

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

**A metodologia de ensino de Marie Curie como uma proposta
subjacente para a aprendizagem significativa de conceitos
físicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental**

DERLI CLERIA DA SILVA CEZAR

IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO
Orientadora

Cuiabá, MT, Dezembro de 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

**A metodologia de ensino de Marie Curie como uma proposta
subjacente para a aprendizagem significativa de conceitos
físicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental**

DERLI CLERIA DA SILVA CEZAR

*Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências Naturais da
Universidade Federal do Mato Grosso, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Ciências Naturais.*

IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO

Cuiabá, MT, Dezembro de 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

D111m da Silva Cezar, Derli Cleria.

A metodologia de ensino de Marie Curie como uma proposta subjacente para a Aprendizagem Significativa de Conceitos Físicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental / Derli Cleria da Silva Cezar. -- 2012

xiii, 81 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Iramaia Jorge Cabral de Paulo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Laboratório. 2. Marie-Curie. 3. anos iniciais. 4. Ensino de Física. 5. Aprendizagem Significativa. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: A METODOLOGIA DE ENSINO DE MARIE CURIE COMO UMA
PROPOSTA SUBJACENTE A ABORDAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS NOS
ANOS INICIAIS**

AUTORA: DERLI CLERIA DA SILVA CEZAR

Dissertação defendida e aprovada em 19 de dezembro de 2012, pela comissão
julgadora:

IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO
Universidade Federal de Mato grosso
Instituto de Física

ELVIS LIRA DA SILVA
Universidade Federal de Mato grosso
Instituto de Física

SERGIO ROBERTO DE PAULO
Universidade Federal de Mato grosso
Instituto de Física

AGRADECIMENTOS

- Inicialmente a Deus, que possibilitou a minha caminhada até aqui.
- À Prof^a. Dr^a. Iramaia Jorge Cabral de Paulo, pela orientação e principalmente pelo incentivo, apoio, confiança e grande amizade, ingredientes que possibilitaram a realização deste;
- A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da UFMT, que souberam me orientar nessa longa jornada de estudos.
- Aos parceiros do Colégio Salesiano São Gonçalo, em especial o Diretor Geral, Pe. Júlio, e ao Diretor Pedagógico, Pe. Marcelo, que com muito carinho e confiança abriram suas portas, permitindo que pudéssemos ali realizar este tão produtivo trabalho.
- À Prof^a. Marlene Abdo, coordenadora pedagógica dos anos iniciais do Ensino Fundamental do CSSG, pela atenção e delicadeza com que me acolheu;
- Às professoras Sueli, Sandra e Andréia, pela dedicação, disponibilidade e contribuição no decorrer das aulas.
- À amiga Prof^a. Cláudia Magnani, responsável pelo laboratório de Ciências do CSSG, pela dedicação e companheirismo durante as aulas experimentais.
- À amiga Prof^a. Eliete Carlo, pelo carinho, colaboração e pela preciosa ajuda.
- Aos colegas e amigos do curso.
- Aos meus queridos filhos Jussara/ Rui, Tani Ane/ Moisés e Tiésere, aos meus netos Matheus, Vitória, Marcos e Rubens, por compreenderem a minha ausência de casa.
- Ao meu amado esposo Livaldo, pelo amor, compreensão, amizade e confiança em mim depositada nesses anos de dedicação.

DEDICATÓRIA

A minha família.

Aos meus amigos.

Aos meus professores.

Obrigada, de coração.

Para chegar à realidade, uma ideia começa por se apoderar de espíritos fervorosos e escraviza-os; a partir desse momento, eles pertencem-lhe e não vêm diante de si se não o objetivo a atingir.

Por vezes, esse objetivo parece inatingível; quanto mais nos adiantamos, mais ele nos parece distante.

Mas que importa?

Os escravos de uma ideia são incapazes de desanimar.”

Marie Curie

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. JUSTIFICATIVA:	3
1.3. OBJETIVO GERAL:	6
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 UM OLHAR SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS	9
2.2 O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS: UM MOMENTO OPORTUNO PARA DISCUTIR CONCEITOS FÍSICOS	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL:	16
3.2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA:	18
3.3. METODOLOGIA DE MARIE CURIE:	19
3.4. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SUBJACENTE À METODOLOGIA DE MARIE CURIE	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1. DELINEAMENTOS METODOLÓGICOS:	23
4.2. PLANO DE AÇÃO/ CONTEXTO DA PESQUISA:	24
5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

Anexos

Anexo A – Atividades avaliativas sobre matéria

Anexo B - Atividades avaliativas sobre densidade

Anexo C - Atividades avaliativas sobre energia

Anexo D – Slides referentes à formação continuada “Ensino de física nos Anos iniciais, uma proposta subjacente à metodologia da prêmio Nobel em física Marie Curie”

Anexo E - Livreto “A pedagogia de Marie Curie” Principais construtos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método para medir a quantidade de massa de balões	29
Figura 2 – Garrafa própria para comprovar a existência do ar (massa)	29
Figura 3 – Bolas maior/menor para comparar a quantidade de volume	30
Figura 4 – Provetas para fazer o cálculo de volumes.....	31
Figura 5 – Copos com água pura/ água salgada para medir a densidade do ovo	32
Figura 6 – Lâmpada (energia elétrica, luminosa e térmica).....	34
Figura 7 – Estados físicos da água.....	35
Figura 8 – Copos: identificação de ocorrência de transformação química.....	37
Figura 9 – Grupo de alunos do 5º ano: observação e interesse nas aulas experimentais.....	38
Figura 10 – Experiência: “Medindo o volume”.	39
Figura 11 – Experiência: “Comprovando que o ar possui massa”.	40
Figura 12 - Experiência: “A variação do volume de pedras”.....	42
Figura 13 – Experiência “A mudança do comportamento do ovo (densidade) em relação à água pura/ água salgada”. Fonte: autoria própria.....	46
Figura 14 – Experiência “A mudança do comportamento do ovo (densidade) em relação à água pura/ água salgada”. Fonte: autoria própria.....	46
Figura 15 – Experiências: “Transformação da energia”	51
Figura 16 – Experiências: “Transformação da energia”	52
Figura 17 – Estados físicos da água.....	53
Figura 18 – Experiência: “Transformação química”	56
Figura 19 – Experiência: “Transformação química (mudança de temperatura)”	58
Figura 20 – Experiência: “Transformação química (mudança de cor)”. Fonte: autoria própria.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da atividade significativa (avaliação) referente à massa e volume 41

