, com um canudo dentro e o outro fora do líquido a ser ingerido.



Fonte: Tomando água com dois canudos. Disponível em <http://www.sbtisica.org.br/ine/Vol8Num1408n01a12.pdf> Acessado em agosto de 2016

Prática 03: Brincando com seringas
Materiais utilizados: 2 seringas de diâmetros diferentes (uma de 10 ml e outra de 20 ml); tubo de soro (± 25 cm), que fará conexão entre as duas seringas e água.

Figura 3: Conjunto de duas seringas a da esquerda de 20ml e a da direita de 10ml conectadas por todo de soro e preenchidas com água.



Fonte: o autor

Montagem e procedimentos: 1- Retire os êmbolos das seringas; 2- Junte as seringas às extremidades do tubo; 3- Deixe a seringa de 10 ml em um nível mais elevado do que a de 20 ml, e preencha a de 20 ml por completo com água, isso para fazer a de 20 ml ficar completamente cheia; 4- Insira o êmbolo na seringa de 20mL, e permanecendo com a de 10 ml elevada, empurre o êmbolo da de 20 ml para fazer com que a seringa de 10ml fique completamente preenchida até a marca de 10ml. Tudo isso pra evitar entrada de ar; 5- Seguidamente, pressione o êmbolo da seringa maior até deslocar o êmbolo da seringa menor.

Questões a serem debatidas:
A) Cite outros mecanismos que se utilizam do Princípio de Pascal para o funcionamento.
B) Verifique qual dos êmbolos é mais difícil de mover e explique o porquê?

Prática 04: Flutuando em água.
Materiais utilizados: copo cilíndrico, ovo ao natural, água, sal e pincel marcador.
Montagem e procedimentos:
1 – Coloque água na temperatura ambiente num copo até que se tenha uma altura de água superior a altura do ovo e não deixando chegar próximo a borda;
2 – Coloque o ovo na água no interior do copo, e espere ele flutuar;
3 – Repare o a quanta de volume abaixo do nível da água e marque com um pincel a linha de flutuação;
4 – Retire o ovo do copo, adicione toda quantidade de sal disponível e misture bem para dissolver o sal na água deixando a mistura homogênea;
5- Recoloque o ovo no copo, agora com água com sal, e novamente marque a linha de flutuação.

Questões a serem debatidas:
A) Por que o ovo flutua?
B) O que acontece com o nível de volume do ovo submerso depois da flutuação na água com sal em relação à flutuação em água? Por quê?

QUESTIONÁRIO ou TESTE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS - TCP

QUESTÃO 1. Segure um lápis apoiando o polegar na parte de trás e o mínimo na ponta, apertando suavemente. Em qual dedo sentimos mais dor? Por quê?

QUESTÃO 2. Quadrado tem área? Como se calcula a área de um quadrado?

QUESTÃO 3. Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo ilustrado na figura 4. Como você explicaria o desequilíbrio da balança?

Figura 4: balança com um litro de água e um litro de óleo em cada braço



Fonte: blog, disponível em <http://blog.educacaoadventista.org.br/professoraluciana/index.php?op=pos&idpost=39>, acessado em agosto 2016.

Fonte: O Autor (2017)

Ele o que é entregue aos alunos logo no início do conjunto de aulas que estavam destinadas, dentro do planejamento pedagógico, para a execução das estratégias didáticas associada ao conteúdo de aprendizagem com o qual se está trabalhando no FAD.

Isso proporciona um planejamento em nível de plano de aula com o objetivo de se trabalhar adequadamente, já prevendo dificuldades e suas sugestões de solução, já que todos os pontos relevantes de possíveis dificuldades a serem enfrentadas, assim como as possíveis dificuldades associadas a concepções alternativas poderão ser mais rapidamente dirimidas, evitando a sensação de não inclusão por parte do educando, vindo a propiciar momentos sociointeracionista entre os integrantes da turma.

O FAD deve ser entregue aos alunos no início do conjunto de tempos de aula previsto no planejamento pedagógico e ao término de sua utilização, todos os pontos importante do conteúdo de aprendizagem, assim como as possíveis dificuldades devem ter chegado ao fim, e os descritores e suas ações constituidoras devem ter sido trabalhadas na forma de um ensino baseado em situações-problema.

O FAD foi a maneira encontrada para que possamos sugerir uma metodologia que trabalhe diretamente com a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, dentro de sua proposta de aplicação a partir do que chamamos de Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios.

A metodologia de confecção do FAD propriamente dito, consiste nas especificidade presentes nos processos de construção e aplicação do que foi construído em suas 3 etapas:

- Confecção de Experimento(s) Demonstrativo(s)
- Confecção do Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios
- Confecção de Experimento(s) Investigativo(s)

O FAD foi proposto para combater:

- Aulas estilo treino para testes, nesse tipo de ensino só se ensina respostas corretas sem que haja questionamentos (MOREIRA, 2013);
- O ensino que é centrado no docente, não no aluno. (MOREIRA, 2013);
- O ensino bancário, no qual se anula o poder criador dos educandos, e/ou minimiza-os para que seja estimulada sua ingenuidade de não sua criticidade. (FREIRE, 1988);
- A apropriação e ocupação de tempo com conceitos fora da realidade do mundo em termos de aplicabilidade e empregabilidade;

- O ensino desconectado de saberes prévios e desconectado do mundo real do aluno, onde o professor “ensina” e o educando não aprende, não dá significado ao novo;
- A não utilização de situações concretas e/ou cotidianas e que façam sentido para o educando.
- O ensino pressupondo que o aluno, naquela série em que ele se encontra, já sabe, não deixando espaço para interação: o professor copia no quadro, faz sua narrativa, e o aluno não o questiona, copia tudo, escuta tudo, e não aprende.

Esses combates são necessário, pois, segundo Moreira:

“A Física na Educação Básica está em crise; além de falta e/ou despreparo de professores, das más condições de trabalho, do reduzido número de aulas e da progressiva perda da identidade no currículo, o ensino de Física na educação contemporânea estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados.” (MOREIRA, 2013)

É no FAD que encontramos situações-problema concretas para a construção das ações de ensino pertencentes ao verbo integrante dos descritores que queremos construir. Onde descritores são ações, atitudes ou objetivos de ensino, são a nova forma de ver o ensino não pela “pedagogia da transferência” e sim pela “pedagogia da interação”.

A culminância da aplicação da metodologia proposta no FAD se dá na etapa de aplicação do(s) Experimento(s) Investigativo(s) ou Teste de Estudo Dirigido (TED). Nela se propõem situações-problema concretas e complexas onde o aluno encontra espaço para sua capacidade de mobilizar suas habilidades construídas para serem utilizadas, cada uma de acordo com suas especificidades, dentro da análise e solução dessas situações-problemas.

A proposta da criação do FAD se baseou nas seguintes ideias e ideais:

- Montagem de um material potencialmente significativo;
- Montagem de uma sugestão de modelo de sequência de aplicação didática moldável a realidade do aluno e da sua localidade para planejamento das aulas relacionadas a um conteúdo de aprendizagem ou a tópicos de uma Unidade Temática
- Unir um conjunto de propostas que, ao final de sua aplicação, os conteúdos de aprendizagem tivessem sido trabalhados de modo potencialmente significativo, e os objetivos de ensino, os descritores, tivessem sido construídos durante as atividades pertencentes ao processo de execução didática das etapas do FAD,

culminando em um processo que pode se tomado como avaliativo, onde se venha a oferecer situações problemas concretas em que as habilidades construídas, aplicadas paulatinamente a medida em que eram apresentadas, pudessem ser simultaneamente mobilizadas em uma situação na análise e solução de situação-problema complexa.

- Criação de uma sequência de aplicabilidade dos conteúdos de aprendizagem, embasada pela sondagem de conhecimentos prévios, reconhecimentos de possíveis concepções alternativas relacionados aos conteúdos de aprendizagem, levantamento de lacunas através de utilização de situação-problema concreta. O que por sua vez geraria indicadores de possíveis direcionamentos para as devidas intervenções no intuito de preparar o educando para, através da aplicação de situação-problema complexa, as habilidades construídas pudessem ser aplicadas, enfaticamente as habilidades relacionadas às competências enquadradas em eixos cognitivos de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Proposta (EP);
- Criação de sugestão de modelo para capacitação docente no tocante a entender que um planejamento faz toda a diferença, e que é possível planejar dentro de ações relevantes para a melhoria das práticas associadas ao ensino de física, e não só das teorias e práticas existentes na Física.

No intuito de desenvolvermos uma alternativa viável ao ensino de física, sempre tendo como foco “o que o alunos já sabe” propomos a construção de uma metodologia para o ensino de física através de estratégias de desenvolvimentos de competências e habilidades utilizando material potencialmente significativo, por nós intitulado Folheto de Aplicação Didática (FAD), que:

- É arraigado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (MOREIRA, 1999), na teoria da aprendizagem crítica de Moreira, em sua proposta para a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa(UEPS) (MOREIRA, 2003, 2012-a), e na teoria do desenvolvimento de competências de Perrenoud (PERRENOUD, 1999a, 2000);
- Vislumbrou em todas essas teorias de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, no mínimo, um fator em comum para o assertivo desenvolvimento cognitivo do educando, fator esse apresentado como o protagonismo docente;

- Vem a se mostrar como uma proposta de modelo de planejamento didático para a construção de um material potencialmente significativo e que nos forneça estratégias de desenvolvimento de competências;

Os caminhos que nos levaram a criar o FAD, como iremos apresentar, foi um misto de muita pesquisa e fundamentação teórica sobre:

- A redução do fracasso escolar (aqui trabalhamos com o entendimento do termo “fracasso escolar” como sendo o não querer participar das aulas e escolher ficar as margens da proposta de ensino, assim como o não conseguir satisfatório da construção das habilidades propostas na tabela de descritores), temática presente na Teoria de Competências de Perrenoud (PERRENOUD, 1999a);
- Como melhor se aumentar o conhecimento através de aplicação da noção de perfil conceitual e seu zoneamento, segundo a proposta de Mortimer (1996b);
- Como se procede ao desenvolvimento humano cognitivo segundo Vygotsky e sua ZDP-Zona de Desenvolvimento Proximal (VYGOTSKY, 1988);
- Como instigar o desenvolvimento mental de Piaget apud Moreira (MOREIRA, 1999);
- A utilização da didática do planejamento moldável de Moretto (MORETTO, 2014).

As necessidades oriundas de nossa práxis que levaram à necessidade de criarmos o FAD foram:

- Identificação de conceitos prévios e sua valorização, o que por sua vez proporciona maior participação e inclusão dos alunos durante as aulas;
- Estratégias para um ensinar voltado para o desenvolvimento de competências e construção de habilidades;
- Identificar possíveis dificuldades e atenuá-las;
- Saber utilizar as concepções alternativas para superar limites e evitar a mudança conceitual e seus “experimentos cruciais”;
- Zonear as concepções alternativas que venha a aparecer dentro do que foi proposto por Mortimer (1996b);
- Melhorar a interação com a sala de aula;

- Redução do desgaste do docente em tentar ensinar tendo “a certeza” de que ele já sabe do que o aluno já sabe, sem que encontre estratégias para coletar o olhar do aluno sobre o tema ou conteúdo a ser trabalhado.
- Sondagem de pontos com maior dificuldades relacionadas a conceitos prévios, para assim propor intervenções no momento de sala que propiciem uma aprendizagem com significado e não mecânica;
- Tratar o ensino não só como o ensino do conteúdo, e sim ensinar a aprender, a ser, a construir, a fazer através da aplicação de situações problemas ou situações concretas que proporcionem o desenvolvimento crítico do educando;
- Redução do fracasso escolar, e com isso mais inclusão, menos evasão e “desistência presente” nas aulas, a que acontece quando o aluno está em sala mas não sente que o que está sendo trabalhado pode ser primeiramente entendido, secundamente exercitado e por fim se tomar de significado;

De um modo geral, para cada dificuldade encontrada durante a aplicação do FAD, dificuldade essas que podem se apresentar em qualquer etapa da aplicação de situações problemas, devemos ter uma estratégia de reensino e/ou superação dessa dificuldade. Para isso devemos tomar o ensinar como sendo nossa função de dever, e com isso superar dificuldades, ultrapassar barreiras, tudo para auxiliar o educando no processo de ensino-aprendizagem, tudo corroborando para que tenhamos a verdadeira importância na ação do protagonismo docente.

Podemos dizer que o FAD foi pensado como uma estratégia que viesse a incluir o educando na aula, que o fizesse perceber que ele é parte dela, sempre o lembrando que é ele, o educando, quem está no comando de seu desenvolvimento cognitivo, interpessoal, atitudinal e emocional. Para isso se faz presente a importância do protagonismo docente, no tocante ao ensino baseado na visão que o aluno já apresenta, baseado no que ele já sabe, propondo situações problemas, concretas e organizadores prévios, tudo que venham a colaborar na solução de situações complexas, solução essa que passa pela reunião das habilidades construídas durante a aplicação do FAD.

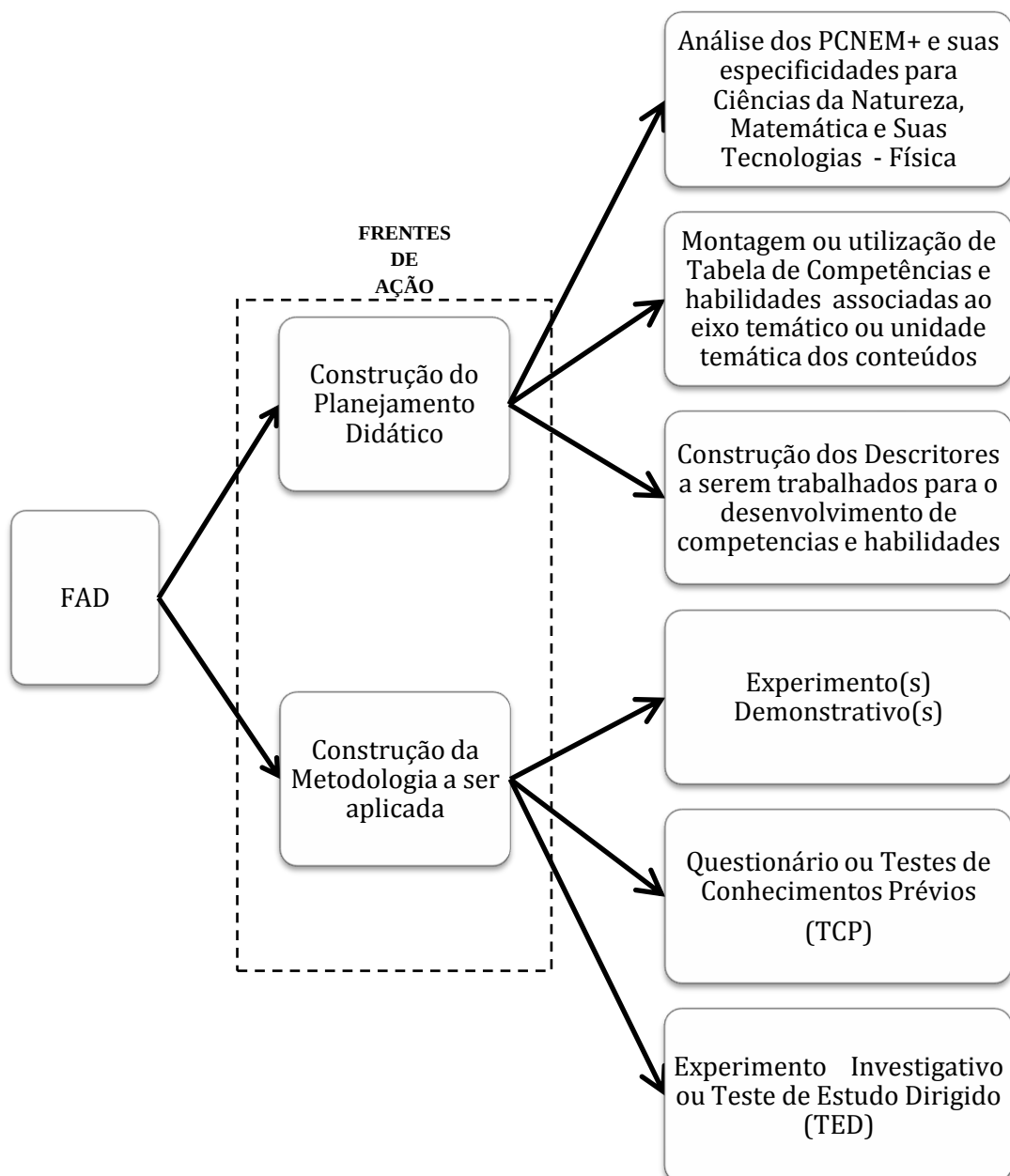
Portanto, o FAD é uma sequência de sondagem de conhecimentos prévios a partir de situações concretas adequadas a localidade e regionalidade vivencial do educando, como o intuito de promover o ensino do novo de modo mais inclusivo, e chamando a responsabilidade do professor como agente do protagonismo dessa ação tão valorosa

apresentada nos resultados da aplicação do exemplo constante no FAD-Hidrostatica (Apêndice A)

2.2 Construção do FAD

O FAD é construído basicamente de duas frentes de ação, que se subdividem cada uma em três etapas de acordo com o esquema a seguir:

Figura 2. 3 – Esquema representativo das etapas da construção do FAD e suas subdivisões.



Fonte: O Autor (2017)

Resumidamente, e posteriormente mostrando as especificações de cada etapa, devemos ter a seguinte etapas dentro das respectivas frentes de ação:

Análise dos PCNEM+: entender como a disciplina Física foi estruturada de modo a abranger um conjunto de conhecimentos e de como esses conhecimentos podem se interligar com os conhecimentos das outras disciplinas da mesma área da Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Montagem da Tabela de Competências: Escolha das Competências mais adequadas aos trabalhos a serem desenvolvidos durante o processo de ensino-aprendizagem, ou utilização de Tabela de Competências já proposto pela Instituição de Ensino na qual se vai desenvolver o processo de ensino.

Construção dos Descritores: descritores são ao mesmo tempo o que será ensinado e a estratégia de ensino, e devem ser exequíveis para que haja construção de habilidades e desenvolvimento de competências. É o que se avalia durante o processo dentro de situações-problema.

Experimento(s) Demonstrativo(s): situações concretas que podem envolver experimento prático, vídeo, animação, simulação computacional ou texto introdutório, possibilidades essas tidas em nível de organizadores prévios, isso para mostrar a aplicabilidade do conhecimento novo a ser adquirido, sempre que possível vindo a mostrar ideias mais gerais e inclusivas para que depois, durante processo de ensino, sejam diferenciada em termos de detalhes e especificidades.

Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP): montagem de uma sequência de situações-problema concretas, na sequência em que se quer aplicar os novos conhecimentos, seguindo as orientações dos materiais adotados, livro texto e textos complementares, preocupando-se em pesquisa prévia das concepções alternativas ligadas aos temas de cada questão para podermos superar dificuldades e transpor limites, e que sejam montadas para que se possa trabalhar os descritores listados para o conjunto de conhecimentos em questão. Ao término desse conjunto de

questões, os novos conceitos devem ter sido trabalhados, as novas habilidades devem ter sido construídas e o conjunto de conhecimentos deve ter sido lecionado de modo possivelmente significativo.