Tabela 2 – Resultado da atividade significativa (avaliação) referente à comparação de densidade..... 42

Tabela 3 – Resultado da atividade significativa (avaliação) referente à densidade 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSSG – Colégio Salesiano São Gonçalo

EDUSP – Editora da Universidade de São Paulo

E. F. – Ensino Fundamental

Kg – Quilograma

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

TAS – Teoria da aprendizagem significativa

TASC – Teoria da aprendizagem significativa crítica

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: <i>Matéria - Reconhecer a matéria</i>	43
Quadro 2: <i>Densidade - Caracterizar a matéria</i>	48
Quadro 3: <i>Energia</i>	61

RESUMO

CEZAR, Derli Cleria da Silva. **A metodologia de ensino de ensino de Marie Curie como uma proposta subjacente para a aprendizagem significativa de conceitos físicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Cuiabá, 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais). Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso, dezembro de 2012.

O presente trabalho, feito de uma pesquisa teórica e prática, sobre o ensino de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental de uma escola privada de Cuiabá – MT, tem por base a pedagogia de Marie Curie que, ao seu tempo, preocupou-se com a formação integral do cidadão como ser pensante, atuante e corresponsável pelo destino da sociedade. É uma pesquisa que comprovadamente contribuirá para o processo ensino-aprendizagem, uma vez que o ensino de Ciências Naturais (Física) porta de grande relevância no que diz respeito à formação do cidadão, inclusive referindo-se à alfabetização, que nos tempos atuais não se reduz apenas no ler e escrever, mas sim numa “alfabetização científica”, que envolve todas as faces do processo de alfabetização. Diante de tal fato, propomos o uso de experimentos no Ensino Fundamental, segundo a metodologia de Marie Curie, a fim de que se possa aproveitar a natural curiosidade dos alunos para trabalhar os conceitos físicos presentes no cotidiano com introdução da linguagem científica na sua estrutura cognitiva. A ausência dessa linguagem pode ser uma das dificuldades no aprendizado do aluno quando se encontra cursando o Ensino Médio, ou até mesmo o Ensino Superior. Provavelmente o empecilho de aprender a Física tenha por motivo fatores que surgem nos anos iniciais, quando se apresenta formalmente a concepção de ciências. A abordagem dos temas de Física pode favorecer a compreensão da dinâmica e do processo de ensino em sala de aula e no laboratório. Nesse sentido, foram desenvolvidas aulas práticas no laboratório de Física da escola citada, com participação dos alunos do 5º ano e dos seus respectivos professores. No decorrer dessas aulas levou-se em consideração o conhecimento espontâneo de cada criança adquirido em seu mundo real e vivencial, junto ao processo de ensino-aprendizagem de Física.

Diante da inquietação das crianças em busca de respostas e explicações lógicas para a solução da problemática apresentada em cada aula, trouxe a convicção de que o trabalho prático com aulas no laboratório é inquestionável para que o ensino de Ciências Naturais (Física) atinja o efeito esperado na formulação de conceitos, que, consequentemente, resultará na construção gradativa do saber.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino Fundamental (anos iniciais); laboratório; aprendizagem significativa; Marie Curie.

ABSTRACT

CEZAR, Derli Cleria da Silva. **Marie Curie's teaching methodology as a subjacent proposal for the meaningful learning of physic concepts in the early years of the Primary Education.** Cuiabá, 2012. Dissertation (Master's degree in Teaching of Natural Sciences). Institute of Physics. Program of Post Graduation in Teaching of Natural Sciences, Universidade Federal do Mato Grosso, December/ 2012.

This present work, made from a theoretical and practical research about the teaching of Physics in the earlier years of the Primary Education at a private school in Cuiabá – MT, focused in the pedagogy of Marie Curie whom, in her own time, preoccupied with the integral formation of the citizen as a thinking creature, acting and co-responsible by the destiny of the society. It's a research that surely will contribute to the teaching-learning process, once that the learning of Natural Sciences (Physics) bears great prominence on the formation of the citizen, inclusively referring to the alphabetization, that, nowadays, does not only is reduced in skills such as reading and writing, but in a “scientific alphabetization”, which covers all the faces of the alphabetization process. Facing this fact, we propose the using of experimentations in Primary Education, in conformity to the methodology of Marie Curie, making good use of the natural curiosity of the students to work the physics concepts that are present in the daily lives, with the insertion of the scientific language in their cognitive structure. The absence of such language may be one of the existent difficulties in the learning when the scholar is studying the High School, or even the Higher Education. Probably the difficulty on learning Physics have as reasons agents which come to sight in the earlier years, when the concepts of sciences are formally presented. The boarding of the physic themes can to favor the comprehension of the dynamics and the process of teaching in the classroom and in the laboratory. According this way, practical classes have been developed in the laboratory of Physics of the summoned school, with the participation of the 5th year students and their respective professors. Throughout these classes, have been considered each child's spontaneous knowledge, acquired in their actual and experiential worlds, together with the teaching-learning process in Physics.

Facing the inquietude of the children on the pursuit of answers and logical interpretations in order to solve the proposition presented in each class, a conviction is brought that the practical work with laboratory classes is unquestionable for the obtainment of the expected effects in the teaching of Natural Sciences (Physics) which, consequently, will result on the gradual construction of the knowledge.

Keywords: Teaching of Physics; Primary Education (earlier years); laboratory; meaningful learning; Marie Curie.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

A presente dissertação versa sobre a importância do ensino de Ciência, em especial, Física, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, com o objetivo de contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem na escola de forma que, talvez, fosse significativo que o professor se conscientizasse que ensinar Física nos anos iniciais não é uma tarefa difícil, ao contrário do que se constata nas escolas atualmente; pode ser simples e a chave está na mão do professor, que demonstra a percepção e sensibilidade ao aproveitar aquilo que já é natural nos alunos, para utilizar procedimentos e conceitos próprios de Ciências (Física).

Se as pessoas compreendessem que entender a Física é simplesmente entender as coisas que ocorrem ao seu redor, e que a Física evolui por causa dos seres humanos, tudo seria mais fácil. Este é um dos motivos que me levou à realização deste trabalho. Talvez seja importante que desde cedo as pessoas devam se acostumar a discutir, perguntar, testar e buscar respostas para suas perguntas (GOLDSMITH, 2006). Assim, os alunos dos anos iniciais necessitam ter contato com a realidade que os cercam com participação efetiva de aulas práticas realizadas em laboratórios de Ciências de suas escolas, para entender a problemática proposta e interagir com os materiais desses laboratórios, a fim de que nos anos posteriores não se arrastem por dificuldades que poderiam ter sido evitadas nos primeiros anos escolares. Ainda hoje, em pleno século XXI, inúmeras crianças saem da escola com o conhecimento científico insuficiente para lidar com o mundo do qual fazem parte.

Incomodada com essa situação e empenhada em poder contribuir para a evolução do conhecimento desejado, e não imposto, para que o ensino-aprendizagem ocorra com eficácia e de maneira prazerosa, busquei fundamentos teóricos e práticos com base na metodologia de Marie Curie, que me deu suporte para a realização desta investigação, organizada na seguinte sequência:

- Introdução, que se dividiu em Problemática, Justificativa e Objetivos;
- Revisão bibliográfica: formas de citações no texto; indicações de autores no texto; “Um olhar sobre o ensino de Ciências nos anos iniciais e o ensino de

Ciências nos anos iniciais: um momento oportuno para discutir conceitos físicos”;

- Consta também a fundamentação teórica composta por: Metodologia de Marie Curie; A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (TAS) e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica(TASC);
- No item “Materiais e métodos”, constam os delineamentos metodológicos, plano de ação e o contexto da pesquisa;
- Na “Descrição e análise dos resultados”, que é outro item, encontraremos os dados, tabelas, fotografias, etc.;
- Referências Bibliográficas..

Tendo em vista as pesquisas realizadas, verifiquei, através de diversas leituras, que há uma concordância relativa à inclusão de temas relacionados à Ciência (Física) e à Tecnologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. É um assunto que vem sendo investigado ao longo dos últimos anos para mostrar a influência do processo ensino-aprendizagem de Ciências (Física) no que diz respeito à relação entre conhecimentos espontâneos (informal) e os chamados conhecimentos científicos (sistemático e formal). Sabe-se que o acesso ao conhecimento científico se dá de diversas maneiras e em diferentes ambientes, mas é na escola que a formação de conceitos científicos é introduzida sem ambiguidade, oportunizando ao aluno a compreensão da realidade e a superação de obstáculos que lhes sucedem no dia-a-dia (MÃO NA MASSA - ENSINAR AS CIÊNCIAS NA ESCOLA, 2005). Assim, deve-se ter em conta que o ensino de Ciências, essencialmente a Física, objetiva fazer com que o educando aprenda a viver na sociedade em que está inserido.

Após as pesquisas e a definição da metodologia, preparei um plano de ação com diversas atividades, que foi desenvolvido em uma escola da rede privada de ensino em Cuiabá – MT. As atividades foram iniciadas com encontros (minicursos) para os professores da área de Ciências Naturais que atuam nos primeiros anos do Ensino Fundamental. Após os encontros, foi observado o planejamento dos professores e organizadas aulas experimentais no laboratório de Física da escola durante dois meses, para alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, com participação dos professores. Foram aulas práticas que superaram minhas expectativas diante do interesse e curiosidade dos alunos. Dessa forma, pude constatar a importância do ensino de Ciências Naturais

(Física) num contexto associado à prática experimental. Observei que é uma maneira eficaz que os professores e o aluno têm, tanto para facilitar a compreensão dos conceitos como para possibilitar relações entre o que se aprende e o que se ensina.

1.2. JUSTIFICATIVA:

Atualmente somos movidos pela demanda de que a educação científica precisa ser objetivamente melhorada, pois muito do que se tem passado na educação nada mais é que pedagogia bem-intencionada. Enquanto tentarmos acreditar que o importante em uma relação de aprendizagem é só a forma de ensinar algo em detrimento do conhecimento em si, do saber em si, continuaremos buscando soluções genéricas e inexistentes, principalmente quando se refere ao ensino de Ciências Naturais (Física) nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

O acesso ao conhecimento científico deve se processar de diversas maneiras e em diferentes ambientes, mas é na escola que a formação de conceitos científicos é introduzida, para oportunizar ao educando a compreensão da realidade e a superação de problemas que lhe são impostos diariamente. Portanto, não ensinar Física nos anos iniciais, valendo-se do argumento de que as crianças não possuem capacidades intelectuais é uma forma de negligenciá-las como pessoas sociais (MÃO NA MASSA – ENSINAR AS CIÊNCIAS NA ESCOLA, 2005).