Experimento Investigativo ou Teste de Estudo Dirigido (TED): experimento de culminância da aplicabilidade dos conceitos trabalhados e conhecimentos construídos durante a aplicação do FAD. Propõem situações concretas onde se possa fazer uso das habilidades desenvolvidas durante a aplicação do FAD, de modo a que seja possível direcionar a utilização do desenvolvimento de competências em nível dos cinco eixos cognitivos, com ênfase nas competências mais diretamente categorizadas ligadas ao eixo de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Propostas (EP).

A seguir mostramos as especificações de cada uma das regiões de ação e suas subdivisões

2.2.1 Construção do Planejamento Didático do FAD

Aqui se faz necessário a explanação de cada subdivisão da Construção do Planejamento Didático do FAD e suas especificidades.

2.2.1.1 Análise dos PCNEM+ e suas especificidades para Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – Física.

Em primeiro ponto a análise é a leitura e o entendimento das estratégias propostas pelo PCNEM não só da parte de Física, mas como de Matemática, Química e Biologia, no intuito de proporcionarmos situações problemas que venha a valorizar a integração das disciplinas pertencentes a mesma área do conhecimento, que em nosso caso é a das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

O material mais geral sobre os objetivos e funções do PCNEM+ se encontra nos seguintes tópicos do PCNEM+ (BRASIL, 2007), dos quais devemos ter um olhar especial para o último deles.

- A reformulação do ensino médio e as áreas do conhecimento;
- Como rever o projeto pedagógico da escola;

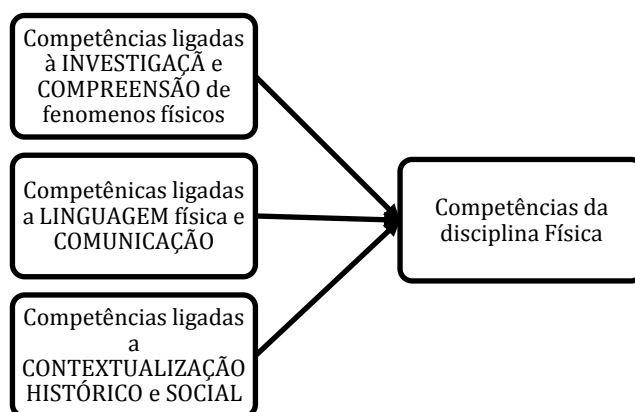
- Novas orientações para o ensino;
- Conhecimentos, competências, disciplinas e seus temas estruturadores;
- A articulação entre as áreas;
- A articulação entre as disciplinas em cada uma das áreas.

Mais especificadamente às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, o PCNEM+ apresenta os tópicos:

- Caracterização da área do conhecimento;
- As competências gerais no aprendizado das Ciências da Natureza, e da Matemática;
- Linguagens partilhadas pelas ciências;
- Instrumentos de investigação utilizados em comum pelas varias ciências;
- A contextualização no ensino das ciências.

Na parte do PCNEM+, Orientações Educacionais Complementares aos PCN (BRASIL, 2007), também conhecido como PCNEM+, dedicada às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias podemos encontramos um conjunto de competências já agrupadas de modo a deixar explicito as vinculações entre as áreas do conhecimento. Assim, dentro do conjunto de competências que se pode utilizar em Física tem-se competências que estão permeando as três categorias de competências, as ligadas a Investigação e Compreensão dos fenômenos físicos, competências ligadas à utilização da Linguagem física e de sua Comunicação e por fim as que tenha a ver com sua Contextualização Histórico e Social.

Figura 2. 4 – Conjunto de Tipos de Competências que constituem as Competências a serem desenvolvidas no Ensino de Física.



Fonte: BRASIL (2000)

Deve-se fazer um levantamento das que melhor se adequam a realidade a ser desenvolvida no trabalho educacional, e as selecionando estaremos já encaminhados para a escolha das habilidades a serem construídas durante toda a aplicação do FAD.

Faz-se necessário uma ressalva, muitas Instituições de Ensino já devem ter construído as suas Tabelas de Competências e Habilidades associadas à Série específica, às suas Unidades Letivas (Bimestre, Trimestre, Semestre ou Anual) e às Unidades Temáticas ligadas a série em questão, de acordo com o PCNEM+ (BRASIL, 2007).

2.2.1.2 Montagem ou utilização de Tabela de Competências e habilidades associadas à Unidade Temática dos Conteúdos

Os objetos do conhecimento ou assuntos a serem lecionados devem estar baseados Temas Estruturadores da Física (BRASIL, 2007):

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

Cada um desses temas possui três ou quatro “Unidades temáticas” como apresentadas no Anexo B, as quais simultaneamente (BRASIL, 2007):

- “... são elementos importantes para as atividades de planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos...”
- “... podem contribuir para evitar que as limitações de tempo ou outras dificuldades acabem por restringir o âmbito e o sentido, em termos de compreensão de mundo ...”
- “...cuja delimitação e sequência favorecem o objetivo desejado.”

Em exemplificação, de acordo com o Anexo B, tomemos:

Tema Estruturador da Física → TEMA 1. Movimentos: Variações e Conservação;

Unidade Temática → Unidade 4. Equilíbrios e desequilíbrios;

Tópicos:

- Diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos, distinguir situações de equilíbrio daquelas de não-equilíbrio (estático ou dinâmico).
- Estabelecer as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água.
- Reconhecer processos pelos quais pode ser obtida amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas.

Para a construção da Tabela de Competências e Habilidades fornecemos o modelo a seguir e suas características.

Tabela 2.1 – Modelo de Tabela de Competências e Habilidades parte integrante do Planejamento Didático.

INSTITUIÇÃO DE ENSINO Planejamento Didático Disciplina: _____ Série: _____ ano do Ensino _____ de 2017 _____ Unidade Letiva Prof.(a): _____		
Competências	Habilidades	Unidade Temática ou Conteúdos de Aprendizagem
Competências a serem desenvolvidas baseadas na Parte III do PCNEM – Ciências de Natureza, Matemática e suas Tecnologias – Física Escolha dentre as existentes, as que mais se enquadram dentro do Conjunto de Conhecimentos a serem trabalhados.	Habilidades a serem construídas. As habilidades estão associadas às Competências a serem desenvolvidas. Escolha de acordo com a necessidade de situações de aplicabilidade e situações exequíveis relacionadas ao Conjunto de Conhecimentos a serem trabalhados	Unidade temática ou Conjunto de Conhecimentos a serem trabalhados de acordo com a série e unidades de avaliação da Instituição de Ensino.

Fonte: O Autor (2017)

Exemplificando uma pequena parte do Planejamento Didático como mostrado no Apêndice A , especificadamente para Estudo de Fluidos em Equilíbrio.

Tabela 2.2 – Exemplificação de uma parte de Tabela de Competências associadas ao conteúdo de Estudo dos Fluidos que são pertencentes à Unidade Temática Equilíbrios e Desequilíbrios.

INSTITUIÇÃO DE ENSINO FEDERAL Planejamento Didático Disciplina: Física Série: 1º ano do Ensino Médio de 2017 III Unidade Letiva Prof. Luiz Neto		
Competências	Habilidades	Unidade Temática ou Conteúdos de Aprendizagem
C1 - Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita e oral, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	HF2 - Saber utilizar corretamente símbolos, códigos, nomenclaturas e unidades de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos.	Estudo dos Fluidos em Equilíbrio Estático

Fonte: BRASIL (2000)

Após a seleção da Competências a serem desenvolvidas e habilidades a serem construídas, deve-se, antes de passar para a etapa seguinte, a da Construção dos Objetivos de Ensino a serem trabalhados, fazer o enquadramento de cada competência em Eixos Cognitivo. Isso se torna imperante, pois a modernização do ensino constantes nas propostas dos documentos oficiais PCNEM, PCNEM+ e LDB está sustentada no enquadramento de toda e qualquer competência dentro de cinco eixos cognitivos, eixos esse tomados como competências mais gerais a serem desenvolvidas em qualquer das três áreas do conhecimento e que possuem um grau hierárquico dentro do desenvolvimento cognitivo. Uma mesma competência pode ser enquadrada em mais de um eixo cognitivo e por isso podemos montar Objetivos de Ensino com diferentes propostas de desenvolvimento cognitivo para uma mesma competência. Segundo o PCNEM+ (BRASIL, 2007) os eixos e suas especificidades são:

- Domínio das Linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer das linguagens matemática, artística e científica.
- Compreensão de Fenômenos (CF): construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- Enfrentamento de Situações-Problema (SP): selecionar, organizar, relacionar interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- Construção de Argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- Elaborar Propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

2.2.1.3 Construção dos Descritores

De acordo com o SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica, constante no PDE/SAEB 2009 (BRASIL, 2008) um descritor é uma associação entre conteúdos

curriculares e operações mentais a serem desenvolvidas pelo aluno, e que vem traduzir o desenvolvimento de competências e construção de habilidades. Eles indicam habilidades que se esperam que os alunos construam e constituem a referência para a seleção dos itens que deve compor uma prova de avaliação. Ou seja, eles estão associados a habilidades que devem ser construídas pelos alunos e é o que se quer avaliar como desenvolvido.

Eles são objetivos instrucionais, e dessa forma eles conseguem promover um detalhamento das operações mentais associadas aos tópicos presentes na unidade temática para a construção de um ensino por estratégias de desenvolvimento de competências, e sendo assim, fornecem aos professores uma base de diagnósticos para execução de atividades de reensino nas situações onde se constate uma não construção satisfatória das ações por eles especificadas, assim como nos fornecem o direcionamento para executar um programa de remediação consciente e apropriada como sugere Crocker (1986).

Notadamente no ensino por estratégia de desenvolvimento de competências não se avalia as competências, e sim se os descritores foram construídos satisfatoriamente.

Para que haja pleno acordo entre os nossos Descritores, objetivos a serem construídos, pertencentes a uma Unidade Temática ou conteúdos de aprendizagem, para que haja ensino por estratégias de desenvolvimento de competências, e os objetivos do PCNEM, PCNEM +, e da LDB se faz necessário:

- Constatação da pressuposição de que toda estratégia de desenvolvimento de competência deve ser baseada sobre cinco eixos cognitivos como constantes no Anexo C: Domínio da Linguagem (DL); Compreensão de Fenômenos (CF); Enfrentamento de Situações-Problema (SP); Construir Argumentação (CA) e Elaborar Proposta(EP).

- Citar Zabala (2002), que nos mostra, no tocante a categorização dos conteúdos de aprendizagem, que eles devem ser “meios para conhecer ou responder a questões que uma realidade experiencial dos alunos proporciona: realidade que é sempre global e complexa”, e que existem 4 categorias de conteúdos:

- Conteúdos Conceituais: Trata-se dos conteúdos que necessitam de uma base teórica, os quais colaboram com o desenvolvimento da parte cognitiva do ser.
- Conteúdos Procedimentais: Trata-se da aprendizagem de ações. Colocar em prática o conhecimento adquirido com os conteúdos conceituais.

- Conteúdos Factuais: São os conteúdos com estratégias de aprendizagem simples, e que estão ligados à necessidade de memorização.
- Conteúdos Atitudinais: São os conteúdos ligados à vivência do ser com o mundo que o rodeia. Conteúdos adquiridos na prática e no uso contínuo.

Uma observação se faz necessária no tocante a visão simplista sobre o termo “conteúdo”, Zabala adverte:

“Devemos nos desprender dessa leitura restrita do termo "conteúdo" e entendê-lo como tudo quanto se tem que aprender para alcançar determinados objetivos que não apenas abrangem capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades. [...] Portanto, também serão conteúdos de aprendizagem todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social.” (ZABALA, 2002)

Para fechar a ideia de como ensinar a partir da ação do verbo pertencente ao Descritor a ser desenvolvido, não podíamos deixar de citar Delors (2010), onde nos é mostrado que o ensino por desenvolvimento de competências é uma outra maneira de repensar sobre práticas educacionais, o que por sua vez contribui para a formação do cidadão através do desenvolvimento dos quatro pilares da Educação, o que vem a corroborar com a proposta de estratégia de ensino da ação do verbo pertencente ao descritor ou Objetivo a ser desenvolvido. Os quatro pilares são:

- Aprender a conhecer;
- Aprender a fazer;
- Aprender a Conviver;
- Aprender a ser.

A importância dessa proposta de Delors para o ensino por estratégias de desenvolvimento de competências e habilidades, no tocante a construção dos Descritores a serem desenvolvidos, apresenta-se no tipo de desenvolvimento que se quer alcançar ao ensinar através da ação do verbo do Descritor.

Logo, antes de começarmos a construir nossos Descritores, devemos ter nosso olhar voltado para os seguintes aspectos: o enquadramento de cada competência em Eixos Cognitivos; o entendimento de com qual Categoria de Conteúdo se está trabalhando nos tópicos da Unidade Temática; e que as ações a serem desenvolvidas durante a práxis devem ser baseadas nos Quatro Pilares da Educação do século XXI, os quais foram definidos pela UNESCO em 1990, na Conferência Mundial de Educação para Todos, na Tailândia. (DELORS, 2010)

Tudo isso até agora foi dito para direcionar o docente para a principal mudança proporcionada pelo ensino por estratégias de desenvolvimento de competências, a qual reside na nova forma de ensinar, pois diante dessa nova metodologia necessitam-se de conhecimento interdisciplinar, das linguagens que modelam cada disciplina e da capacidade de se resolver situações-problema, cujas soluções estejam ligadas ao apanhar de ações e valores construídos e tomados a mão conjuntamente. É a essa capacidade de poder reunir, de mobilizar diferentes habilidades em uma mesma solução, sabendo onde cada uma se enquadra dentro de um todo, que Moretto (MORETTO, 2014) chama de competência.

A existência dos descritores dentro do processo de ensino por estratégias de desenvolvimento de competências retira a aprendizagem da “pedagogia da transmissão”, onde o docente se comporta como o centro do processo, e o aluno era visto como uma tabula rasa, de forma passiva a ficar a absorver conteúdos ensinados, e passa a empreender em uma “pedagogia da interação”, um modelo de construção de conhecimento que levaria o aluno a assumir o papel de agente ativo, sujeito, e em busca de uma aprendizagem que aconteça através de proposições e soluções de situações-problemas concretas. (PIRES, 2009)

Tomemos cuidado, vejamos o relato e as orientações de Garcia sobre erros cometidos na aplicação de um ensino por estratégias de desenvolvimento de competências e como sair dessa inércia à falta de protagonismo docente.

O exemplo é verídico. Uma professora me perguntou: "O que é isso de habilidades que estão falando na minha escola?". Depois de explicar um pouco, ela me respondeu: "Ah, são aqueles verbinhos que a gente coloca nas reuniões de início do ano na frente dos objetivos de ensino? Já aprendi a fazer isso faz tempo!". Acho que não me engano ao imaginar que aquelas listas de objetivos cheias de "verbinhos" costumam ficar na gaveta da professora ou da diretora no restante do ano, enquanto se ministra "o conteúdo". Romper esse tipo de hábito não é simples. Daí a importância, a meu ver, de se considerar as habilidades e competências como objetivos em si, tal como se faz com a leitura e a escrita. Logicamente, isso não significa desvincular as habilidades de algum conteúdo. Pelo contrário, os conteúdos das diferentes disciplinas devem ser o principal instrumento para o desenvolvimento dessas habilidades. O que se necessita é mudar o enfoque, a abordagem que se faz de muitos assuntos, além da postura do professor, que em geral considera o conteúdo

como de sua responsabilidade, mas a habilidade como de responsabilidade do aluno. (GARCIA, 2005)

Essa passagem nos mostra a importância da participação ativa dos professores na mudança metodológica e na mudança de foco que o ensino por estratégias de desenvolvimento de competências nos proporciona.

Ainda seguindo os relatos de Garcia (2005), vemos a importância do profissionalismo educacional:

Mudar o foco para o desenvolvimento de competências e habilidades implica, além da mudança de postura da escola, um trabalho pedagógico integrado em que se definam as responsabilidades de cada professor nessa tarefa. Um grande obstáculo, aqui, é que nós mesmos, professores, podemos ter dúvidas sobre em que consiste, realmente, uma determinada habilidade, e mais ainda sobre como auxiliar o seu desenvolvimento. Afinal, possivelmente isso nunca foi feito conosco... Mas as dificuldades não nos devem desalentar. Pelo contrário, representam o desafio de contribuir para uma mudança significativa na prática didática da escola. (GARCIA, 2005)

As etapas para a construção de descritores para serem utilizados na confecção de material potencialmente significativos são:

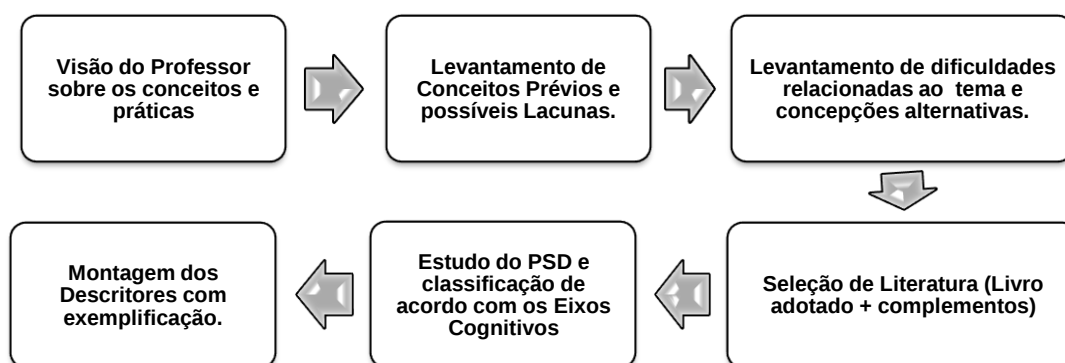
- Visão do professor sobre os conceitos e práticas associados aos tópicos da Unidade Temática ou Conceitos de Aprendizagem que se vai trabalhar em sala, isso pois é o professor o protagonista da educação inclusiva e da aprendizagem significativa;
- Levantamento de conceitos prévios, ou conceitos de base para se ter melhor compreensão dos tópicos a serem trabalhados, a fim de prever dificuldades e propor soluções para transposição.
- Levantamento de dificuldades relacionada ao tema em artigos e/ou periódicos além de suas relevantes experiências.
- Levantamento de concepções alternativas ligadas aos tópicos a serem trabalhados na tentativa de já preparamos sugestões de práticas para que ocorra, de forma adequada, o zoneamento dessa concepção alternativa dentro de um perfil conceitual (segundo o que nos fala Mortimer(1996b), a zona do realismo, do senso comum, das

experiências cotidianas. Isso facilita muito no momento de tentar entender quais as possíveis visões dos alunos sobre o tema.

- Seleção de Literatura mais adequada a sua visão do que será trabalhado (Livro adotado e materiais complementares): o Livro não é o trilho a ser severamente seguido, ele nos serve de orientação. O que deve ser seguido é a visão do professor sobre como os conteúdos devem ser trabalhados. E todos objetivos a serem construídos devem ter sua parte conceitual na literatura adotada.
- Estudo da Tabela de Competências já com os devidos enquadramentos das competências nos eixos cognitivos e os tipos de conteúdo que serão contemplados.
- Montagem dos Descritores exequíveis, que contenham em sua estrutura tudo o que quer se dizer a ponto de se dispensar explicações, e que sejam prontamente entendidos por todos que os leiam. Objetivos explícitos, aplicáveis e exequíveis.

Essas etapas podem ser compiladas no fluxograma a seguir

Figura 2. 5 – Etapas para elaboração de descritores



Fonte: O Autor (2017)

A estrutura do descritor, para que se satisfaçam as condições de serem exequíveis e de metalinguística, pode corresponder a dois modos de formatação e que geram resultados excelentes como os que serão apresentados no capítulo 4 no tocante a resultados conseguidos

pela prática da aplicação do FAD-HIDROSTÁTICA (Apêndice A), como os que estão sendo sugeridos e que foram aplicados em nosso trabalho.

Tabela 2.3 – Modelos de elaboração de descritores e suas especificidades.

Modelo	Estilo	Especificidades	Exemplo de Descritor
I	Descritor = <u>Parte 1</u> + Parte 2	<u>Parte 1: Verbo associado ao eixo cognitivo e ao tipo de conteúdo a ser trabalhado no objetivo de ensino.</u> Parte 2 : Proposta do professor de como esse verbo será empregado como exemplificação.	<u>Expressar Pressão hidrostática como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de fluido, assim como através do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.</u>
II	Descritor = <u>Verbo</u> + Conteúdo + Aplicação	<u>Verbo de acordo com o eixo cognitivo e tipo de conteúdo.</u> Conteúdo a ser trabalhado. Exemplificação de aplicabilidade.	<u>Expressar Pressão hidrostática como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de fluido, assim como através do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.</u>

Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação de Brasil (2000).

Os verbos que utilizamos nesse presente trabalho, e que estão diretamente ligados aos tipos de conteúdos de aprendizagem e ao tipo de eixo cognitivo ao qual a competência se referenda, se encontram no Anexo D. E também se optou pelas especificações existentes na Taxonomia de Bloom, no tocante a verbos que representam objetivos específicos e objetivos generalizadores, constante no Anexo E.

Sabe-se que a formulação dos descritores está associada a Habilidade a ser construída, que por sua vez esta ligada a uma competência a ser desenvolvida. Esse intrincado deve ser uma constante na elaboração dos descritores e no seu conteúdo. Por isso se faz necessário a construção dos descritores já na devida coluna da Tabela de Descritores, como a que se segue, a qual já tem as competências e habilidades relacionais aos descritores a serem desenvolvidos.

Tabela 2.4 – Modelo exemplificado de Tabela de Descritores

Tabela de Descritores associados ao tópico Estudo dos Fluidos			
Competência	Habilidade	Descritores	Unidade Temática ou Conteúdo de Aprendizagem
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de	D.1:Construir gráficos que mostrem o comportamento linear da pressão local com a profundidade e entender que um gráfico está sempre ligado a uma relação matemática entre as grandezas em seus eixos. D.2:Expressar Pressão hidrostática como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de	Estudo dos Fluidos em Equilíbrio Estático

	energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo.	fluido, assim como através do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.	
--	---	--	--

Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação de Brasil (2000).

Notemos que, para uma mesma habilidade, quando se fizer necessário, e quase sempre o é, mais de um descritor, devemos sempre partir de situações contendo descritores com verbos de objetivos mais específicos (Definir, Conceituar, Demonstrar, Traduzir, Identificar, Enunciar) para só então chegarmos a descritores contendo verbos de ações objetivas mais gerais (Analisar, Compreender, Criar, Propor, Avaliar), os quais englobam ações cognitivamente mais aprimoradas.

Isso, pois, são os descritores que mostram a visão do docente do que realmente é importante sobre o conteúdo de aprendizagem, mas também são eles que nortearão nossa forma de avaliar e o que será avaliado como satisfatoriamente construído.

Essa ultima passagem não podia deixar de ser inserida, pois em nossos estudos se escutou o seguinte termo por parte de docentes ainda reticentes com a metodologia de estratégia de desenvolvimento de competências: “... essa metodologia nos engessa!”, e aqui afirmo não ser verdade.

Essa metodologia nos organiza em termos de planejamento de aula e de avaliações, e com isso vem a nos ajudar a não cometer erros ou absurdos didático-metodológicos, como o de se cobrar em uma avaliação um conteúdo que não teve sua base conceitual trabalhada em sala, ou como o não distribuir, proporcional ao tempo em que se ficou empregando os conceitos e aplicações vivenciadas em sala, os tipos de itens de prova e suas quantidades na avaliação, priorizando inconscientemente um conteúdo ou aplicação e preterindo a outros que tiveram o mesmo tempo ou importância de tempo empregado.

2.2.2 Construção da Metodologia do FAD

Qual a importância de um planejamento que se baseie na inclusão do aluno, inclusão essa de o aluno sentir que a aula foi preparada para que ele pudesse aprender, e não apenas para fornecer conteúdo, e com isso o aluno se sinta parte ativa de seu desenvolvimento e do desenvolvimento da aula?

Como fazer o aluno participar das aulas falando de suas vivências relacionadas aos tópicos a serem trabalhados em sala?

Como ter acesso a um processo sociointeracionista, onde o objetivo maior é a superação de dificuldades e barreiras ao aprendizado com significado?

Como ensinar mostrando ao aluno a importância dos conteúdos e conceitos, e de suas aplicabilidades, através de situações concretas?

O que fazer para focar no ensino por estratégias de desenvolvimento de competências e construção de habilidades, e mostrar a importância do protagonismo docente na mudança do ensino através da “pedagogia da transmissão” para o ensino através da “pedagogia da interação”?

Como ensinar não só o conteúdo, mas concluí-lo ensinando o aluno a utilizá-lo em situações problemas?

Como promover situações onde as habilidades construídas pudessem ser mobilizadas, de acordo com suas especificidades, em solução de situação problema complexa?

Como descobrir o que o aluno já sabe sobre o tópico, conteúdo ou conceito a ser trabalhado, e se utilizar esse riquíssimo apanhado de informações de forma adequada?

Como não cometer absurdos didáticos através de “experimentos cruciais” e mudança conceitual?

Como proporcionar diferenciação entre o que o aluno já sabe e a necessidade de zoneamento conceitual?

Como fazer simultaneamente a diferenciação conceitual e a reintegração conciliadora, e com isso um mesmo conceito aplicado antes em apenas uma situação, poderá ser aplicado em outras com outros significados?

Foi na tentativa de responder a esses questionamentos que montamos seguinte sugestão de metodologia, cuja construção está dividida em três etapas, além de mostramos como se deve proceder em cada uma dessas etapas e como essas etapas estão relacionadas.

2.2.2.1 Experimentos Demonstrativos

Os Experimentos Demonstrativos são situações concretas que podem envolver experimento prático, vídeo, animação, simulação computacional ou texto introdutório, possibilidades essas tidas em nível de organizadores prévios, isso para mostrar a aplicabilidade do conhecimento novo a ser adquirido, sempre que possível vindo a mostrar ideias mais gerais e inclusivas para que depois, durante processo de ensino, sejam diferenciada em termos de detalhes e especificidades.

A seguir elencamos os objetivos associados à aplicação dos Experimentos Demonstrativos:

- Servir de motivação da aplicabilidade do conteúdo de aprendizagem ou de seus tópicos em situação concreta;
- Servir de Organizador Prévio, seja ele um organizador expositivo ou comparativo, que venha a fornecer uma visão geral e aplicada dos termos, e conceitos de base do conteúdo de aprendizagem em situação concreta, a partir da qual, poderíamos ir destrinchando os conceitos científicos envolvidos nessa situação concreta e seus vínculos conceituais;
- Sondar conhecimentos prévios, possíveis lacunas e possíveis concepções alternativas;
- Diferenciar progressivamente os conceitos científicos e a visão dos alunos sem que haja mudança conceitual e sim um zoneamento conceitual como proposto por Mortimer (1996b) em sua noção de perfila conceitual;
- Criação de situações de possível reconciliação integradora como os novos conceitos apresentados, devido a possibilidade da sua reaplicação a qualquer momento na solução de situação-problema presente no Questionário de Conhecimentos Prévios;

A seguir as etapas para a devida aplicação.

4. Fazemos um experimento por vez, pedimos que a turma se divida em equipes de no máximo 3 alunos, e que essa equipe monte um pequeno relatório sobre o experimento, todas essas ações no tempo de uma aula;
5. Recolhemos os relatórios, coletamos as informações que eles nos trazem, e preparamos ações e estratégias para: o reensino das dificuldades apresentadas ou preenchimento de lacunas; zoneamento de concepções alternativas e ancoragem do novo sobre a visão que os relatórios trazem.
6. Só assim se começa a resolução das Questões de Conhecimentos Prévios que estão relacionadas com cada um dos experimentos demonstrativos.

2.2.2.2 Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP)

O Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios (TCP) é a montagem de uma sequência de situações-problema concretas, na sequência em que se quer aplicar os novos conhecimentos, seguindo as orientações dos materiais adotados, livro texto e textos complementares, preocupando-se em pesquisa prévia das concepções alternativas ligadas aos temas de cada questão para podermos superar dificuldades e transpor limites e de possíveis, e que sejam montadas para que se possa trabalhar os descritores listados para o conjunto de conhecimentos em questão. Ao término desse conjunto de questões, os novos conceitos devem ter sido trabalhados, as novas habilidades devem ter sido construídas e o conjunto de conhecimentos deve ter sido lecionado de modo significativo.

A seguir, elencamos os objetivos e especificidades para a construção do Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios:

- Ele deve sugerir uma sequência potencialmente significativa para diferenciar progressivamente e reconciliação integradora entre

conhecimentos prévios e conhecimentos novos, relacionados aos conteúdos de aprendizagem e seus tópicos;

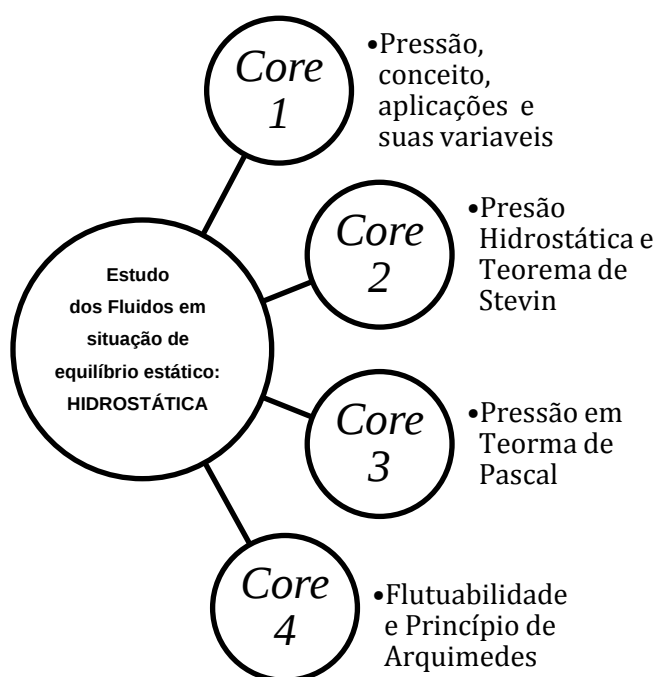
- Sondagem de conhecimentos prévios e concepções alternativas, e com isso ancoragem significativa do novo e zoneamento conceitual adequado, respectivamente, para a superação de limites;
- Sondagem de lacunas de conceitos ou aplicações de base dos conteúdos de aprendizagem, de modo a entender que a lacuna também é um tipo de conhecimento prévio, e por isso deve ser trabalhada com estratégias para que sejam preenchidas, e isso se faz com ensino e não com críticas;
- Aplicação dos temas “*Core*” do tópico da unidade temática ou conteúdo de aprendizagem;
- Possibilitar a visualização de conceitos científicos de base e poder assim trabalhar os conceitos científicos derivados; (Exemplificando o que aqui chamamos de conceitos científicos de base e os conceitos científicos derivados: podemos trabalhar como conceito de base o de densidade, para depois nos encaminharmos para o conceito de flutuação e seu princípio.)
- Montagem de um conjunto de questões, todas, apresentando em sua constituição situação-problema concreta relacionada aos temas dos tópicos dos conteúdos de aprendizagem. (Como exemplificação, tomemos a Orientação ao Professor da Questão 01. do FAD-Hidrostática, constante no Apêndice A desse mesmo trabalho, na qual se mostra os objetivos relacionados à situação-problema que nela se encontra, assim como consta as possibilidades de conhecimentos derivados com os quais se poderia trabalhar a partir do conhecimento base.)

Já tendo elencado seus objetivos e especificidades, passemos às orientações para a elaboração do Questionário ou Teste de Conhecimentos Prévios e a sequência a ser seguida para sua devida aplicação.

Etapas de elaboração das questões.

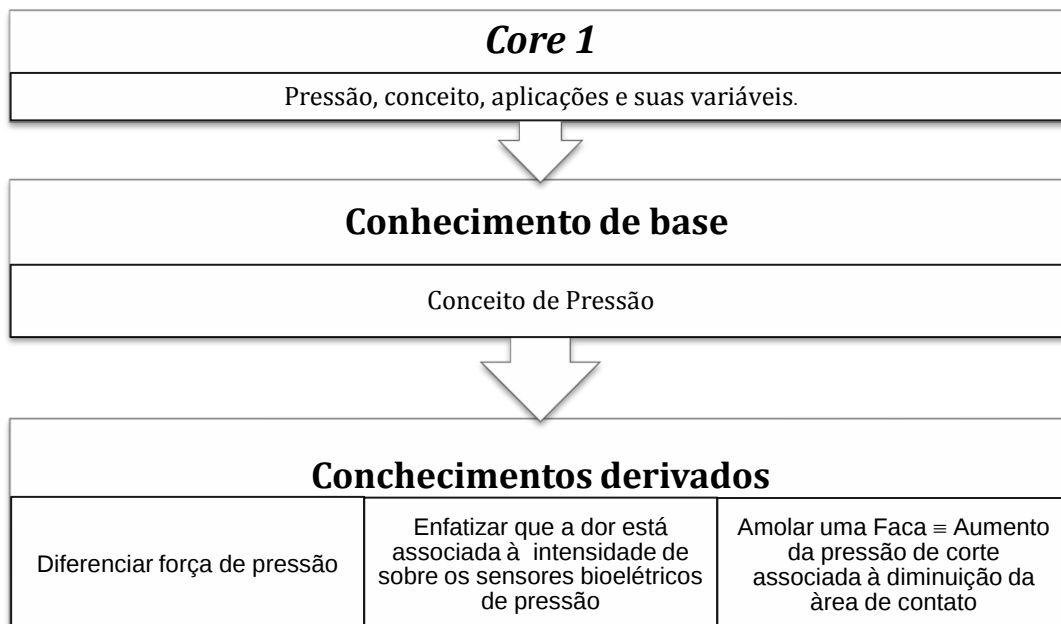
Etapa I. Divida o conteúdo de aprendizagem em conceitos e aplicações chamados de “Core” ou temas internos do conteúdo de aprendizagem assim como na Figura 2.6 . São os temas internos considerados *Core* que são considerados no presente trabalho como Conceitos Científicos de Base e que servem de alicerce para o Conceitos Científicos Derivados, assim como exemplificação na Figura 2.6 . No FAD-Hidrostática dividimos o conteúdo de aprendizagem Estudo dos Fluidos, levando em consideração os tópicos a serem considerados dentro da Unidade Temática 4 do PCNEM+ - Física, em 4 “cores”: **Core 1**- Pressão: conceituação, diferenciação entre Pressão e Força, variáveis que influenciam na pressão e sua aplicação em situações concretas; **Core 2** – Pressão Hidrostática e a Lei de Stevin; **Core 3** – Pressão no Teorema de Pascal; **Core 4** – Flutuabilidade e Princípio de Arquimedes.

Figura 2. 6 – Divisão do conteúdo de aprendizagem do FAD-Hidrostática



Fonte: O Autor (2017)

Figura 2. 7 – Exemplificação baseada no FAD-Hidrostática: tema interno Core 1, de seu Conhecimento de Base e dos Conhecimentos Derivados (Conhecimentos que devem ser aplicações do Conhecimento de Base em situações concretas que podem ser interdisciplinares e /ou aprofundamento e generalizações.)



Fonte: O Autor (2017)

Etapa II. Coletar a visão do livro adotado e dos materiais complementares sobre os temas que se quer trabalhar com os “Core” do conteúdo de aprendizagem.

Etapa III. Fazer levantamento de dificuldades relacionada a conceitos de base e concepções alternativas que podem vir a surgir, através de pesquisa de artigos e publicações relacionados ao conteúdo de aprendizagem, e especificamente aos temas internos (Core), para assim poder sugerir intervenções adequadas para cada caso, de acordo com as fundamentações de Mortimer (zona conceitual), teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Moreira, e de material potencialmente significativo de Moreira.

Etapa IV. As questões devem ser formuladas na sequência em que se optou trabalhar com os “Core” ou temas internos e devem ter por objetivo construir os

objetivos presentes nas ações dos descritores a fim de proporcionar a aquisição das habilidades associadas.

Etapa V. As questões sempre devem ser situações-problema concretas.

Etapa VI. As questões de conhecimentos prévios devem estar diretamente ligadas ou conectadas às partes constituintes dos Experimentos Demonstrativos, assim como o que está no FAD-Hidrostática (Apêndice A), onde houve a seguinte divisão:

- Questões de 01 até 04 conectadas à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 01;
- Questões de 05 até 08 conectadas à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 02;
- Questão 09 conectadas à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 03;
- Questão 10 conectada à visão do que se apresenta no Experimento Demonstrativo 04.

Etapa VII. As questões e suas aplicações derivadas (possibilidades que se abrem para se trabalhar com outros conceitos relativos ao *Core* que a questão está vinculada) devem estar associadas à construção dos objetivos presentes nos descritores propostos.

A sequência de construção serve também para que o docente tenha uma visão geral do inter-relacionamento horizontal e transversal entre os conceitos científicos a serem trabalhados durante o processo, assim podendo prever dificuldades durante o processo de ensino que necessitem de intervenção adequada, e não deixando isso para o final do processo, quando do lançamento do resultado da avaliação geral. Pois se o docente se planeja ao ponto de prever dificuldades, ele consegue montar estratégias para a transposição delas.

O levantamento de possíveis lacunas, concepções alternativas e conceitos prévios relacionados aos tópicos ou ao próprio conteúdo de aprendizagem são fundamentais para a construção adequada das questões do TCP.

Etapas de aplicação.

Etapa I. Realize o fazer das questões relacionadas a um dos experimentos demonstrativos só depois de fazer o levantamento dos conhecimentos prévios, lacunas e concepções alternativas colhidas nos relatos e discussões da turma sobre o respectivo experimento demonstrativo, e já tendo sugestões para uma intervenção adequada (Lacuna → ensino para o seu preenchimento; Concepções Alternativas → zoneamento conceitual; Conhecimentos Prévios → ancoragem para o que será ensinado durante as resoluções das questões)

Etapa II. Em cada questão visualize a possibilidade de diferenciação progressiva e reconciliação integradora entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conhecimentos através das aplicações pertinentes aos conhecimentos derivados que cada questão pode ter.