Assim, diante da constatação de tantos equívocos na maneira de como tratar e aproveitar o ensino prático de Ciências (Física) nos anos iniciais e cheia de boa vontade para solucionar a problemática ou, pelo menos, contribuir, em parte, para a melhoria do ensino de Ciências nas escolas, recorri a uma experiência realmente inovadora e responsável por significativas mudanças.

Essa experiência foi aplicada por Marie Curie e alguns colegas seus no início do século passado. Marie Curie foi uma pessoa especial. Ganhou dois prêmios Nobel, um de Física, em 1903, e outro de Química, em 1911. Ganhou-os em áreas normalmente fechadas à participação de mulheres, já que mesmo hoje conta-se nos dedos o número de mulheres que alcançam o mesmo destaque científico. Pois ela e este grupo de colegas (nada ordinários cabe dizer: os físicos Jean Perrin e Paul Langevin, o escultor Jean Magrou, o naturalista Henri Mouton) criaram uma espécie de cooperativa de ensino a seus filhos (no que seria equivalente aos anos intermediários do Ensino Fundamental de

nossos dias, para crianças de oito a treze anos). As aulas eram dadas nos laboratórios ou nos estúdios de trabalho de cada um (CHAVANNES, 2007).

Além do conhecimento estas aulas transmitiam amor pela Ciência Física e prazer pelo trabalho em equipe, respeito aos métodos de pesquisas e o uso de linguagem adequada à ciência e às crianças. A experiência durou só dois anos, mas foi perene a marca deixada nas crianças que a experimentaram. Os colegas, sobrecarregados de trabalho resolveram, após dois anos, que suas crianças deveriam voltar aos programas oficiais de ensino e fazerem os exames adequados para seguirem suas carreiras.

Isabelle Chavannes foi uma destas alunas de Curie que tomou notas detalhadas de dez aulas de Física entre janeiro e novembro de 1907. As notas incluem ilustrações e comentários ligeiros sobre as aulas e o humor da professora. As aulas envolvem problemas que ficam progressivamente mais difíceis e elaborados (CHAVANNES, 2007).

Curie em suas aulas, com a maior simplicidade e pretensão, deixava as crianças fascinadas e muito mais curiosas quando lançava mão de seu objeto de estudo e as crivava de perguntas (*“Como se pode saber que...? O que aconteceu...? Como...? Por que...? Vocês acham o que...?”*), perguntas que são as de cada um, principalmente aquelas com que as crianças nos bombardeiam todos os dias; ela as faz suas, trazendo as crianças à resposta, em uma maiêutica que se desenvolve na observação, na experimentação e na reflexão (YVES QUÉRÉ, 2007 apud. CHAVANNES, 2007).

Ousamos dizer que Curie viveu além de sua época, pois inúmeras de suas realizações continuam atualíssimas, como é o caso das aulas (experienciais) em laboratório. Em um trecho de seu discurso, quando da inauguração do Instituto de Radium, em Paris, julho de 1914, ela disse que:

“Se as conquistas úteis da humanidade vos comovem; se ficais pasmados diante da telegrafia elétrica, da fotografia, da anestesia, e de tantas outras descobertas; se estais orgulhosos e conscientes da parte que cabe ao vosso país na conquista dessas maravilhas, tomai interesse, eu vos conjuro, por esses recintos sagrados que chamamos de laboratórios. Fazeis o possível para que eles se multipliquem. Eles representam os templos do futuro, da riqueza e do bem-estar social. É por intermédio deles que a humanidade melhora e cresce. É neles que o homem aprende a ler os segredos da natureza e da harmonia universal, enquanto as obras do homem são quase sempre obras de barbárie, de fanatismo e de destruição...” (GOLDSMITH, 2006).

O fato de as anotações terem sobrevivido a virada do século e terem sido recuperadas por total acaso uns dez anos atrás, dá uma ideia do quanto são tênues as marcas que deixamos ao longo de nossas vidas. Qualquer pessoa interessada no sentido de ciências e mesmo em história da ciência vai gostar muito de folhear este livro e acompanhar as aulas de Curie. A tradução do livro *“As aulas de Marie Curie: anotadas por Isabelle Chavannes em 1907”* feita por Waldyr Muniz Oliva, que faz uma boa apresentação do livro (Oliva é engenheiro e foi reitor da Universidade de São Paulo). A educação só existe quando forma e conteúdo estão equilibrados. Quando um sujeito só se interessa pela forma, mata o conteúdo, torna o aluno sem a ossatura do conhecimento (CHAVANNES 2007).

Fundamentada nessa metodologia de Curie, acredito ter encontrado a solução para boa parte dos problemas que impedem o ensino adequado de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Dessa forma, espero contribuir de forma significativa não só com a melhoria da prática educativa em Física nos anos iniciais, mas também permitir aos colegas professores um material que possa fornecer subsídios para enriquecerem pedagogicamente suas aulas experienciais.