Etapa III. Como forma de aplicação da construção das habilidades associadas às questões de conhecimento prévio, devemos ter a mão situações problemas contido ou no livro texto adotado, ou em material complementar.

Etapa IV. Na execução em sala de aula das soluções das questões de livros e/ou material complementar, é muito importante fazer a conexão com os conhecimentos vivenciados em sala durante as aulas de resolução e debates sobre as questões de conhecimento prévio.

Etapa V. Como sugestão de avaliação de aprendizagem, faça uma avaliação, que não precisa ser necessariamente uma prova escrita, na conclusão de cada conjunto de questões enquadradas num dos *Core*. Preze por aplicação de solução de situações problemas contextualizadas e as mais próximas possíveis das características locais, regionais e institucionais do seu aluno.

Como orientações complementares, a correta montagem das questões e sua devida aplicação lhe fornecerão informações que lhe auxiliarão a identificar o que ainda é necessário trabalhar para que as habilidades relativas ao conteúdo de aprendizagem sejam construídas. Isso lhe fornece visão de proporcionalidade da divisão dos descritores associados às questões de avaliação, descritores trabalhados durante mais tempo, e em maior número de situações – problema, devem estar mais presentes como soluções de situação-problema durante a avaliação. Cobrar mais o que se trabalhou mais, cobrar proporcionalmente ao tempo de ensino dedicado. Conhecimentos e ações de desenvolvimento de habilidades que foram largamente trabalhadas, devem ser esses conhecimentos e as ações associadas aqueles que mais devemos inserir em uma avaliação.

2.2.2.3 Experimentos Investigativos ou Teste de Estudo Dirigido(TED)

São experimento de culminância da aplicabilidade dos conceitos trabalhados, dos conhecimentos construídos e das habilidades adquiridas durante a aplicação do FAD. Propõem situações concretas onde se possa fazer uso das habilidades desenvolvidas durante a aplicação do FAD, de modo a que seja possível direcionar a utilização do desenvolvimento de competências, desenvolvimento da capacidade de mobilizar habilidades adquiridas, em nível dos cinco eixos cognitivos, com ênfase nas competências mais diretamente categorizadas ligadas ao eixo de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Propostas (EP).

A proposta associada a construção do(s) Experimento(s) Investigativo(s) ou Teste de Estudo Dirigido se baseia nos aspectos apontados a seguir:

- Representa a proposta de aplicabilidade da ancoragem dos novos conhecimentos, Ausubel, ou aumento de conhecimento, Piaget, ou fixação do que é importante devido ao sócio-interacionismo de Vygostky, possibilidade de exercer criticidade, Moreira, desenvolvimento das competências não-escolares emocionais, Moretto, e solução de situação-problema pela aplicação das habilidades construídas durante o processo de ensino, Perrenoud.

- Representa a possibilidade de avaliação da construção satisfatória dos objetivos constantes nos descritores.
- Proposta de atividade direcionada a mobilização de saberes e ações (competências) enquadradas diretamente as qualidades de desenvolvimento cognitivo associado aos eixos cognitivos de Construção de Argumentação (CA) e Elaboração de Proposta (EP), os mais elevados hierarquicamente nas competências a serem desenvolvidas.

Como sugestão de aplicação, vamos fornecer a sequência de aplicabilidade efetivada para o FAD-Hidrostática.

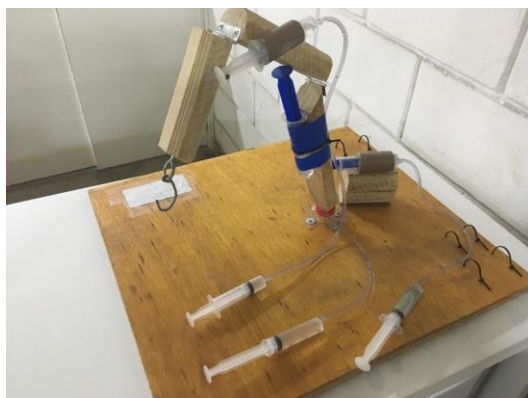
- Para essa prática destinar duas semanas.
- Na Semana que antecede o início da prática – Escolha do tipo de Braço Hidráulico por parte das equipes e solicite relatório de fundamentação teórica sobre o experimento.
- Na Semana UM – aulas de tira dúvidas sobre a montagem do protótipo e hipóteses de solução de como aumentar a eficiência do protótipo, e parte teórica, equipe a equipe. Essa semana é chamada de Semana de Orientação e Fundamentação.
- Na Semana DOIS – aulas de apresentação. Nela podemos associar nota seguindo a Ficha de Avaliação de Experimento Investigativo em Apêndice.

A seguir fotos dos protótipos melhor avaliados quanto ao que se propuseram para aumento da eficiência do Braço Hidráulico – Experimento Investigativo ou TED do FAD-Hidrostática.(Apêndice A).

Na Figura 2.8, em ambas situações a) e b), temos protótipo onde houve intervenção para melhoria da eficiência no tocante a potencialização da Força pelo Teorema de Pascal, onde se faz pequena força nos êmbolos da seringas de menor diâmetro e essa força é potencializada até os êmbolos das seringas de maior diâmetro. Aqui também houve intervenção na densidade do fluido utilizado, isso fez com que a resultante dos efeitos fosse um aumento da eficiência, em relação ao produto original tomado como base, de 4 vezes. O produto original conseguia elevar e manter em um determinado nível 250g e o protótipo

modificado conseguiu, devido as modificações relação entre os diâmetros das seringas e na densidade do fluido, elevar e manter 1000g.

Figura 2. 8 - Exemplos de Braços Hidráulicos



(a)



(b)

Fonte: O Autor (2017)

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. **Journal of educational psychology**, Washington DC, v.51, n.5, p.267-272, 1960. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1037/h0046669>>. Acesso em: Julho 2016.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. . **Psicologia educacional**. 1.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**, 1. Ed. Lisboa : Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Portal do Ministério da Educação**, Brasília, DF, 2000. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: agosto 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em: maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCNEM+. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Portal do Ministério da Educação, Brasília, DF, 2007. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em agosto 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação/SAEB** , Brasília, DF, 2008. Disponível em <<http://www.todospelaeducacao.org.br/biblioteca/1189/saeb--ensino-medio--matrizes-de-referencia-topicos-e-descritores/>>. Acessado em agosto de 2016.

BRASIL. **Curso de Especialização Educação na Cultura Digital**. 2013. Disponível em: <<http://educacaonaculturadigital.mec.gov.br/>>. Acesso em Julho de 2016.

CROCKER, L.; ALGINA, J. **Introduction to Classical & Modern Test Theory**. USA : Harcourt College Publishers, 1986.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para UNESCO da Comissão Internacional Sobre Educação para o século XXI. Organização das Nações Unidas para educação, a ciência e a cultura. Brasília, DF: Ed. CNPq/IBICT, 2010.

PROJETO EDUCAR. **Projeto Educacional: Biografia de Phillippe Perrenoud**. 2012. Disponível em < <http://projetoeducacional2012.blogspot.com.br/2012/05/biografia-de-philippe-perrenoud.html> > Acesso em agosto de 2016.

FERNANDES, K. Os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em correlação com os eixos temáticos dos PCNs. **Revista Eletrônica de Ciências**, v.5, n.3, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 18. ed. São Paulo: Paz e Terra. 1988.184p,

FREIRE, Paulo. **Carta de Paulo Freire aos professores**. Estud. av. [online]. 2001, v.15, n.42, p. 259-268. ISSN 0103-4014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142001000200013>> Acessado em 10 de junho de 2016.

GARCIA, L. A. M. **Competências e habilidades: você sabe lidar com isso**. Educação e Ciência On Line. 2005. n. 3. Disponível em <http://smec.salvador.ba.gov.br/site/documentos/espaco-virtual/espaco-praxis-pedagogicas/PROCESSO%20ENSINO-APRENDIZAGEM/competenciasehabilidades_vocesabelidarcomisso.pdf> Acessado em agosto 2016.

LOPES, B. B. G. **Livros Didáticos de Física e as inovações da pesquisa em Educação em Ciências**. Dissertação (Mestrado), 2007, 136 p., Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

MACEDO, L. de. **Competências e habilidades: elementos para uma reflexão pedagógica**. 1999. Disponível em: <<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2505.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MARQUES, T. B. I. **Nova Escola**. Nova Escola, São Paulo, p. 66 - 66, fev. 2006.

MOREIRA, M. A.; SOUZA, C. M. S. G. de; SILVEIRA, F. L. da. **Organizadores Prévios como Estratégia Para Facilitar a Aprendizagem Significativa**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, p.41-53, fev. 1982. Trimestral. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/472.pdf>>. Acesso em: 30 agosto de 2016.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universitária de Brasília, 1999.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C.; RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.). **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España. p. 19-44, 1997.

MOREIRA, M. A; GRECA, I. M. **Mudança conceitual: análise crítica e proposta à luz da teoria da aprendizagem significativa**. Ciência e Educação, Bauru, v.9, n.2, p 301-315, 2003

MOREIRA, M. A. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa** (Advanced organizers and meaningful learning). Porto Alegre, 2008. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>> Acessado em 30 de agosto de 2016.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl, São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 1999.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física 1ª ed., 2012.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas–UEPS**. 2012 Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>> . Acessado em 30 de agosto de 2016.

MORETTO, V. P. **Planejamento: Planejando a educação para o desenvolvimento de competências**, 10. ed., Petropolis, RJ: Vozes, 2014.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, Mudança Conceitual E Ensino De Ciências: Para Onde Vamos?** Investigações em Ensino de Ciências, v.1, n.1, p. 20-39, 1996a.

MORTIMER, E. F.; CARVALHO, A. M. P. Referências Teóricas para Análise do Processo de Ensino de Ciências. **Cad. Pesqui**, São Paulo, n. 96, p. 5-14, 1996b.

PARRAT-DAYAN, S. La teoría de Piaget sobre la causalidad. In: Moreno Marimón, M. et al. **Conocimiento y Cambio**. Barcelona: Paidós. 1998, p. 21-30.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999a.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens. Entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999b.

PIRES, J. **Pequenas Revoluções-Grandes Mudanças**. 2009. Currículos flexíveis-desafio ou teimosia. Disponível em <<http://historico.ensino.eu/em-artigo04.pdf>> Acessado em agosto de 2016.

POZO, J. I. **A solução de problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Trad. NEVES, B. A. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I. **Teorias cognitivas de aprendizagem**. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SCARPA, R. L. P.. Nova Escola. **Nova Escola**, São Paulo, p. 66 - 66, 06 fev. 2006.

VALSINER, J. The encoding of distance: the concept of the 'zone of proximal development' and its Interpretations. In: COCKING, R. R.; RENNINGER, K. A. **The Development and Meaning of Psychological Distance**. Hillsdal, New York: Erlbaum,1993.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

ZABALA, A. **Enfoque globalizador e pensamento complexo**: uma proposta para o currículo escolar. Porto Alegre: Artmed, 2002.

APÊNDICE A: FAD-HIDROSTÁTICA

COMO UTILIZAR O FOLHETO DE APLICAÇÃO DIDÁTICA

O FAD-HIDROSTÁTICA, material potencialmente significativo, foi construído levando em consideração a necessidade de identificação do que o aluno já sabe sobre o tema abordado, levantamento de dificuldades já apresentado em artigos sobre os mesmos temas, possíveis lacunas e possibilidade de zoneamento conceitual.

O FAD propriamente dito em sua parte metodológica tem três tipos de atividades: EXPERIMENTO(S) DEMONSTRATIVO(S); QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS ou TESTE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS (TCP) e EXPERIMENTO(S) INVESTIGATIVO(S) ou TESTE DE ESTUDO DIRIGIDO (TED).

Tomamos o FAD como um plano de aula, onde o objetivo é, dentro da sequência de aplicação didática escolhida, ministrar aulas que se traduzam em aprendizagem com significado.

Os Experimentos Demonstrativos

Tem a finalidade de despertar a aplicabilidade dos conteúdos, mas também de preparar o aluno para as aulas que virão e de dar suporte para a atuação do professor em sala de aula, tomando por base o que o aluno, ou grupo de alunos respondeu em seu relatório;

Deve ser aplicado um experimento por vez, e para cada um experimento deve ser confeccionado relatório contendo os conhecimentos prévios dos alunos;

Antes de cada aplicação de um dos experimentos, na aula anterior, oriente a turma sobre quais temas eles devem ler no livro texto ou em material complementar para se preparar para a aula onde será aplicada o experimento demonstrativo;.

Fazemos um experimento por vez, pedimos que a turma se divida em equipes de no máximo 3 alunos, e que essa equipe monte um pequeno relatório sobre o experimento, todas essas ações no tempo de uma aula;

Recolhemos os relatórios, coletamos as informações que eles nos trazem, e preparam-se ações para o reensino das dificuldades apresentadas;

Só assim se começa a resolução das Questões de Conhecimentos Prévios que estão relacionadas com cada um dos experimentos demonstrativos.

As Questões ou Teste de Conhecimentos Prévios - TCP

As questões foram formuladas na sequência em que se optou lecionar os conteúdos;

A visão do livro adotado ou do material complementar sobre esses conteúdos foi muito importante na formulação dessas questões. Aqui se utilizou FÍSICA CONCEITUAL – Paul G. Hewitt – Ed. Bookman;

As resoluções das questões estão atreladas a construção de habilidades associadas ao conjunto de Objetivos de Ensino que se quer trabalhar;

Divisão das Questões de Conhecimentos Prévios:

- Questões de 01 á 04: estão diretamente ligadas à Prática 01 dos Experimentos Demonstrativos;
- Questões de 05 á 08: estão diretamente ligadas à Prática 02 dos Experimentos Demonstrativos;
- Questão 09: está diretamente ligadas à Prática 03 dos Experimentos Demonstrativos.

- Questão 10: está diretamente ligada à Prática 04 dos Experimentos Demonstrativos

O Experimento Investigativo ou Teste de Estudo Dirigido - TED

É um experimento de fechamento e conclusão da ficha.

Nele especificou-se a necessidade de melhora da eficiência do protótipo do braço hidráulico a escolha da equipe de alunos.

Para essa prática reserve duas semanas.

Na Semana que antecede o início da prática – Escolha do tipo de Braço Hidráulico por parte das equipes e solicite relatório de fundamentação teórica sobre o experimento.

Na Semana UM – aulas de tira dúvidas sobre a montagem do protótipo e hipóteses de solução de como aumentar a eficiência do protótipo, e parte teórica, equipe a equipe. Essa semana é chamada de Semana de Orientação e Fundamentação.

Na Semana DOIS – aulas de apresentação. Nela podemos associar nota seguindo a Ficha de Avaliação de Experimento Investigativo em anexo.

Como sugestão de avaliação se encontra no Apêndice A uma FICHA DE AVALIAÇÃO DE EXPERIEMTNO INVESTIGATIVO e seus critérios a serem verificados.

TABELA DE DESCRITORES do FAD-HIDROSTÁTICA

Tabela 1 - Tabela de competências e habilidades da unidade temática Estudo dos Fluidos em Hidrostática.

COMPETÊNCIA	HABILIDADE	DESCRIPTOR	TÓPICO DE UNIDADE TEMÁTICA
C1 - Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita e oral, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	HF2 - Saber utilizar corretamente símbolos, códigos, nomenclaturas e unidades de grandezas da Física , por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos. (DL)	D.19. Definir Empuxo promovendo o entendimento de que é uma força de expulsão proveniente do retorno do volume de líquido deslocado pela mistura de substâncias não miscíveis como o que acontece quando entramos em uma banheira. D.20. Expressar que o Empuxo é uma força de valor equivalente ao peso de fluido deslocado. D.21. Definir Pressão e Pressão hidrostática D.22. Expressar Pressão em atmosferas (atm) , em Pascal (Pa =N/m²) e em comprimento da altura da coluna de fluido que a gera. D.23. Relacionar Pressão hidrostática apenas com o tipo de fluido e profundidade no interior desse fluido.	Estudo dos Fluidos em HIDROSTÁTICA
C2 - Ler, articular e	HF5 - Compreender que tabelas, gráficos e expressões		

interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo. (SP)	D.24. Construir gráficos que mostrem o comportamento linear da pressão local com a profundidade e entender que um gráfico está sempre ligado a uma relação matemática entre as grandezas em seus eixos. D.25. Expressar Pressão hidrostática como sendo a relação entre o Peso de Fluido acima do local e a área da base da coluna de fluido, assim como através do produto da densidade do fluido, da intensidade do campo gravitacional local e da profundidade ou altura de coluna de fluido.	Estudo dos Fluidos em HIDROSTÁTICA
C3 - Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	HF6 - Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos eletrodomésticos, ou esquemas de montagem de móveis. (SP)	D.26. Coletar dados em figuras com representação técnica de colunas de fluido, e identificar qual fator influencia na pressão hidrostática. D.27. Elaborar relatório sobre fatores que influenciam na pressão a partir de tabelas técnicas e dados de tubulações	
C6 - Identificar em dada situação-problema as	HF13 - Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de	D.28. Compreender como potencializar forças por meio de fluidos incompressíveis, explicando com isso acontece. (Teorema de Pascal)	

informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	fenômenos da Física. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes. (CF)	D.29. Concluir que locais, no interior de mesmo fluido estático incompressível e na mesma profundidade se encontram sobre mesma Pressão total. (Lei de Stevin) D.30. Descrever o princípio de funcionamento dos Barômetros. D.31. Descrever o princípio de funcionamento das prensas e macacos hidráulicos. D.32. Descrever o princípio da flutuabilidade.	Estudo dos Fluidos em HIDROSTÁTICA
C7 - Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico e estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.	HF18 - Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. Assim, por exemplo, reconhecer a relação entre a vazão de entrada e de saída de um sistema hidráulico, ou da corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor. (CF)	D.33. Compreender que a Lei de Stevin só pode ser utilizada para locais no interior do mesmo fluido.	
C10 - Articular,	HF29 - Reconhecer, na análise de um mesmo	D.34. Reconhecer a influência da pressão local, levando em consideração aspectos físicos, no processo	

integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	fenômeno, as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos. Por exemplo, no ciclo da água, compreender que a Física releva os aspectos das transformações de estado e processos de circulação, enquanto a Química trata das diferentes reações e do papel das soluções, enquanto a Biologia analisa a influência nas cadeias alimentares e o uso do solo. (CF)	de respiração.	
C11 - Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	HF32 - Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de	D.35. Indicar quais fatores históricos influenciaram na dedução do Princípio de Arquimedes (Empuxo).	

	formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao desenvolvimento de motores, ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução. (CF)		
C14 - Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	HF39 - Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor. (EP)	D.36. Ponderar sobre os fatores que determinam a altura de caixas d'água para que haja um fornecimento de água adequado ao sistema hidráulico projetado de uma residência.	

Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptada de BRASIL (2000).



FAD-HIDROSTÁTICA
Colégio Militar do Recife – CMR
1ºano do Ensino Médio – Física
Prof. Luiz Neto

EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS

Prática 01: Furos e jatos de água: Garrafa Furada: Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia d'água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água conforme ilustrado na figura.

Figura 1: Garrafa pet completamente cheia de água com 3 orifícios localizado, em relação a base, 70% da altura, 50% da altura e a 30% da altura.



Fonte: ENEM (2013)

- A) Em qual orifício a água jorra com mais velocidade e por que isso ocorre?
 B) Pode-se verificar que quanto maior a profundidade ou altura de líquido, o filete de água atinge uma maior distância?
 C) A pressão é maior dependendo da profundidade do orifício considerado?

Prática 02: TOMANDO LÍQUIDO COM DOIS CANUDOS.

Procedimentos: i. Coloque dois canudos dentro de uma garrafa e tome o líquido. "Funciona", ou não? ii. Agora, mantenha os dois canudos na boca, mas com a outra extremidade de um deles dentro do líquido e a do outro, fora da garrafa, como na figura.

E agora, você consegue tomar?

Figura 2: Imagem do II procedimento, com um canudo dentro e o outro fora do líquido a ser ingerido. Fonte: Tomando água com dois canudos



Fonte: Biffi e Catelli (2007)

Prática 03: Brincando com seringas

Materiais utilizados: 2 seringas de diâmetros diferentes (uma de 10 ml e outra de 20 ml); tubo de soro (± 25 cm), que fará conexão entre as duas seringas e água.

Figura 3: Conjunto de duas seringas a da esquerda de 20ml e a da direita de 10ml conectadas por tudo de soro e preenchidas com água.



Fonte: O Autor (2017)

Montagem e procedimentos: 1- Retire os êmbolos das seringas; 2- Junte as seringas às extremidades do tubo; 3- Deixe a seringa de 10 ml em um nível mais elevado do que a de 20 ml, e preencha a de 20 ml por completo com água, isso para fazer a de 20 ml ficar completamente cheia; 4- Insira o êmbolo na seringa de 20ml, e permanecendo com a de 10 ml elevada, empurre o êmbolo da de 20 ml para fazer com que a seringa de 10ml fique completamente preenchida até a marca de 10ml. Tudo isso pra evitar entrada de ar; 5- Seguidamente, pressione o êmbolo da seringa maior até deslocar o êmbolo da seringa menor.

Questões a serem debatidas:

A) Cite outros mecanismos que se utilizam do Princípio de Pascal para o funcionamento.

B) Verifique qual dos êmbolos é mais difícil de mover e explique o porquê?

Prática 04: Flutuando em água.

Materiais utilizados: copo cilíndrico, ovo ao natural, água, sal e pincel marcador.

Montagem e procedimentos:

- 1 – Coloque água na temperatura ambiente num copo até que se tenha uma altura de água superior a altura do ovo e não deixando chegar próximo a borda;
- 2 – Coloque o ovo na água no interior do copo, e espere ele flutuar;
- 3 – Repare o a quantia de volume abaixo do nível da água e marque com um pincel a linha de flutuação;
- 4 – Retire o ovo do copo, adicione toda quantidade de sal disponível e misture bem para dissolver o sal na água deixando a mistura homogênea;
- 5- Recoloque o ovo no copo, agora com água com sal, e novamente marque a linha de flutuação.

Questões a serem debatidas:

A) Por que o ovo flutua?

B) O que acontece com o nível de volume do ovo submerso depois da flutuação na água com sal em relação à flutuação em água? Por quê?

QUESTIONÁRIO ou TESTE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS -

TCP

QUESTÃO 11. Segure um lápis apoiando o polegar na parte de trás e o mínimo na ponta, apertando suavemente. Em qual dedo sentimos mais dor? Por quê?

QUESTÃO 12. Quadrado tem área? Como se calcula a área de um quadrado?

QUESTÃO 13. Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo ilustrado na figura 4. Como você explicaria o desequilíbrio da balança?

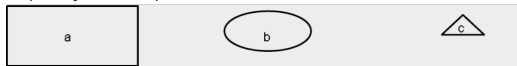
Figura 4: balança com um litro de água e um litro de óleo em cada braço.



Fonte: Blog - Profª Luciana e Prof Hermes

QUESTÃO 14. Na figura 5 abaixo temos 3 pedaços de isopor: a, b e c. O que se pode dizer sobre os valores das densidades da, db e dc?

Figura 5: pedaços de isopor



Fonte: Rossi et al (2008)

Onde: a=superfície plana de forma retangular; b=superfície plana de forma elíptica; c=superfície plana de forma triangular.

- a) $d_a = d_b = d_c$ b) $d_a = d_b > d_c$ c) $d_a = d_b < d_c$
 d) $d_a > d_b > d_c$ e) $d_a < d_b < d_c$

QUESTÃO 15. Quando lemos Pressão Hidrostática, qual o entendimento que temos ao destrinchar esse título através do significado de suas palavras?

QUESTÃO 16. O ar sobre nossas cabeças e ao nosso redor também é um fluido, logo a pressão do ar sobre nós tem as mesmas características de uma Pressão Hidrostática! Ela é uma Pressão Hidrostática! Ela é uma ordem determinante do estado da matéria! Saiba que, devido a diferença no valor da pressão atmosférica, a água consegue ferver mais rapidamente em lugares mais altos (de maior altitude) do que em lugares mais baixos (mais próximos do nível do mar). Como explicar essa dependência?

QUESTÃO 17. Analisemos as imagens a seguir, nas quais se encontram situações em que pacientes estão tendo sua pressão arterial aferida. O nome do aparelho que executa essa importante função é o ESFIGMOMANÔMETRO. Na Figura 6 temos a aferição analógica, que se utiliza do ESTETOSCÓPIO para auxiliar na auscultação, do verbo AUSCULTAR = ação de escutar sons internos do corpo humano, enquanto nas Figura 7 e Figura 8, temos respectivamente a aferição sendo feita de modo digital e automática e o modo correto de uso do aferidor digital.

Figura 6: Aferidor Analógico



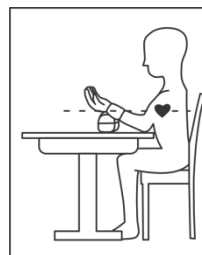
Fonte: Viva Melhor On Line (2013)

Figura 7: Aferidor Digital



Fonte: Melinterest Beta

Figura 8: Posição para aferição do valor correto



Fonte: Melinterest Beta

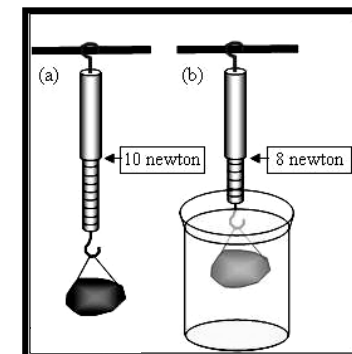
- A) O que há de idêntico em ambas as situações quanto a posição em que os aferidores devem ser instalados?
 B) Em que teoria física essa aferição se baseia?

QUESTÃO 18. Ao modificar a pressão local na superfície livre de um fluido estático, por exemplo, por meio de um aumento de força realizado sobre um êmbolo de uma seringa como na Figura 3, ou também, pela colocação de um outro fluido imiscível sobre a superfície livre de um fluido inicialmente já presente em um recipiente, o que acontece com a pressão dos outros locais no interior do fluido? Vamos debater!

QUESTÃO 19. Encontre uma maneira de medir a relação entre a força que aparece no êmbolo maior e a força que feita é sobre o êmbolo menor, baseando-se na PRÁTICA 03 dos Experimentos Demonstrativos.

QUESTÃO 20. Quando entramos em uma piscina, ou no mar, temos a sensação de estarmos mais leves. Isso é até mesmo comprovado quando tentamos segurar algo, ou alguém pelos braços, e temos a sensação de que o corpo sustentado está mais leve, ficou mais fácil de sustentá-lo. Veja como essa sensação é verdadeira, analise as imagens.

Figura 9: a) medida do peso real ; b) medida do peso aparente



Fonte: Educarchile

Nela encontramos duas situações, na situação (a) temos um dinamômetro medindo a força de sustentação sobre o corpo no valor de 10 N, força essa que é equivalente ao peso desse corpo. Logo o peso real do corpo vale 10 N, e, até atingir a situação de sustentação, o dinamômetro sofreu uma deformação, a qual gerou a força de sustentação. Já na situação (b), notemos que a deformação foi menor até que se fosse atingido o equilíbrio, e consequentemente até que a sustentação fosse atingida o dinamômetro indicava 8 N.

Isso nos mostra que, quando imersos, totalmente ou parcialmente, os corpos se apresentam com um peso aparente menor do que seu peso real.

Mas fica a pergunta: E para onde foram os outros 2 N de força peso do corpo? Desapareceram? Vamos debater!

EXPERIMENTO INVESTIGATIVO

Braço Hidráulico

Objetivo: Aumento da eficiência de Braço Hidráulico.

Procedimento: Tome por base algum protótipo que já tenha sido construído. Temos vários exemplos no Youtube, é só colocar braço hidráulico, e vários vídeos com todas as etapas e matérias serão apresentados a você. Escolha o seu modelo e mãos a obra!

Tarefa: Aumento da eficiência do protótipo através da aplicação e conceitos trabalhados durante os estudos de HIDROSTÁTICA.

QUESTÕES E SUAS ORIENTAÇÕES AOS PROFESSORES

QUESTÃO 11. Segure um lápis apoiando o polegar na parte de trás e o mínimo na ponta, aperte suavemente. “Em qual dedo sentimos mais dor? Por quê?”

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: o professor utilizará as respostas dos alunos para construir o conceito de Pressão (força por unidade de área), diferenciar pressão de força, e enfatizar que a dor está associada a pressão, ao se aplicar uma medicação por meio de uma injeção (modo injetável), quanto menor a área da agulha da seringa, maior a pressão sobre a pele, mais facilmente tem-se a penetração, e o resultado é dor instantânea e não duradoura. Aqui também se pode trabalhar o objetivo de se amolar uma faca, implicando em menos área sob a qual a força está sendo aplicada, mais pressão, melhor corte e mais preciso.

Podemos com o mesmo intuito utilizar a figura a seguir para trabalhar a noção de pressão em outra situação.

Figura 10: Flutua ou afunda?



Fonte: Präss

Outra forma de trabalhar o entendimento da relação entre pressão e área, e as diferentes consequências.

QUESTÃO 12. Quadrado tem área? Como se calcula a área de um quadrado?

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: provavelmente os alunos irão dizer SIM à primeira pergunta e na segunda, dirão Lado ao quadrado = L^2 .

Aqui temos de ter cuidado, estamos vivenciando um momento de revolução educacional, segundo MORETTO(2014): Planejando a educação para o desenvolvimento de competências, “...estamos vivendo uma revolução epistemológica.” Um quadrado tem perímetro e não área, e podemos afirmar que ele encerra um área de formato quadrado. Isso para que não passemos em branco sobre a origem das palavras. Aqui ainda podemos trabalhar com as equações das áreas encerradas pelo triângulo, pela circunferência, que é a are do círculo, e daqui já criamos a base para revisar ou consultar o que o aluno já sabe sobre volume dos sólidos: esfera, cubo, cilindro e cone.

QUESTÃO 13. Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo ilustrado na figura abaixo. Como você explicaria o desequilíbrio da balança?

Figura 11: balança com um litro de água e um litro de óleo em cada braço

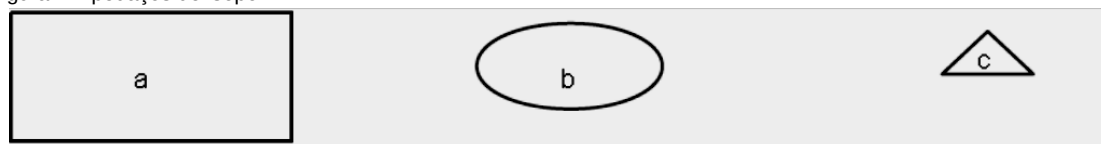


Fonte: Blog - Profª Luciana e Prfº Hermes

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui devemos atentar para os conhecimentos prévios já oriundos da disciplina de Química, onde a noção de densidade se refere à quantidade de massa contida em um determinado volume, que se relaciona com diversas propriedades das substâncias. Aqui em física, nós estaremos interessados na visão de quantidade de massa contida num certo volume, que as substâncias podem ser diferenciadas por suas densidades específicas, e microscopicamente na noção da constituição molecular das substâncias e de espaços intermoleculares. Abre-se aqui a possibilidade de entendimento do que acontecerá quando da solidificação da água para o entendimento de o porquê o gelo flutua na água, ponto requerido novamente mais a frente quando nos estudos sobre Empuxo. Mais para frente, essa discussão sobre densidade será fundamental no entendimento de flutuabilidade.

QUESTÃO 14. Na figura abaixo temos 3 pedaços de isopor: a, b e c. O que se pode dizer sobre os valores das densidades d_a , d_b e d_c ?

Figura 12: pedaços de isopor



Fonte: Rossi et al (2008)

a= superfície plana de forma retangular; b=superfície plana de forma elíptica; c=superfície plana de forma triangular.

a) $d_a = d_b = d_c$

b) $d_a = d_b > d_c$

c) $d_a = d_b < d_c$

d) $d_a > d_b > d_c$

e) $d_a < d_b < d_c$

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui vemos a oportunidade de levantar ainda mais um pouco o grau de entendimento do aluno sobre o que influencia na densidade de uma substância. Apresenta-se também um caminho para discussão sobre o que realmente influencia na densidade de uma substância, um aprofundamento na visão microscópica da constituição da matéria e como o conjunto de átomos estão distribuídos.

QUESTÃO 15. Quando lemos Pressão Hidrostática, qual o entendimento que temos ao destrinchar esse título através do significado de suas palavras?

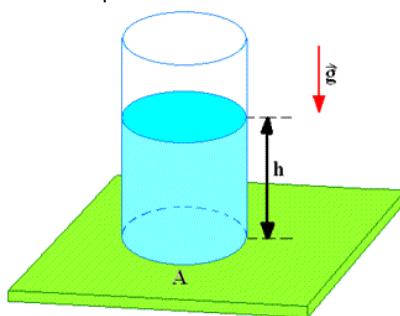
ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: é importante termos em mente a importância do trabalho baseado em uma epistemologia construtivista sociointeracionista, nela tudo tem de ter seu significado baseado no que o aprendente já sabe. Então aqui Pressão = Força sobre uma determinada área, HIDROSTÁTICA = líquido, fluido estático. Mas força de quem? E que força?

Então temos o entendimento conclusivo de que é a pressão feita pelos fluídos sobre a superfície onde se encontram, é ocasionada por algo que puxa o líquido para baixo e por isso o fluido empurra, também para baixo, a base do recipiente onde ele se encontra. Isso levaria, depois de alguma discussão, ao entendimento que a força que o líquido exerce é equivalente ao seu peso.

Aqui também se abre espaço para a introdução da equação de Pressão Hidrostática local ($P_{H_} = d \times g_ \times h_;$ onde o “_” é uma forma de indicar “localidade”, que é de algum lugar ou local, d = densidade do líquido, $g_$ = intensidade da gravidade

local e h = altura da coluna de fluido acima daquele local) e suas especificidades, como: independência da área da base do volume que o líquido ocupa, dependência da densidade da substância fluida, da intensidade da gravidade local e da altura da coluna de fluido acima do local onde se quer determinar a pressão da coluna de fluido. Baseie sua construção de equação de Pressão local a partir de uma figura como a seguir, onde temos um líquido encerrado em um volume cilíndrico e queremos saber como construir a equação da Pressão Hidrostática num local a uma profundidade h da superfície do líquido em questão.

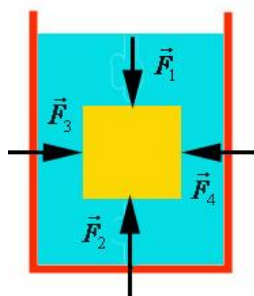
Figura 13 : Ilustração de fluido encerrado em recipiente cilíndrico e de área de base A .



Fonte: Silva

Necessário explicação de que Pressão é uma grandeza escalar, e que ela é sentida em todos os lados quando no interior de um fluido, e o resultado geral da ação da pressão de fluidos sobre corpos mergulhados neles, quando a estrutura não suporta tamanha ação de forças, é a IMPLOÇÃO.

Figura 14: Distribuição de forças sobre corpo submerso.



Fonte: Silva

Nesse momento, pegue uma garrafa de água mineral ou suco, que seja flexível, sugue todo ar de dentro dela e demonstre assim o que é **IMPLODIR** = quebra estrutural devido ação resultante de pressão sobre todos os lados.

QUESTÃO 16. O ar sobre nossas cabeças e ao nosso redor também é um fluido, logo a pressão do ar sobre nós tem as mesmas características de uma Pressão Hidrostática! Ela é uma Pressão Hidrostática! Ela é uma ordem determinante do estado da matéria! Saiba que, devido a diferença no valor da pressão atmosférica, a água consegue ferver mais rapidamente em lugares mais altos (de maior altitude) do que em lugares mais baixos (mais próximos do nível do mar). Como explicar essa dependência?

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: a necessidade de justificar os fenômenos macroscópicos através do entendimento dos processos microscópicos é vital para uma aprendizagem significativa. Situações problema como essas, direcionadas ao debate e interação é de grande valia para o sucesso da prática inclusiva.

O objetivo aqui é entender a dependência inversa da altitude com a altura da coluna de ar acima do local onde o experimento está sendo realizado, baseando-se no entendimento de como a pressão local influencia no estado físico da matéria.

Oportunizamos o debate sobre diferença de pressão associada ao nível no interior do fluido, e em se afirmando que a nível do mar temos cerca de 10 km de coluna de ar acima de nossas cabeças, tem-se o significado de como o ar é pouco denso ao ser comparado com a água, por exemplo, que para gerar a mesma pressão hidrostática só necessita de 10 m de coluna.

Aqui se faz necessário abertura dos cálculos que venham a comprovar que $10 \text{ mH}_2\text{O} \equiv 10 \text{ kmAR} \cong 1 \times 10^5 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$. Tome a equação de pressão hidrostática e calcule os valores de cada uma das pressões, a pressão gerada por $10 \text{ mH}_2\text{O}$ = pressão gerada por 10 m de coluna de água á uma densidade de 10^3 kg/m^3 , e a pressão gerada por 10 kmAR = pressão gerada por 10 km de ar á uma densidade de $1,225 \text{ kg/m}^3$.

Não deixe passar o entendimento de que 1 atmosfera = 1 atm é uma valor de pressão equivalente a 10kmAR.

Escrever $10 \text{ mH}_2\text{O}$, assim como 76 cmHg , ou ainda 10 kmAR , é uma forma técnica de escrever a pressão local em função da altura da coluna de fluido acima do local em específico e da substância que constitui o fluido.

A título de informação, só falamos da equivalência entre $10 \text{ mH}_2\text{O} \equiv 10 \text{ kmAR} \equiv 76 \text{ cmHg}$ quando pudermos enunciar a Lei de Stevin, para que possamos retomar o histórico experimento de Torricelli.

QUESTÃO 17. Analisemos as imagens a seguir, nas quais se encontram situações em que pacientes estão tendo sua pressão arterial aferida. O nome do aparelho que executa essa importante função é o ESFIGMOMANÔMETRO. Na primeira situação temos a aferição analógica, que se utiliza do ESTETOSCÓPIO auxilia na auscultação, do verbo AUSCULTAR = ação de escutar sons internos do corpo humano, enquanto na segunda situação, a aferição é feita de modo digital e automática.