1.3. OBJETIVO GERAL:

Elaborar e implementar em uma escola da rede privada de ensino um material de ensino-aprendizagem de tópicos essenciais de Física para os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, que promova prazer pelo trabalho em equipe, respeito aos métodos de pesquisa e o uso de linguagem adequada à ciência, propondo uma sequência didática de experimentos com materiais de baixo custo, pensados estrategicamente para facilitar o processo de conceitualização. Baseado na proposta didática elaborada e implementada por Marie Curie (Nobel em Física, 1903, e Química, em 1911) e colaboradores, para crianças.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar um material didático (ou de ensino-aprendizagem), impresso com uma sequência de experimentos, visando relacionar forma e conteúdo, com tutorial de aplicação em sala de aula;
- Submeter o material elaborado à avaliação de especialistas da academia;
- Submeter o material elaborado à avaliação de professores da educação básica, que trabalham com os anos iniciais;
- Reelaborar o material a partir de sugestões obtidas nas etapas anteriores;
- Capacitar os professores de Ciências da escola da rede particular de ensino de Cuiabá – MT a utilizar em sala de aula metodologias novas e/ou alternativas, que contemplam o ensino-aprendizagem na disciplina, à luz do material elaborado;
- Acompanhar permanentemente os professores durante a aplicação do material, com vistas a ajudá-los a identificar os tipos de explicações causais dadas pelos alunos e, fazê-los repousar nos fenômenos que os rodeiam em seu cotidiano;
- Analisar o desenvolvimento do pensamento dos alunos na apropriação do conhecimento científico em Física Elementar;
- Contribuir para a atualização dos professores, no que se refere a tópicos do ensino de Física, que normalmente não são abordados no Ensino Fundamental;
- Orientar os professores a ajudar as crianças a pensar de maneira lógica sobre os fatos do cotidiano e a resolver problemas práticos; bem como valorizar o

trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento;

- Avaliar o material junto aos professores que o utilizaram;
- Produzir uma dissertação de mestrado e artigos versando sobre a experiência de ensino-aprendizagem;
- Disponibilizar à comunidade o produto educacional impresso e on-line, através de páginas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da UFMT.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Moreira não se deve tratar estudantes da educação básica como futuros cientistas. O ensino de Física deve promover a compreensão do mundo e não iniciar a formação de um cientista.

“A educação em Ciências, por sua vez, tem por objetivo compartilhar significados no contexto das ciências, ou seja, interpretar o mundo desde o ponto de vista das ciências, manejar alguns conceitos, leis e teorias científicas, abordar problemas raciocinando cientificamente, identificar aspectos históricos e culturais das ciências” (MOREIRA, 2010).

Em Carvalho et al. É destacada a importância do ensino de Física nestes anos, pelo fato de que são neles que os alunos tomam contato pela primeira vez com o conhecimento físico. É destacado que todo o ensino e aprendizagem subsequente em ciências dependem deste primeiro contato nos anos iniciais, aumentando a sua importância. Para os autores, tanto melhor *“se este primeiro contato for agradável, se fizer sentido para as crianças”*. O papel da alegria e do prazer neste primeiro contato é fundamental para os autores. De acordo com eles, *“sem prazer e alegria não há ensino e muito menos aprendizagem”*. Deve-se trabalhar com significados físicos que a criança possa discutir e propor soluções. Não são todos os problemas físicos que a criança consegue explicar, deve-se escolher aqueles ao alcance de seu estágio cognitivo. No ensino de ciências nos anos iniciais é importante propor aos alunos situações problemáticas interessantes, para que eles tentem resolvê-las, envolvendo-se intelectualmente com a física real e ao seu alcance.

Para Ausubel, o fator isolado que mais influencia na aprendizagem dos alunos é o que eles já sabem, por isso as ideias prévias dos alunos tem sido alvo de muitas pesquisas. Frequentemente estas ideias prévias estão em desacordo com o que é aceito cientificamente, são as chamadas concepções alternativas.

Um dos maiores desafios do ensino de ciências é o de promover a mudança das concepções alternativas para as cientificamente aceitas. Esta troca é dita de mudança conceitual.

Um fato que corrobora a visão de evolução conceitual é de que é possível identificar concepções mistas em alunos iniciados nas cientificamente aceitas. Estes estudantes

mantêm muitos aspectos das concepções alternativas e incorporam aspectos das cientificamente aceitas.

Sob a luz da evolução conceitual, o início do ensino de Física deve ser feito o quanto antes, mas de maneira a não reforçar as concepções alternativas. O que se quer dizer é: iniciar o ensino de Física o quanto antes para promover a evolução conceitual com qualidade científica.

Jerome Bruner, assim como Ausubel e Jean Piaget, pode ser classificado como cognitivista. O papel do professor, segundo Bruner, é o de ensinar de acordo com o grau de desenvolvimento do aluno. Desta premissa vem a contribuição mais famosa de Bruner, quando ele afirma que sempre há uma versão a ser ensinada, a qualquer aluno. A intenção de ensinar Física às crianças dos anos iniciais poderia soar estranha para alguns educadores, porém de acordo com Bruner, existe uma forma simples de ensinar Física às crianças.

Uma outra contribuição famosa de Bruner diz respeito ao currículo em espiral. Nesta proposta de currículo o aluno tem o mesmo conteúdo diversas vezes. Cada vez que o currículo é apresentado ele deverá levar em conta o grau de desenvolvimento do aluno. Admitindo que este grau seja cada vez maior, a abordagem do conteúdo em espiral será cada vez mais complexa e sofisticada.

A forma como foi abordada a Física nas aulas nem de longe tem a intenção de esgotar o assunto. Eles irão apenas começar a evolução conceitual, sendo que cada assunto abordado será abordado mais tarde, em um nível de abstração cada vez maior. O que as aulas experimentais propõem é apresentar os conceitos de Física, sempre tendo a expectativa de que eles serão retomados mais tarde de maneira mais sofisticada.

Promover uma introdução aos conceitos físicos durante os primeiros anos do Ensino Fundamental, de forma que esta não só deixe de ser um obstáculo adicional ao ensino subsequente, mas que, principalmente, desperte o interesse das crianças para a ciência foi o objetivo da proposta investigação.

2.1 UM OLHAR SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS

Antigamente, o ensino de Ciências Naturais era ministrado apenas nos últimos anos do curso ginásial. Com a promulgação da Lei nº. 4.024/61 (BRASIL, 1961) a obrigatoriedade se estendeu a todas as séries ginásiais. Nessa época, o ensino se

concentrava no método tradicional e aos professores cabia a transmissão de conhecimentos por meio de aulas expositivas, e aos alunos a absorção dessas informações. O conhecimento científico era tomado como neutro e não punha em questão a verdade científica.