Figura 15: Aferidor Analógico



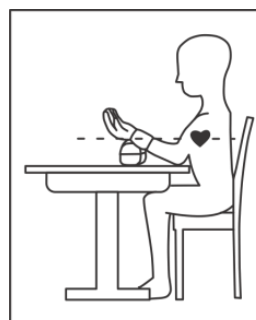
Fonte: Viva Melhor On Line (2013)

Figura 16: Aferidor Digital



Fonte: Melinterest Beta

Figura 17: Posição para aferição do valor correto



Fonte: Melinterest Beta

A)O que há de idêntico em ambas as situações quanto a posição em que os aferidores devem ser instalados?

B)Em que teoria física essa aferição se baseia?

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: cotidianizar é incluir, é mostrar que o conteúdo a ser aprendido faz a diferença na vida do aluno.

Temos uma aplicação da Lei de Stevin.

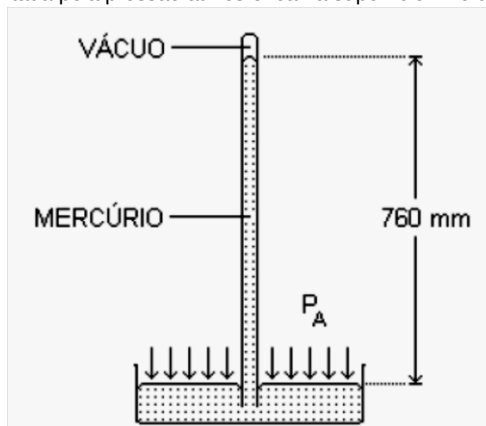
O que se quer medir é a pressão arterial do fluido sanguíneo no interior do coração. Mas não temos como inserir um MANÔMETRO no interior da coração para que isso possa ser aferido. Então como proceder a uma aferição com um certo grau de precisão de uma outra forma, sem que haja invasão corpórea?

Aqui se notará que, em ambas as situações, o aparelho utilizado diretamente na aferição, o ESFIGMOMANÔMETRO, tem de estar a mesmo nível, ou linha horizontal,

do coração. Isso se aplica diretamente nas condições de aplicação da Lei de Stevin: num mesmo fluido, e na mesma horizontal, locais diferentes apresentam mesma pressão total. Logo, estamos medindo a pressão local de uma parte do sistema sanguíneo que está no mesmo nível horizontal que o fluido no interior do coração. Dessa forma, estamos aferindo a pressão do fluido sanguíneo no coração.

Abre-se caminho para o entendimento do experimento de Torricelli para medir a pressão hidrostática do ar e escrevê-la em função da altura da coluna de Hg que á equilibra.

Figura 18: Experiência de Torricelli : A coluna de mercúrio no interior do tubo permanece com uma altura de aproximadamente 760 mm, sustentada pela pressão atmosférica na superfície livre do recipiente.



Fonte: Palandi et al (2010)

Como um ponto no interior do tubo, ao nível da superfície do líquido externo, está ao mesmo nível que um ponto constituinte da superfície do livre o líquido, do lado de fora do tubo, pela aplicação da Lei de Stevin, eles devem estar suportando a mesma pressão total. Logo: a pressão interna representada pela coluna de Hg de 76 cm de altura é equiparada à pressão externa sobre a superfície livre, aqui representada pela pressão do ar na localidade onde o experimento foi realizado, historicamente ao nível do mar.

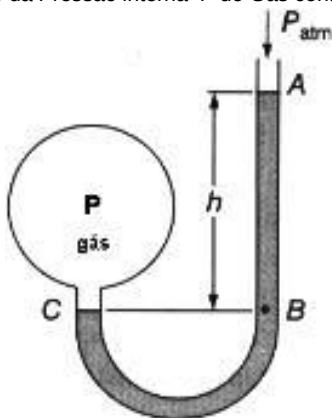
Daí a igualdade: Pressão atmosférica ao nível do mar equivale a 76 cmHg ou 760 mmHg, ao que convencionadamente chamamos de 1 atm

$$1 \text{ atm} \equiv 760 \text{ mmHg} \equiv 10 \text{ mH}_2\text{O}$$

Em outras palavras, a pressão atmosférica é equivalente à pressão de uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura, ao nível do mar, a 0°C e em um local onde o módulo da aceleração gravitacional tem o valor $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Disponibiliza-se assim características e informações para o entendimento do funcionamento dos manômetros de Tubo U. Representação de um Tubo em U com a finalidade de medir a pressão do gás no balão.

Figura 19: Manômetro em U para medição da Pressão interna P do Gás contido no balão.



Fonte: Apostila de Física II para Engenheiros.

Aqui, ao aplicarmos a Lei de Stevin, chegamos ao entendimento de que a pressão total no local C, representada pela Pressão do gás é igual a pressão total no ponto B, representada pela soma entre a pressão hidrostática da coluna h de fluido e a pressão atmosférica.

$$P_C = P_h + P_{\text{atm}}$$

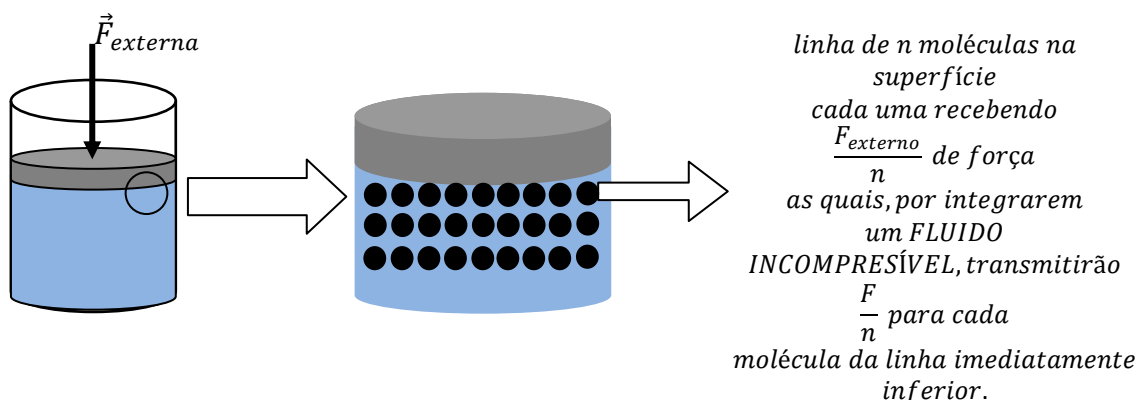
QUESTÃO 18. Ao modificar a pressão local na superfície livre de um fluido estático, por exemplo, por meio de um aumento de força realizado sobre um êmbolo de uma seringa (Figura 3), ou também, pela colocação de um outro fluido imiscível

sobre a superfície livre do fluido inicial , o que acontece com a pressão dos outros locais no interior do fluido? Vamos debater!

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: o objetivo aqui foi a verificação de visão microscópica de como o aumento de força aplicada na superfície livre de um fluido era distribuída pelas moléculas ao longo da superfície, e que em sendo do fluido incompressível, a ação do aumento de força sobre cada molécula ao longo da superfície seria totalmente transmitido molécula a molécula, e conseqüentemente, também sentido por todas as outras partes do interior do fluido de modo total.

Utilize a seguintes imagens para facilitar a sequência pensante dos alunos

Figura 20: Visão Microscópica da distribuição da Força aplicada e sua transmissão molécula a molécula.

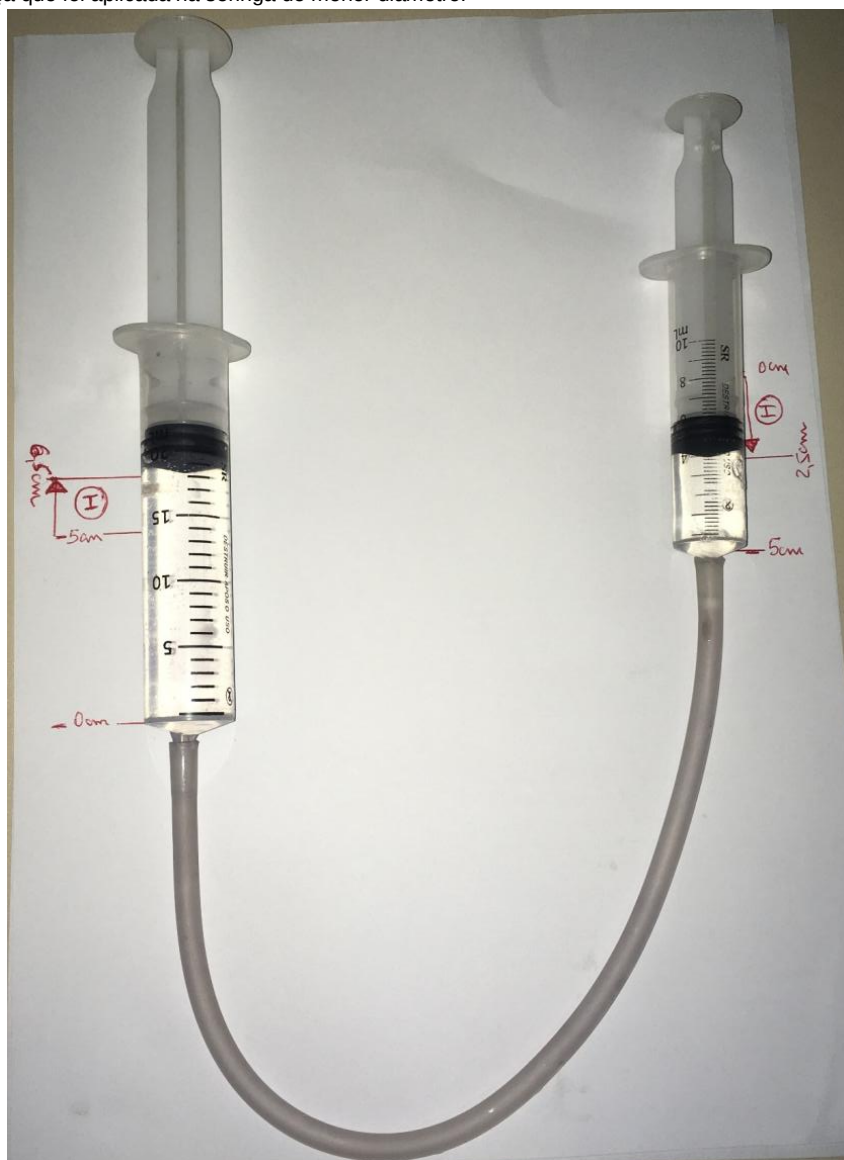


Fonte: O Autor (2017)

QUESTÃO 19. Encontre uma maneira de medir a relação entre a força que aparece no êmbolo maior e a força que feita é sobre o êmbolo menor, baseando-se na PRÁTICA 03 dos Experimentos Demonstrativos.

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui se faz muita atenção ao experimento investigativo PRÁTICA 03 – Brincando com seringas. A seguir uma proposta para execução dessa medida.

Figura 21: Imagem do experimento sobre potencialização de força seguindo o Princípio de Pascal. Enquanto que a seringa de menor diâmetro desceu 2,5 cm a de maior diâmetro subiu 1,5 cm, o que resultou em uma potencialização de 1,67x na força que foi aplicada na seringa de menor diâmetro.



Fonte: O Autor (2017)

Aqui, com o auxílio de uma régua, tomamos as marcações de 0 cm e 5 cm em cada seringa, na maior isso correspondia à indicação de 0 mL e 15 mL, respectivamente e na menor isso correspondia a 10 mL e 0 mL, respectivamente.

Ao deslocar o êmbolo da menor de 2,5 cm, passando da indicação 10 mL para 5 mL, o êmbolo da maior sofre variação de posição de 1,5 cm, passando da indicação 15 mL para 20 mL.

Aplicando o Teorema de Pascal

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A}$$

onde :

f = força exercida no êmbolo menor;

a = área da superfície circular do êmbolo menor;

F = força exercida sobre o êmbolo maior

(consequência da transmissão integral do aumento de pressão exercida no êmbolo menor)

e

A = área da superfície circular do êmbolo maior

Substituindo o valor das respectivas áreas, pelos volumes associados de líquidos deslocados temos:

$$a = \frac{V}{d}, \text{ onde } d \text{ é o deslocamento do êmbolo menor}$$

e

$$A = \frac{V}{D}, \text{ onde } D \text{ é o deslocamento do êmbolo}$$

Então temos:

$$f \cdot \frac{d}{V} = F \cdot \frac{D}{V}$$

como o volume deslocado tem de ser o mesmo, fluido incompressível,

$$f \cdot d = F \cdot D$$

Substituindo os valores conseguidos

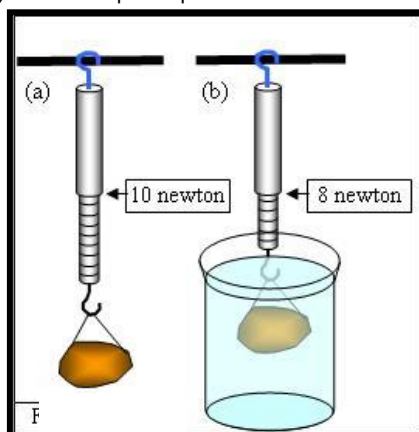
$$f \cdot 2,5 = F \cdot 1,5 \rightarrow F = \frac{f}{0,6} \rightarrow F \cong 1,67 \cdot f$$

O que nos mostra um poder de potencialização de 1,67 vezes ou equivalentemente um aumento de 67% no valor da força aplicada.

Desse modo, para cada 1 N de força que se faz sobre o êmbolo menor, tem – se a apresentação de uma força F de 1,67 N sobre o êmbolo maior.

QUESTÃO 20. Quando entramos em uma piscina, ou no mar, temos a sensação de estarmos mais leves. Isso é até mesmo comprovado quando tentamos segurar algo, ou alguém pelos braços, e temos a sensação de que o corpo sustentado está mais leve, ficou mais fácil de sustentá-lo. Veja como essa sensação é verdadeira, analise as imagens.

Figura 22: a) medida do peso real ; b) medida do peso aparente



Fonte: Educarchile

Nela encontramos duas situações, na situação (a) temos um dinamômetro medindo a força de sustentação sobre o corpo no valor de 10 N, força essa que é equivalente ao peso desse corpo. Logo o peso real do corpo vale 10 N, e ,até atingir a situação de sustentação, o dinamômetro sofreu uma deformação, a qual gerou a força de sustentação. Já na situação (b), notemos que a deformação foi menor até que se fosse atingido o equilíbrio, e conseqüentemente até que a sustentação fosse atingida o dinamômetro indicava 8 N.

Isso nos mostra que, quando imersos, totalmente ou parcialmente, os corpos se apresentam com um peso aparente menor do que seu peso real.

Mas fica a pergunta: E para onde foram os outros 2 N de força peso do corpo? Desapareceram? Vamos debater!

ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR: aqui o objetivo é chegarmos a uma conclusão, associado a vivência do aluno, de que ele realmente fica mais leve ao entrar na água, seja da piscina ou do mar, e isso nunca o fez perguntar que o estava sustentando. Nunca o fez questionar quem o ajudava a ficar mais leve, já que em ele possuindo a mesma massa, antes e depois de entrar na água, seu peso deveria ser o mesmo e ele não deveria se sentir mais leve. O que não acontece. Ele se sente mais leve.

Pode surgir aqui respostas relacionadas a interferência da água nos efeitos gravitacionais, e isso será bom, não despreze essa linha de raciocínio. Leve o aluno a entender que a gravidade da Terra não mudou realmente, já que a intensidade local do campo gravitacional de um planeta depende apenas da massa do planeta e do quadrado da distância local ao centro do planeta.

Leve o aluno a entender que não é que realmente o peso tenha sido alterado, mas que houve alteração na sensação de ter peso. Isso lhe possibilita a oportunidade de levar o aluno a concluir que: se aparentemente tem-se a sensação de menos peso, e não foi por mudanças na massa nem na intensidade da gravidade, e sendo o peso um puxão para baixo, é porque tem de ter havido um empurrão para cima.

Imprima ao aluno esse caminho de raciocínio: se o efeito de uma força sobre um corpos foi diminuído, e ela não teve sua intensidade modificada, é porque houve ação de força ou forças contrárias sobre o corpo. Daí surge a significação de que ao entrar num fluido, todo fluido tende a expulsá-lo verticalmente para cima, e a esse empurrão para cima chamamos de empuxo. Dar significado é muito importante.

Depois entramos com as equações e conceituações. Mostrar situações cotidianas, situações problemas de onde podemos investigar acontecimentos pela ótica da física, faz o significado aparecer na vida estudantil de nosso aluno.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Portal do Ministério da Educação**, Brasília, DF, 2000. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: agosto 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em: maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCNEM+. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Portal do Ministério da Educação, Brasília, DF, 2007. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: agosto 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação/SAEB**, Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br/biblioteca/1189/saeb--ensino-medio--matrizes-de-referencia-topicos-e-descritores/>>. Acesso em: agosto de 2016.

BRASIL. **Curso de Especialização Educação na Cultura Digital**. 2013. Disponível em: <<http://educacaonaculturadigital.mec.gov.br/>>. Acesso em: julho de 2016.

Apostila de Física II para Engenheiros. Medidores de Pressão. Manômetro de tubo aberto em U. il. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAANuMAI/apostila-fisica-ii-engenheiros?part=4>>. Acesso em julho de 2016.

BIFFI, B. A.; CATELLI, F. Tomando Refrigerante com Dois Canudos?. **Física na Escola**, v.8, n. 1, 2007, il.

BISQUOLO, P. A. **Hidrostática**: O Estudo dos Líquidos e Gases em Repouso. il. Disponível em: <<https://goo.gl/images/qzGQ6u>>. Acesso em : julho de 2016.

Blog – Profª Luciana e Profº Hermes. Atividade 1-2º Ano. Resposta 1, il. Disponível em: <<http://blog.educacaoadventista.org.br/professoraluciana/index.php?op=post&id>>

post=39>. Acesso em : agosto de 2016.

Educarchile. **El Principio de Arquimedes**. Empuje y Peso Aparente, il. Disponível em: < <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=133171>>. Acesso em: julho de 2016.

Globo Comunicação e Participação S.A. In: BRASIL. Ministério da Educação. Inep. **Enem-Exame Nacional do Ensino Médio**: Prova de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, questão 57. Brasília, 2013, il. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/provas/enem-2013/questoes/57.html>>. Acesso em : agosto de 2016.

Melinterest Beta. Medidor Digital De Pressão Arterial e Batimentos Cardíacos. Disponível em: < <http://br.melinterest.com/articulo/MLB758747650-medidor-digital-de-preso-arterial-e-batimentos-cardiacos/>> . Acesso em: agosto de 2016.

PALANDI, J. et al. **Fluidos Reais e Ideais**. Santa Maria, p. 44, 2010, il.

PRÃSS, A. R. **Hidrostática**: Pressão. Fisicanet. il. Disponível em: <<http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>>. Acesso em : agosto de 2016.

ROSSI, A. V. et al. Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende. **Química Nova na Escola**, n. 30, nov 2008, il. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/10-AF-5208.pdf>. Acesso em: agosto de 2016.