Sob a influência das ideias da Escola Nova (1930 a 1936), o objetivo fundamental do ensino de Ciências Naturais era dar condições para o aluno, a partir da observação de um fato, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las, auferindo, sozinho, as suas conclusões.

Em meados dos anos 70, devido a uma crise energética e a uma crise econômica mundial pós-Segunda Guerra Mundial, os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde começaram a ter presença importante nos currículos de Ciências Naturais e, assim, com a Lei nº. 5.692/71 (BRASIL, 1971), o ensino de Ciências Naturais passou a ser obrigatório nas oito séries do antigo primeiro grau.

A partir dos anos 80 é que o ensino de Ciências passou a sofrer influências de uma nova tendência de ensino – o Construtivismo -, que começou a surgir no Brasil no final dessa década e cujo foco do ensino se voltava para a construção de conhecimentos científicos para o aluno.

Após a promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº. 9.394/96 (BRASIL, 1996) e com ela os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), houve uma reformulação em todo o currículo, e o ensino de Ciências ganhou ponto de destaque no contexto escolar. Sabendo que esses conhecimentos não devem ser separados da sociedade, e diante de toda a explosão científica e tecnológica vivida pela humanidade nas últimas décadas, os objetivos do ensino de Ciências Naturais são definidos com base nesse progresso.

Para Longhini (2008), o ensino de Ciências nos primeiros anos do Ensino Fundamental ainda é muito precário; o professor muitas vezes se restringe a colocar na lousa questionários para que as crianças estudem para as provas, cabendo às mesmas simplesmente decorá-los. Segundo o autor, os professores justificam tal procedimento ao fato de que o nível de escolaridade dos estudantes ainda é a fase de alfabetização. Isso vem ao encontro do que afirmam Mizukami et al. (2002 apud LONGHINI, 2008) sobre a constatação de que os professores estão preocupados com apenas duas áreas específicas: o português e a matemática.

Brito e Ghisolffi (2007) também coloca que uma das características dominantes nesse grau de escolaridade é a preocupação com a alfabetização das crianças, havendo, portanto, uma valorização demasiada das disciplinas de Português e Matemática, o que leva a crer que o mais importante nessas séries é aprender a ler e a contar. A autora constata, em sua pesquisa, que em muitas escolas o ensino de Matemática e da Língua Portuguesa é priorizado, deixando-se as outras áreas do conhecimento para “se der tempo”, para não se dizer diretamente que são dispensáveis.

Segundo Brito e Ghisolffi (2007) também registra, lamentavelmente são comuns entre os professores dos anos iniciais manifestações como: “*ele sabendo ler, escrever e fazer contas, está ótimo!*”. Diante disso, centraliza-se um dos sérios problemas dos anos iniciais. Em virtude dessa ótica educacional, disciplinas como Geografia, Ciências e História são colocadas à margem do conhecimento instituído em sala de aula. Em relação à isso, a PCN’s (BRASIL, 1997, P. 32) também trazem:

[...] no primeiro ciclo, destacam a necessidade de haver, nas salas de aula, espaço para as crianças expressarem suas próprias concepções do mundo físico para que, a partir da interação com outras crianças e com professores, passem a transformar essas concepções. O desenho é destacado como a forma mais importante para a expressão por parte das crianças e o estudo de Ciências é apontado como forma de auxiliar a alfabetização.

Faz-se necessário que o professor dos anos iniciais deixe de lado a concepção que só é possível trabalhar Ciências quando os alunos já estão alfabetizados. A maioria dos professores dá ênfase apenas para as disciplinas de Português e Matemática, esquecendo-se de que ao se trabalhar Ciências, é possível promover a interdisciplinarização às demais áreas do conhecimento, tornando, dessa forma, o ensino mais empolgante e com ganho de significado para as crianças. Mesmo não tendo dominado o alfabeto escrito, os alunos dessa faixa etária são curiosos, com grande capacidade de interagir com o meio. Deve-se proporcionar às crianças, portanto,

autonomia de pensamento para que elas mesmas possam realizar tarefas criativas, formular questões e procurar suas respostas. Segundo a UNESCO (2003, p. 8):

“A Ciência, como construção mental, promove o desenvolvimento intelectual infantil e ainda contribui positivamente para o desenvolvimento de outras áreas, como o da linguagem e da matemática. Como as ideias das crianças sobre o mundo que as rodeia são construídas durante os primeiros anos de escolarização, não ensinar Ciências nessa idade significa ignorar esse processo, abandonando a criança a seus próprios pensamentos, privando-a de um contato mais sistematizado com a realidade.”

Introduzir a alfabetização juntamente com assuntos relacionados à ciência e à tecnologia fará com que o aluno possa ler e compreender o mundo, decifrando o universo por meio de suas próprias descobertas. Rosa (2006) alerta que, para as crianças, ocorre que quando o assunto é Ciências, além de curiosas, elas se aventuram no conhecimento, estabelecendo relações, levantando hipóteses, apresentando argumentações e dando as mais complexas explicações sobre o assunto ou tema estudado.

De acordo com Piaget (1982, p. 138):

[...] a criança reconstrói suas ações e ideias quando se relaciona com novas experiências ambientais. A inteligência é o mecanismo de adaptação do organismo a uma situação nova e, como tal, implica a construção contínua de novas estruturas. Esta adaptação refere-se ao mundo exterior, como toda adaptação biológica. Dessa forma, os indivíduos se desenvolvem intelectualmente a partir de exercícios e estímulos oferecidos pelo meio que os cercam. A construção da inteligência dá-se, portanto, em etapas sucessivas, com complexidades crescentes, encadeadas umas às outras.