SILVA, D. C. M. **Pressão de Uma Coluna Líquida**. il. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/pressao-uma-coluna-liquida.html>>. Acesso em: agosto de 2016.

Viva Melhor On Line. **Hipertensão Atinge 1 em Cada 25 crianças e Adolescentes**. 22 abr 2013, il. Disponível em: < <https://vivamelhoronline.com/tag/arterial/>>. Acesso em: agosto de 2016.

ANEXO A: COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE FÍSICA

Competências e Habilidades do PCNEM+ / Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias contidas da página 63 até a página 68.

REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO	
Na área	Em Física
Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciências e tecnologia	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	• Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos. • Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente. Por exemplo, identificar que uma caixa d'água de 2 m³ é uma caixa de 2000 litros, ou que uma tonelada é uma unidade mais apropriada para expressar o carregamento de um navio do que um milhão de gramas.
Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	• Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos. Por exemplo, interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler um medidor de água ou de energia elétrica; interpretar um mapa meteorológico ou uma fotografia de radiação infravermelha, a partir da leitura de suas legendas. • Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; construir tabelas e transformá-las em gráfico, para, por exemplo, descrever o consumo de energia elétrica de uma residência, o gasto de combustível de um automóvel, em função do tempo, ou a posição relativa do Sol ao longo do dia ou do ano.

	Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	- Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos eletrodomésticos, ou esquemas de montagem de móveis. - Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. Por exemplo, no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de frequência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde.
Elaboração de comunicações	
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	- Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, tais como relatos de viagens, visitas ou entrevistas, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física. Por exemplo, elaborar o relatório da visita a uma usina termelétrica, destacando sua capacidade de geração de energia, o processo de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais. - Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada. Por exemplo, elaborar um relatório de pesquisa sobre vantagens e desvantagens do uso de gás como combustível automotivo, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos. - Expressar-se de forma correta e clara em correspondência para os meios de comunicação ou via internet, apresentando pontos de vista, solicitando informações ou esclarecimentos técnico científicos. Por

	exemplo, escrever uma carta solicitando informações técnicas sobre aparelhos eletrônicos, ou enviar um e-mail solicitando informações a um especialista em energia solar, explicitando claramente suas dúvidas.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia	
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	• Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara. Por exemplo, enviar um e-mail contra-argumentando uma notícia sobre as vantagens da expansão da geração termoeletrônica brasileira. • Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes, como, por exemplo, ao escrever uma carta solicitando ressarcimento dos gastos efetuados nos consertos de eletrodomésticos que se danificaram em consequência da interrupção do fornecimento de energia elétrica, apresentando justificativas consistentes.

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO	
Na área	Em Física
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	• Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes.
Interações, relações e funções; invariantes e transformações	
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	• Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. Assim, conhecer a relação entre potência, voltagem e corrente, para estimar a segurança do uso de equipamentos elétricos ou a relação entre força e aceleração, para prever a distância percorrida por um carro após ser freado. • Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de

	situações do dia-a-dia. Assim, por exemplo, compreender que variações de correntes elétricas estão associadas ao surgimento de campos magnéticos pode possibilitar, eventualmente, identificar possíveis causas de distorção das imagens de tevê ou causas de mau funcionamento de um motor. • Reconhecer a existência de invariantes que impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas. Assim, a conservação da quantidade de movimento pode ser utilizada para prever possíveis resultados do choque entre dois carros, a trajetória de uma bola após ter batido na parede, o movimento dos planetas e suas velocidades ao redor do Sol ou o equilíbrio de motos e bicicletas. • Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. Por exemplo, avaliar o trabalho necessário para erguer um objeto ou empurrar um caixote, a potência de que o motor de um carro precisa para subir uma ladeira ou a quantidade de calor para exercício de atividades esportivas. • Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. Assim, por exemplo, reconhecer a relação entre a vazão de entrada e de saída de um sistema hidráulico, ou da corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor.
Medidas, quantificações, grandezas e escalas	
Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	• Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas. Por exemplo, escolher a forma adequada para medir a quantidade de água presente em um copo ou a quantidade de alimento em uma embalagem. Ou escolher a melhor forma para medir o comprimento de uma sala ou a distância percorrida em um trajeto longo. • Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões. Por exemplo, estimar o volume de água de um tanque ou uma piscina e o tempo necessário para esvaziá-los. • Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações como, por exemplo, a planta de uma casa ou o mapa de uma cidade.

Modelos explicativos e representativos	
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	• Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema. Por exemplo, utilizar modelos microscópicos do calor para explicar as propriedades térmicas dos materiais ou, ainda, modelos da constituição da matéria para explicar a absorção de luz e as cores dos objetos. • Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. Por exemplo, utilizar modelo de olho humano para compreender os defeitos visuais e suas lentes corretoras, ou o modelo de funcionamento de um gerador. • Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões. Por exemplo, levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento da energia elétrica ou prever o tipo de lentes e a montagem necessária para projetar uma imagem numa tela.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	• Construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da física para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada. Por exemplo, reconhecer que as forças elástica, viscosa, peso, atrito, elétrica, magnética etc. têm origem em uma das quatro interações fundamentais: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca. • Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos. Por exemplo, compreender que o funcionamento de um termômetro clínico pode ser explicado, em termos macroscópicos, pela dilatação térmica do mercúrio, enquanto apenas o modelo microscópico da matéria permite compreender o fenômeno da evaporação de um líquido. • Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo. • Na utilização de um conceito ou unidade de grandeza, reconhecer ao mesmo tempo sua generalidade e o seu significado específico em cada ciência. Por exemplo, energia, calor ou equilíbrio são conceitos com

	significados diferentes, embora correspondentes, em Física, Química ou Biologia. • Reconhecer, na análise de um mesmo fenômeno, as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos. Por exemplo, no ciclo da água, compreender que a Física releva os aspectos das transformações de estado e processos de circulação, enquanto a Química trata das diferentes reações e do papel das soluções, enquanto a Biologia analisa a influência nas cadeias alimentares e o uso do solo.
--	---

CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-CULTURAL	
Na área	Em Física
Ciência e tecnologia na história	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	• Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança. • Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas. • Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao

	desenvolvimento de motores, ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução. • Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Muitas vezes, a tecnologia foi precedida pelo desenvolvimento da Física, como no caso da fabricação de lasers, ou, em outras, foi a tecnologia que antecedeu o conhecimento científico, como no caso das máquinas térmicas.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	• Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana. • Promover e interagir com meios culturais e de difusão científica, por meio de visitas a museus científicos ou tecnológicos, planetários, exposições etc., para incluir a devida dimensão da Física e da ciência na apropriação dos espaços de expressão contemporâneos. • Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, como a relatividade ou as ideias quânticas povoam o imaginário e a cultura contemporânea, conduzindo à extrapolação de seus conceitos para diversas áreas, como para a Economia ou Biologia.
Ciência e tecnologia na atualidade	
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	• Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, por meio de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, nas novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou, ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, tevê a cabo.
Ciência e tecnologia, ética e cidadania	
Reconhecer e avaliar o caráter ético do	• Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento, sentindo-se mobilizado para

conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	diferentes ações, seja na defesa da qualidade de vida, da qualidade das infraestruturas coletivas, ou na defesa de seus direitos como consumidor. • Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor. • Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados quanto a um posicionamento responsável. Por exemplo, o uso de radiações ionizantes apresenta tanto benefícios quanto riscos para a vida humana. • Reconhecer, em situações concretas, a relação entre Física e ética, seja na definição de procedimentos para a melhoria das condições de vida, seja em questões como do desarmamento nuclear ou em mobilizações pela paz mundial. • Reconhecer que a utilização dos produtos da ciência e da tecnologia nem sempre é democrática, tomando consciência das desigualdades e da necessidade de soluções de baixo custo, como, por exemplo, para ampliar o acesso à eletricidade.
--	---

Fonte: PCNEM + , Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pag. 63-68.

Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acessado em: agosto de 2016.

ANEXO B: TEMAS ESTRUTURADORES DE FÍSICA

Temas Estruturadores do Ensino de Física - PCNEM+, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pag.69-79.
Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>
Acessado em agosto de 2016.

Na perspectiva de estruturação da ensino de física, foram privilegiados seis temas estruturadores com abrangência para organizar o ensino de Física:

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 apresentam uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, explicitando para os jovens os elementos de seu mundo vivencial que se deseja considerar. Não se trata, certamente, da única releitura e organização dos conteúdos da Física em termos dos objetivos desejados, mas serve, sobretudo, para exemplificar, de forma concreta, as possibilidades e os caminhos para o desenvolvimento das competências e habilidades já identificadas. Exemplificam também como reorganizar as áreas tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Eletromagnetismo e Física Moderna, de forma a atribuir-lhes novos sentidos.

Cada um desses temas, contudo, não pode ser compreendido como um tema isolado, já que há inúmeras sobreposições e inter-relações entre os objetos que se pretende estudar. Com certeza, eles somente completam seu sentido por meio de suas interseções e de suas relações com outras áreas do conhecimento.

Para organizar o trabalho dentro de cada tema, as atividades planejadas podem ser sistematizadas em três ou quatro unidades temáticas, cuja delimitação e sequência favoreçam o objetivo desejado. Essa estruturação pode contribuir para evitar que as limitações de tempo ou outras dificuldades acabem por restringir o âmbito e o sentido, em termos de compreensão de mundo, que se venha a atribuir a cada tema estudado. Assim, as unidades temáticas podem ser elementos importantes para as atividades de planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos de trabalho.

Tema 1. Movimentos: variações e conservações

Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais de objetos - carros, animais, estrelas ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, a suas variações e transformações. Como prever trajetórias ou movimentos após colisões, freadas, quedas? Que materiais escolher para minimizar os efeitos de uma colisão? Quais recursos utilizar para aumentar a eficiência do trabalho mecânico humano, em termos de máquinas e ferramentas?

Para isso, será preciso desenvolver competências para lidar com as leis de conservação (da quantidade de movimento linear e angular e da energia), compreendendo seu sentido, e sabendo utilizá-las para fazer previsões e estimativas. Assim, quando as leis de Newton comparecem como um caso particular da conservação da quantidade de movimento, abre-se espaço para uma compreensão mais ampla de interações reais, nas quais o tempo de colisão tem um papel preponderante. Nesse contexto, investigar movimentos não pode se limitar a um extenso tratamento da Cinemática, que nessa nova abordagem comparece apenas para dar significado às variações dos movimentos, através dos conceitos de velocidade e aceleração.

O estudo dos movimentos inclui também acompanhar as conquistas do ser humano para locomover-se, desenvolvendo tecnologias que permitam seu deslocamento de forma cada vez mais rápida de um lugar a outro do planeta, e até mesmo fora dele e, para isso, concebendo continuamente materiais, projetos de veículos e potências de seus motores. Também são desse âmbito a compreensão da evolução tecnológica relacionada às máquinas mecânicas e suas transformações ao longo dos tempos.

Unidades temáticas

1. Fenomenologia cotidiana

- Identificar diferentes movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidade, massa, tempo, etc.), buscando características comuns e formas de sistematizá-los (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.).
- Caracterizar as variações de algumas dessas grandezas, fazendo estimativas, realizando medidas, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para tal, como, por exemplo, estimando o tempo de percurso entre duas cidades ou a velocidade média de um entregador de compras.
- Reconhecer que as modificações nos movimentos são consequência de interações, por exemplo, identificando que, para um carro parado passar a deslizar em uma ladeira, é necessária uma interação com a Terra.

2. Variação e conservação da quantidade de movimento

- A partir da observação, análise e experimentação de situações concretas como quedas, colisões, jogos, movimento de carros, reconhecer a conservação da quantidade de movimento linear e angular e, por meio delas, as condições impostas aos movimentos.
- Reconhecer as causas da variação de movimentos, associando as intensidades das forças ao tempo de duração das interações para identificar, por exemplo, que na colisão de um automóvel o *airbag* aumenta o tempo de duração da colisão para diminuir a força de impacto sobre o motorista.
- Utilizar a conservação da quantidade de movimento e a identificação de forças ou torques para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos.

3. Energia e potência associadas aos movimentos

- Identificar formas e transformações de energia associadas aos movimentos reais, avaliando, quando pertinente, o trabalho envolvido e o calor dissipado, como, por exemplo, em uma freada ou em uma derrapagem.
- A partir da conservação da energia de um sistema, quantificar suas transformações e a potência disponível ou necessária para sua utilização, estimando, por exemplo, o combustível gasto para subir uma rampa ou a potência do motor de uma escada rolante.
- Acompanhar a evolução dos processos de utilização de potência mecânica e as implicações sociais e tecnológicas a eles associadas ao longo dos tempos (como, por exemplo, na evolução dos meios de transportes ou de máquinas mecânicas).

4. Equilíbrios e desequilíbrios

- Diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos, distinguir situações de equilíbrio daquelas de não equilíbrio (estático ou dinâmico).
- Estabelecer as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água.
- Reconhecer processos pelos quais pode ser obtida amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas.

Tema 2. Calor, ambiente e usos de energia

Em todos os processos que ocorrem na natureza e nas técnicas, o calor está direta ou indiretamente presente. O estudo do calor pode desenvolver competências para identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em residências ou outros locais, através da escolha adequada de materiais, tipo de iluminação e ventilação. Pode, também, promover competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais como efeito estufa, alterações na camada de ozônio e inversão térmica, fornecendo elementos para avaliar a intervenção da atividade humana sobre essas variações.

Para isso, será indispensável identificar fontes de energia térmica e percursos do calor, investigando propriedades de substâncias e processo de transformação de energia. A irreversibilidade dos processos térmicos será indispensável para que se compreendam

tanto o sentido do fluxo de calor como a “crise de energia”, assim como limites em sua utilização. Nessa perspectiva, menos ênfase deve ser dada, por exemplo, às escalas termométricas, e mais atenção aos aspectos propriamente termodinâmicos, envolvendo o funcionamento de máquinas térmicas, o próprio conceito de calor e modelos explicativos sobre seu trânsito na matéria, seja no aspecto macroscópico ou microscópico.

É ainda nesse espaço que se consegue possibilitar a compreensão da utilização do calor para a obtenção de outras formas de energia, identificando os diferentes sistemas e processos envolvidos, seu uso social e os impactos ambientais dele decorrentes.

Unidades temáticas

1. Fontes e trocas de calor

- Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos.
- Reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor, identificando a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos.
- Utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta.

2. Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores

- Compreender a relação entre variação de energia térmica e temperatura para avaliar mudanças na temperatura e/ou mudanças de estado da matéria em fenômenos naturais ou processos tecnológicos.
- Identificar a participação do calor e os processos envolvidos no funcionamento de máquinas térmicas de uso doméstico ou para outros fins, tais como geladeiras, motores de carro etc., visando à sua utilização adequada.

- Identificar o calor como forma de dissipação de energia e a irreversibilidade de certas transformações para avaliar o significado da eficiência em máquinas térmicas.

3. O calor na vida e no ambiente

- Compreender o papel do calor na origem e manutenção da vida.
- Reconhecer os diferentes processos envolvendo calor e suas dinâmicas nos fenômenos climáticos para avaliar a intervenção humana sobre o clima.
- Identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em ambientes fechados como sala de aula, cozinha, quarto etc., para utilizar e instalar adequadamente os aparelhos e equipamentos de uso corrente.

4. Energia: produção para uso social

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social.
- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando às escolhas ou análises de balanços energéticos.
- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo.

Tema 3. Som, imagem e informação

Para situar-se no mundo contemporâneo, é necessário compreender os atuais meios de comunicação e informação que têm em sua base a produção de imagens e sons, seus processos de captação, suas codificações e formas de registro e o restabelecimento de seus sinais nos aparelhos receptores. Estudar esses mecanismos significa propiciar competências para compreender, interpretar e lidar de forma apropriada com aparatos tecnológicos como a televisão, os aparelhos de reprodução de CDs e DVDs, o computador, o cinema ou mesmo a fotografia. Como obter registros de imagens ou de sons, como melhorar cópias, como projetar imagens, como amplificar

sons, como isolar acusticamente uma sala, como melhorar a qualidade das informações registradas? Como som e imagem se associam em filmes, na tevê ou em vídeos?

Essa abordagem implica trabalhar tanto a natureza ondulatória comum ao som e a luz, quanto reconhecer suas especificidades. Isso inclui, quanto ao som, reconhecer suas características físicas, relacionando-as a fontes, “volume”, timbre ou escalas musicais, os meios que aprimoram sua transmissão, amplificam ou reduzem sua intensidade e sua interação com a matéria, como a produção do “eco”. Também inclui, quanto à luz, compreender a formação de imagens e o uso de lentes ou espelhos para obter diferentes efeitos, como ver ao longe, de perto, ampliar ou reduzir imagens. Nesse sentido, o traçado dos raios de luz deve ser entendido como uma forma para compreender a formação de imagens e não como algo real com significado próprio.

Significa também adquirir uma nova compreensão dos materiais, por meio de modelos sobre sua estrutura que explicam a natureza dos processos de interação da luz ou do som com esses meios. A natureza ondulatória e quântica da luz, assim como os modelos de absorção e emissão de energia pelos átomos, são alguns exemplos de aspectos indispensáveis para a compreensão das cores ou dos processos de registro de sons e imagens em fitas magnéticas, em papéis e em CDs.

O estudo do som e da imagem pode propiciar, ainda, meios para dimensionar o papel da informação para a vida social, acompanhando as transformações sociais que resultaram do domínio tecnológico, do registro, reprodução e velocidade de transmissão de informações ao longo da história.

Unidades temáticas

1. Fontes sonoras

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem sons para reconhecer as características que os diferenciam.
- Associar diferentes características de sons a grandezas físicas (como frequência, intensidade etc.) para explicar, reproduzir, avaliar ou controlar a emissão de sons por instrumentos musicais ou outros sistemas semelhantes.
- Conhecer o funcionamento da audição humana para monitorar limites de conforto, deficiências auditivas ou poluição sonora.

2. Formação e detecção de imagens

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
- Conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.

3. Gravação e reprodução de sons e imagens

- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir sons: discos, fita magnética de cassete, de vídeo, cinema ou CDs.
- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir imagens: fotografia, cinema, vídeo, monitores de tevê e computadores.

4. Transmissão de sons e imagem

- Conhecer os processos físicos envolvidos nos diferentes sistemas de transmissão de informação sob forma de sons e imagens para explicar e monitorar a utilização de transmissões por antenas, satélites, cabos ou por meio de fibras ópticas.
- Compreender a evolução dos meios e da velocidade de transmissão de informação ao longo dos tempos, avaliando seus impactos sociais, econômicos ou culturais.

Tema 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações

Grande parte dos aparelhos e equipamentos que fazem parte de nosso dia-a-dia requer energia elétrica para seu funcionamento, permitindo a execução de diferentes funções como iluminar, aquecer, esfriar, centrifugar, triturar, emitir sons e imagens, e assim por diante. Além disso, uma parte significativa das informações hoje disponíveis

circula no planeta através de ondas eletromagnéticas, dispensando meios materiais para sua transmissão. Que processos e fenômenos ocorrem no interior dos aparelhos para que uma mesma energia elétrica proporcione tantos efeitos diferentes? Como rádios e televisões transmitem informações? A compreensão do mundo eletromagnético que permeia nosso cotidiano é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de fornecer condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização.