Ao trabalhar conceitos científicos desde cedo, o aluno também tem a oportunidade de familiarizar-se com o uso da linguagem científica, mesmo que seja em um nível inicial. O estudo desses fenômenos permite a descoberta, observação e comprovação de experiências próximas do cotidiano da criança. Então, ao se trabalhar nesta proposta é possível desenvolver a curiosidade, o espírito crítico e a autoestima, tornando-se a aprendizagem realmente significativa.

2.2 O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS: UM MOMENTO OPORTUNO PARA DISCUTIR CONCEITOS FÍSICOS

Mesmo antes de ingressarem na escola, as crianças já desenvolvem ideias sobre os fenômenos ao seu redor. Mas segundo Portela e Higa (2007) é Nos primeiros anos do Ensino Fundamental que os alunos entram em contato com conceitos físicos em situações formais de ensino, o que irá desencadear uma mudança conceitual a respeito dos pré-conceitos existentes.

De acordo com Portela e Higa (2007), a Física não se caracteriza como uma disciplina isolada, mas integra as Ciências Naturais juntamente com a Biologia, Química e Geociências. O papel do professor de Ciências é fundamental para promover uma mudança conceitual significativa no aluno. Isso significa que o professor precisa de domínio conceitual, estratégias de ensino voltadas à faixa etária dos alunos, motivação e habilidade para transpor os conteúdos de forma envolvente e dinâmica.

A Física tem, dessa forma, papel fundamental na formação de professores e, segundo Ostermann e Moreira (1999), grande parte dos conceitos físicos é utilizada erroneamente pelos professores nas aulas de Ciências, o que contribui para um ensino frágil e debilitado no que respeita os conteúdos de Física. Muito da aprendizagem de Física no decorrer do período escolar do aluno depende da forma como esse contato inicial ocorre. Em geral, as crianças que inicialmente têm interesse e motivações para aprender ciências, vão perdendo ao longo do curso escolar a curiosidade científica inicial. Uma das razões para isto seria a incapacidade da escola de responder ao desafio de um ensino estimulante. Os professores dessas séries têm, usualmente, uma formação científica inadequada e que é colocada em segundo plano.

Para que o ensino de Ciências na educação básica incorpore as questões relacionadas ao processo de alfabetização científica e tecnológica, há a necessidade de que esse ensino seja revisto. A ciência desenvolvida nos anos iniciais não deverá negar-se a discutir conhecimentos físicos se quiser que seus estudantes aproximem-se dos conhecimentos científicos presentes do mundo. Rosa, Perez e Drum (2007) afirmam que, para isso acontecer, não basta incluir conceitos e fenômenos de Física nos currículos escolares; é necessário também incorporar à prática pedagógica atividades que permitam explorar tais conhecimentos, com base nas situações cotidianas dos estudantes.

Rosa, Perez e Drum (2007) questionam ainda: *“Como é possível aproximar os estudantes dos fenômenos naturais presentes no seu cotidiano, sendo a Física excluída desse processo? Como é possível estudar o ambiente natural no qual o ser humano está inserido sem fazer menção à Física? Como pode ser estudada a fotossíntese sem se falar em radiações, em calor? De que forma os professores explicam o processo de nutrição das plantas sem discutir o fenômeno de capilaridade?”*. Tais questões nos levam a deduzir como o ensino de Ciências está sendo desenvolvido nos anos iniciais.

A escola, que deve ter como prioridade identificar e favorecer as potencialidades de seus estudantes, de modo a explorar e desenvolver suas capacidades, acaba por privá-los do contato com a Física. A natureza investigativa, exploradora e curiosa da criança a aproxima da Física desde a etapa inicial de seu desenvolvimento (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007). Entretanto, esse processo é interrompido ao se chegar à escola, que não incentiva nem discute as situações vivenciais da criança, principalmente as relacionadas aos conhecimentos de Física.

Para justificar a ausência de discussão dos fenômenos físicos, Rosa, Perez e Drum (2007) apontam duas posições adotadas pela escola: a falta de segurança dos professores para discuti-la e a ideia de que alunos nessa idade não têm condições de compreensão. Para a autora, ao ensinar ciência às crianças não se deve preocupar com a precisão e a sistematização do conhecimento em níveis da rigorosidade do mundo científico, já que essas crianças evoluirão de modo a reconstruir seus conceitos e significados sobre os fenômenos estudados.

Cabe à escola, no momento da chegada da criança, investir para manter a curiosidade e o poder investigativo que ela traz consigo. GRALA (2006) ressalta que a própria criança se incumbe de seu papel de aprendiz quando o ambiente é estruturado,

não sendo preciso forçá-la, mas bastando oferecer estímulos para que a aprendizagem aconteça. Entretanto, o que se observa é que, a cada ano vivenciado no ambiente escolar, a criança tem a sua curiosidade e vontade de investigar diminuídas, reações substituídas pela conformidade e aceitação do mundo pronto e acabado, ao contrário do que seria o apropriado: o ensino de Ciências deveria ser o momento de alimentar a curiosidade, a observação e a investigação do aluno.

Os PCN's do Ensino Fundamental compartilham dessa premissa ao mencionarem que o ensino das ciências naturais deve permitir aos estudantes compreender o mundo e atuar como indivíduos críticos e participativos, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007).

Dentro desse contexto, o ensino da Física para as crianças favorece a construção e o desenvolvimento de atitudes científicas, pois, ao se depararem com estes conceitos, os alunos ampliam e modificam as concepções prévias daquilo que eles já entendem a respeito de Ciências.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL:

As atividades de ensino contemporâneas procuram estar fundamentadas em alguma teoria de aprendizagem que facilite o acesso do indivíduo aos novos conhecimentos que propõe. Esta proposta se baseia na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (1963) e em trabalhos posteriores.