Para permitir o domínio de tais competências, o estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou, ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço. Nessa perspectiva em que se procura conhecer a fenomenologia da eletricidade em situações reais, o estudo da eletrostática ganhará sentido quando em referência a situações concretas como, por exemplo, para explicar o papel dos condensadores, a função dos para-raios ou os perigos de choques elétricos.

Esse estudo deverá propiciar, ainda, a possibilidade de identificar e acompanhar o papel dos motores elétricos e dos desenvolvimentos tecnológicos associados à sua introdução no mundo produtivo, assim como das transformações produzidas pelos modernos meios de telecomunicações.

Unidades temáticas

1. Aparelhos elétricos

- Em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.).
- Relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização.
- Compreender o significado das redes de 110V e 220V, calibre de fios, disjuntores e fios-terra para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer

procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso.

- Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia.

2. Motores elétricos

- Compreender fenômenos magnéticos para explicar, por exemplo, o magnetismo terrestre, o campo magnético de um ímã, a magnetização de materiais ferromagnéticos ou a inseparabilidade dos polos magnéticos.
- Reconhecer a relação entre fenômenos magnéticos e elétricos, para explicar o funcionamento de motores elétricos e seus componentes, interações envolvendo bobinas e transformações de energia.
- Conhecer critérios que orientem a utilização de aparelhos elétricos como, por exemplo, especificações do Inmetro, gastos de energia, eficiência, riscos e cuidados, direitos do consumidor etc.

3. Geradores

- Em sistemas que geram energia elétrica, como pilhas, baterias, dinamos, geradores ou usinas, identificar semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas.
- Compreender o funcionamento de pilhas e baterias, incluindo constituição material, processos químicos e transformações de energia, para seu uso e descarte adequados.
- Compreender o funcionamento de diferentes geradores para explicar a produção de energia em hidrelétricas, termelétricas etc. Utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial.

4. Emissores e receptores

- Identificar a função de dispositivos como capacitores, indutores e transformadores para analisar suas diferentes formas de utilização.

- Compreender o funcionamento de circuitos oscilantes e o papel das antenas para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas portadoras como no radar, rádio, televisão ou telefonia celular.
- Avaliar o impacto dos usos da eletricidade sobre a vida econômica e social.

Tema 5. Matéria e radiação

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática.

Nessa abordagem, uma vez que a maior parte dos fenômenos envolvidos depende da interação da radiação com a matéria, será adequado um duplo enfoque: por um lado, discutindo os modelos de constituição da matéria, incluindo o núcleo atômico e seus constituintes; por outro, caracterizando as radiações que compõem o espectro eletromagnético, por suas diferentes formas de interagir com a matéria. Essa compreensão das interações e da matéria, agora em nível microscópico, permite um novo olhar sobre algumas propriedades trabalhadas no ensino médio, tais como condutividade e transparência, mas permite também promover, como síntese, uma concepção mais abrangente do universo físico.

São esses modelos explicativos de matéria, de radiação e de suas interações que também possibilitam o desenvolvimento de novos materiais como cerâmicas, cristais e polímeros, ou novos sistemas tecnológicos como microcomputadores, combustíveis nucleares, rastreamento por satélite, *lasers* e cabos de fibra óptica.

A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência.

Unidades temáticas

1. Matéria e suas propriedades

- Utilizar os modelos atômicos propostos para a constituição da matéria para explicar diferentes propriedades dos materiais (térmicas, elétricas, magnéticas etc.).
- Relacionar os modelos de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às características macroscópicas observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc.
- Compreender a constituição e organização da matéria viva e suas especificidades, relacionando-as aos modelos físicos estudados.

2. Radiações e suas interações

- Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.).
- Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias.
- Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano.

3. Energia nuclear e radioatividade

- Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos.
- Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina.
- Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes.

4. Eletrônica e informática

- Identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos.
- Identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação (processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação.
- Acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.

Tema 6. Universo, Terra e vida

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra.

Nessa abordagem, ganha destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra. Ao mesmo tempo, evidenciam-se as relações entre o mundo das partículas elementares, assim como os métodos para investigá-lo, com o mundo das estrelas e galáxias. Lidar com modelos de universo permite também construir sínteses da compreensão física, sistematizando forças de interação e modelos microscópicos.

Esses assuntos podem permitir reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana, assim como a evolução dos limites para o conhecimento dessas questões.

Unidades temáticas

1. Terra e sistema solar

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.).
- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

2. O Universo e sua origem

- Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo.
- Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

3. Compreensão humana do Universo

- Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações.
- Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual.
- Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

ANEXO C: EIXOS COGNITIVOS

Os Eixos Cognitivos são as capacidades dos alunos de mobilizarem o conhecimento que possuem ou que conseguem acumular depois que efetivamente ‘aprenderam a aprender’, para compreender o mundo, resolver problemas e atuar de forma cidadã, ética e responsável em sua comunidade e na sociedade. Eles são resultado da associação de várias competências e habilidades que adquirimos durante nossa vida escolar, familiar e em sociedade. (Texto adaptado, disponível em <<http://ultimosegundo.ig.com.br/colunistas/mateusprado/guia-enem-o-que-sao-os-eixos-cognitivos-do-exame/c1597800380610.html>>, acessado em agosto de 2016.

São cinco os eixos cognitivos cobrados pelo Enem:

1 - Dominar Linguagens – Dominar a norma culta da língua portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.

Neste eixo cognitivo, o Enem cobra linguagens mínimas de todas as áreas do conhecimento. Dizemos que elas são os conteúdos básicos que os alunos precisam acumular para que, durante a vida, possam aprender qualquer conteúdo necessário. Na lista de conteúdos mínimos estão, por exemplo, o conhecimento de mapas, a capacidade de entendimento e uso dos números e das operações matemáticas básicas, eletricidade e genética básica e o domínio razoável do português culto.

Os conteúdos mínimos, necessários para a aprendizagem de outros conteúdos (são como as ferramentas que utilizaremos durante toda a nossa vida para trabalhar com outros conteúdos/conhecimentos), geralmente estão, na matriz de competências do ENEM, na primeira habilidade cobrada em cada uma das 30 competências.

Além dessas ferramentas para aprendizagem de qualquer conteúdo, o Enem também lista alguns conteúdos mínimos que não são necessariamente linguagens, mas que considera necessário para que o aluno esteja integrado ao mundo moderno. Como exemplo, temos a geração e os impactos social, econômico e ambiental da geração de energia, as tecnologias de informação, principalmente as novas, os direitos conquistados pelo povo em suas lutas e o entendimento da formação e funcionamento das instituições políticas modernas.

2 - Compreender fenômenos – Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

Como os alunos utilizam seus conhecimentos? Como compreendem o mundo e formam suas opiniões, atuando de forma cidadã em relação a ele? De nada adianta conhecimento, conteúdo e aprendizado das linguagens que irão possibilitar que o aluno aprenda conteúdos por toda a vida se isso não for processado de forma cognitiva, de forma que os conteúdos ganhem um significado para o aluno.

Por que uma lâmpada incandescente gasta mais energia que uma fluorescente? Quais os impactos de desmatar as margens dos rios? Se para ter em todo o mundo a mesma qualidade de vida média de um cidadão americano é necessário termos cerca de cinco planetas iguais a Terra de matérias-primas, é possível ampliar a qualidade de vida para todo o planeta? Se não é possível a ampliação da qualidade de vida, é justo termos cidadãos de primeira, segunda e terceira classe, com condições socioeconômicas muito diferentes? Quais os motivos do caos nas grandes metrópoles, como poluição, congestionamentos, diminuição da qualidade de vida, violência urbana e concentração das riquezas? O que leva à poluição da água se ela tem ciclo? O que a construção de uma grande hidrelétrica pode fazer com a cultura e identidade de vários povos? Por que os faróis do carro apagaram de repente, o chuveiro não esquentava a água e a sua compra de azulejos não foi suficiente para a reforma da cozinha?

São estas, entre outras perguntas, todas cognitivas, derivadas da análise e da avaliação dos conhecimentos que você adquiriu até o dia da prova, ou que está lá no texto da questão, que constituem o eixo cognitivo “compreensão de fenômenos” cobrado pelo Enem.

3 - Entender situações-problema – Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problemas.

No Enem, o terceiro eixo cognitivo cobrado vem com o texto que fala em “entender situações-problema”. É importante lembrar que a ordem dada pelo Enem aos eixos cognitivos não significa, necessariamente, que eles acontecem nessa ordem em nossas cabeças. É claro que, antes de compreender fenômenos, entender problemas,

resolvê-los, é preciso que o aluno tenha o domínio mínimo das linguagens de uma ou de várias das quatro áreas do conhecimento cobradas no Enem, mas há vezes em que sabemos o básico e corremos atrás de outras informações/conteúdos para resolver um problema. No caso da prova do Enem, muitas vezes temos o domínio das linguagens que estão nos textos, e os textos nos trazem outros conteúdos que facilitam a resolução das questões.

Esses cinco eixos cognitivos propostos pelo Enem hora se inter-relacionam (quando os alunos precisam mobilizar todos ao mesmo tempo para resolver uma questão), hora apresentam uma inter-relação parcial (quando mobilizados ao mesmo tempo vários eixos, ou capacidades, cognitivos para resolver uma questão). Há vezes em que eles acontecem numa ordem lógica, como a listada pelo Enem, quando o aluno domina a linguagem, a linguagem possibilita a compreensão do fenômeno e a compreensão do fenômeno o leva a reunir argumentos para construir sua opinião e defendê-la e elabora uma proposta de intervenção ética na comunidade/sociedade. Mas nem sempre a ordem é exatamente essa.

Entender o problema, para o Enem, é ir um pouco mais adiante na compreensão do fenômeno. É relacionar os dados disponíveis, organizá-los, interpretá-los, buscar mais dados e tornar o problema bem claro, algumas vezes tirando-o do senso comum, dando a ele uma lógica baseada em dados reais. No Enem, esses dados poderão estar no enunciado da questão ou terão que vir do seu acúmulo de estudos. Em outros momentos, serão uma associação entre o que você já sabe, ou deveria saber, e o que o Enem traz de informação.

4 - Construir Argumentações – Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

Tenho o domínio das linguagens mínimas pedidas pela prova, entendo com clareza a situação problema proposta pelo Enem e agora preciso construir minha argumentação, com base nas informações/conteúdos que domino. É claro que em uma prova objetiva, em que o aluno tem que assinalar a opção correta, é impossível que ele ‘construa argumentação’. Neste eixo cognitivo o Enem espera que você ‘julgue’ as argumentações que aparecem nas alternativas. Ajuda muito se você, nas questões alternativas que apresentam argumentações em suas alternativas, estiver bastante atento para a consistência das alternativas.

5 - Elaborar propostas éticas – Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

As questões que chegam até aqui, cobrando do aluno essa competência, querem que ele mobilize os eixos cognitivos anteriores para ‘resolver uma situação-problema’. Se existem várias formas de solucionar problemas, o Enem exige que a sua solução seja ética, que respeite a diversidade sociocultural, que defenda o meio ambiente, que valorize a democracia, que identifique as conquistas sociais do povo, sobretudo dos brasileiros, que condene a corrupção, que aponte para o desenvolvimento humano, que aponte para um mundo sem desigualdades econômicas, entre outras características.

O eixo cognitivo é muito claro em afirmar que a proposta, ou a resolução do problema, tem que se dar de forma ética. Como “ética” é algo subjetivo, para que não restem dúvidas ao aluno, a leitura da “Matriz de Competências” do Enem deixa clara sua definição de ética e como o Enem espera que o aluno se comporte respondendo à prova e atuando em sociedade.

Boa parte da prova do Enem está relacionada a esse eixo, e, mesmo que seja cobrado um conteúdo que exija conteúdo anterior, a resposta ética, relacionada a uma das habilidades que estão na Matriz de Competências, é sempre a correta, da mesma forma que no quarto eixo cognitivo, onde não é possível fazer uma proposta argumentativa em uma prova de marcar alternativas, o que o aluno fará é julgar as propostas apresentadas pelas alternativas. Cuidado, muitas vezes as alternativas não colocam claramente nenhuma proposta. As propostas podem ser simplesmente a consequência lógico-racional do texto da alternativa. Seja ético para responder às questões do Enem, assim como na sua atuação em comunidade/sociedade.

ANEXO D: TIPOS DE CONTEÚDO E VERBOS ASSOCIADOS

Tabela de verbos agrupados de acordo com o tipo de conteúdo de aprendizagem disponível em < <http://www.uel.br/graduacao/odontologia/portal/pages/arquivos/NDE/VERBOS.pdf>>, acessado em agosto de 2016.

VERBOS PARA FORMULAÇÃO DE OBJETIVOS GERAIS

Conceituais	Procedimentos	Atitudinais
Adquirir conhecimentos para...	Demonstrar...	Apreciar
Adquirir autonomia para...	Desempenhar	Assumir atitudes para...
Analisar/avaliar	Discriminar	Colaborar para...
Compreender	Estabelecer relações...	Cumprir regras...
Concluir	Falar	Demonstrar responsabilidade...
Conhecer	Organizar	Escolher
Desenvolver capacidade para...	Ouvir	Habituar-se
Dominar	Planejar	Interiorizar
Focalizar	Produzir	Mostrar autonomia para...
Generalizar	Traduzir	Mostrar interesse em..
Pensar sobre...	Usar	Socializar-se com...
Reconhecer	Usar	Valorizar
Refletir		

Verbos para a formulação de Objetivos Específicos para Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Conceituais	Procedimentos	Atitudinais
Adquirir conhecimentos para...	Calcular/ Comprovar	Colaborar para...
Comparar	Construir/ Controlar o tempo	Compartilhar
Comprovar	Criar/ Cultivar	Comunicar
Conceituais	Demonstrar/ Descobrir	Contribuir
Converter	Descobrir/ Dividir	Conversar (dialogar)
Deduzir	Efetuar/ Eliminar	Cumprir responsabilidades
Descobrir	Especificar/ Experimentar	Decidir
Estabelecer relações	Fazer gráficos/ Informar	Envolver-se
Estimar	Investigar/ Manipular	Falar
Explicar	Medir/ Multiplicar	Interessar-se
Provar	Multiplicar/ Observar	Mostrar autonomia em...
Simplificar	Pesar/ Pesquisar	Ouvir
	Provar/ Reduzir	Participar
	Registra/ Relatar	Prestar atenção
	Relatar/ Somar	Questionar
	Subtrair/ Verbalizar	

ANEXO E: VERBOS DA TAXONOMIA DE BLOOM

Verbos de acordo com a Taxonomia de Bloom para representar a necessidade, durante a construção de descritores associados a uma habilidade, de partimos de descritores ou objetivos de ensino com verbos que denotam ações cognitivas mais específicas e cheguemos a confecção de descritores verbos que denotam ações cognitivas mais gerais.

Material disponível em <http://www.jvasconcellos.com.br/fat/FAT_TI/wp-content/uploads/2016/03/Lista-de-verbos-para-objetivos.pdf> acessado em agosto de 2016.

Alguns verbos sugeridos para a elaboração de objetivos (geral e específicos).

Sugestão de verbos para elaboração de objetivo geral (palavras abertas que possibilitam diferentes interpretações)	Acreditar Adquirir Aperfeiçoar Aprender Assimilar	Aumentar Capacitar Conhecer Criar Desempenhar	Desenvolver Entender Falar Internalizar Pensar	Reconhecer Saber Utilizar Valorar
Sugestão de verbos para elaboração de objetivos específicos (palavras abertas que possibilitam poucas interpretações)	Assinalar Apresentar Abreviar Calcular Aplicar Argumentar Acentuar Converter Avaliar Alterar Adicionar Categorizar Classificar Citar Combinar Criticar Concordar Computar Concluir Demonstrar	Decompor Diferenciar Discriminar Designar Deduzir Derivar Estimar Explicar Exemplificar Esboçar Escrever Enumerar Empregar Estabelecer Generalizar Identificar Indicar Inferir Interpretar Justificar	Mostrar Modificar Multiplicar Nomear Narrar Numerar Organizar Opinar Omitir Ordenar Planejar Provar Propor Predizer Parafrasear Pesquisar Prever Precisar Rotular Relatar	Reescrever Selecionar Solucionar Sumarizar Sintetizar Sugerir Sistematizar Sustentar Substituir Subtrair Sublinhar Transferir Transcrever Transformar Verificar Variar Validar Verbalizar Usar

Ademais, apresenta-se um quadro com informações detalhadas para alguns tipos de ações características do processo de apreensão da realidade e reflexão sobre a mesma, inerente ao desenvolvimento de pesquisas científicas – por meio de sua denominação correspondente -, com a correspondente indicação de verbos que direta ou indiretamente estão relacionados a essas ações.

Domínio cognitivo	Verbos		
Conhecimento – a utilização desta categoria corresponde à ênfase aos processos psicológicos da memória e refere-se ao conhecimento de elementos específicos, de maneiras e meios de tratar com tais elementos e com os conhecimentos universais, bem como sua abstração num certo campo.	Apontar Calcular Citar Classificar Definir Descrever Distinguir Enumerar Enunciar	Especificar Estabelecer Evocar Exemplificar Expressar Identificar Inscrever Marcar Medir	Nomear Ordenar Reconhecer Registrar Relacionar Relatar Repetir Sublinhar
Compreensão – refere-se a um tipo de entendimento em que o indivíduo conhece e pode fazer uso do material ou idéia que está sendo comunicada, envolvendo possibilidades de translação, interpretação e extrapolação desta comunicação original.	Concluir Deduzir Demonstrar Derivar Descrever Determinar Diferenciar Discutir Estimar Explicar Expressar	Extrapolar Ilustrar Induzir Inferir Interpolat Interpretar Localizar Modificar Narrar Predizer Preparar	Prever Reafirmar Relatar Reorganizar Representar Revisar Traduzir Transcrever Transformar Transmitir
Aplicação – refere-se ao uso de abstrações em situações particulares e concretas.	Aplicar Demonstrar Desenvolver Dramatizar Empregar Esboçar	Estruturar Generalizar Ilustrar Interpretar Inventariar Operar	Organizar Praticar Relacionar Selecionar Traçar Usar
Análise – desdobramento de uma comunicação em seus elementos ou partes constituintes, de modo que a hierarquia ou relação entre idéias são tornadas explícitas (análise de elementos, de relações ou princípios organizacionais).	Analisar Calcular Categorizar Comparar Combinar Comparar	Correlacionar Correlacionar Crítico Debater Deduzir Deduzir	Diferenciar Diferenciar Discutir Distinguir Distinguir Investigar
Síntese - combinação de elementos e parte, de modo a formar um todo (produção de uma comunicação singular, de um plano ou indicação de um conjunto de operações ou derivação de um conjunto de relações abstratas.	Codificar Compor Comunicar Conjugar Constituir Construir Coordenar	Criar Dirigir Documentar Erigir Escrever Especificar Esquematizar	Formular Organizar Originar Planejar Prestar Produzir Propor
Avaliação – julgamento sobre o valor material para as intenções determinadas (julgamento em termos de evidência interna e/ou externa a partir da referência de critérios selecionados ou evocados).	Argumentar Comparar Contrastar Decidir Escolher	Estimar Julgar Medir Precisar	Selecionar Taxar Validar Valorizar