Moreira & Masini (1982)³apud Paulo (2001), fazem uma síntese do que vem a ser a aprendizagem significativa:

“(...) é o termo usado por David Ausubel, em sua teoria cognitiva que traduz a concepção de um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. A nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se ancora em conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva de quem aprende.”

Tais conceitos pré-existentes são denominados *subsunçores* que, segundo Moreira (1997), pode ser um conceito abrangente e bem desenvolvido ou um conceito limitado e pouco desenvolvido.

Deve, entretanto, existir condições para que ocorra a aprendizagem significativa. A capacidade de que o material a ser aprendido seja relacionável com a estrutura cognitiva do aprendiz e a própria disposição do aprendiz em estabelecer relações substantivas e não arbitrárias com este material são, segundo Ausubel, essenciais para uma efetiva aprendizagem significativa (MOREIRA; 1999).

MOREIRA (2005), afirma que a mente é conservadora, isto é, aprendemos a partir do que já possuímos em nossa estrutura cognitiva. Isso denota a importância de se desenvolver a aprendizagem com base no que o aprendiz já saiba.

Há princípios programáticos que visam facilitar a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2005). Apresentar os conceitos mais gerais de um determinado conteúdo no início da instrução e, progressivamente, diferenciá-los em suas especificidades

(*diferenciação progressiva*); explorar de modo explícito as relações entre conceitos e proposições (*reconciliação integradora*); estabelecer, sempre que possível, uma sequência coerente (*organização sequencial*) entre os tópicos, ou unidades de estudo, que serão explorados e, por último, a revisão para consolidar a estabilidade dos novos significados (consolidação).

Segundo AUSUBEL (2000), a estrutura cognitiva muda com o tempo, sendo a aprendizagem significativa processual. Assim, o aprendiz adquire novas ideias genéricas por meio de experiências, vivências, por descoberta, em um processo chamado formação de conceitos, que ocorre mais frequentemente em crianças em idade pré-escolar ou por assimilação de conceitos, relacionando novos atributos recebidos a ideias já relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva, de modo não arbitrário e não literal, o que é predominante no processo de escolarização e na fase adulta.

Uma vez que uma nova informação é assimilada, tanto ela quanto o conceito subsunçor a ela relacionado já não são mais os mesmos. Ambos são modificados, ou reformulados, durante o processo de assimilação. Nessa etapa, tanto os conceitos subsunçores (A) e as informações originais (a), quanto os correspondentes reformulados (A' e a') coexistem, e são dissociáveis; pode-se dizer que em algumas situações predomina a' e em outras A', dependendo do poder explicativo de cada um frente a necessidade de compreensão e/ou explicação da mesma.

Enquanto o subsunçor e a informação relevante originais são dissociáveis, o resultado da assimilação – subsunçor e informação modificados – fazem parte de um todo. Essa etapa é denominada de fase de retenção, uma vez que a nova informação pode ser recuperada com características que a identificam e a distinguem da idéia-âncora. Simultaneamente à fase de retenção, inicia-se um processo – chamado obliteração – em que a' acaba perdendo identidade, restando apenas A'. Trata-se da assimilação obliteradora, em que à nova informação (a) resta o papel de modificar, enriquecer, reelaborar, o conceito subsunçor (A), não ficando incorporada, com identidade, na estrutura cognitiva. Pode-se dizer nesse caso, que apesar de desempenhar um papel importante no processo de assimilação, a informação (a) é “esquecida” (MOREIRA & MASINI, 1982). Contudo, não se trata de esquecimento no sentido usual do termo, pois, de alguma maneira, a nova informação está incorporada ao subsunçor.

Dois recursos em especial, são potencialmente úteis no ensino e na avaliação da aprendizagem significativa: os mapas conceituais e os diagramas V. Mapas conceituais

são diagramas hierárquicos que indicam relações entre conceitos, numa tentativa de refletir a estrutura cognitiva formada pelo aprendiz para um determinado corpo de conhecimentos, já os diagramas V (também conhecidos como Vê epistemológicos de Gowin) são instrumentos heurísticos para a análise da estrutura do processo de produção de conhecimento (MOREIRA, 2005).

3.2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA:

De forma prática, os recursos metodológicos necessários à nossa proposta devem implementar a aprendizagem significativa anteriormente descrita. Para isso, buscamos fundamentos teóricos que norteiem a prática e que estejam inseridos no domínio da aprendizagem significativa.

Baseando-se nas idéias de Postman e Weingartner (1969), Moreira (2005), propõe onze princípios ou estratégias facilitadoras que permitam ao indivíduo construir significados numa perspectiva de criticidade, “isto é, de perceber o que é relevante para a sua participação efetiva em um mundo em constante e acelerada transformação de conceitos e valores” (PAULO; 2006). Esses princípios são:

1. Princípio do conhecimento prévio. Aprender a partir do que já se sabe;
2. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas;
3. Princípio da não centralidade do livro-texto. Aprender a partir de distintos materiais didáticos;
4. Princípio do aprendiz como perceptor e representador. Aprender que somos perceptores e representadores de mundo;
5. Princípio do conhecimento como linguagem. Aprender que a linguagem esta implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade;
6. Princípio da consciência semântica. Aprender que o significado está nas pessoas e não nas palavras;
7. Princípio da aprendizagem pelo erro. Aprender que o homem aprende corrigindo seus erros;
8. Princípio da desaprendizagem. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência;

9. Princípio de incerteza do conhecimento. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para o pensar;
10. Princípio da não utilização do quadro de giz. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. Da participação ativa do aluno;
11. Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar.

Para que os professores, a quem nossa proposta é dirigida, possam atuar como agentes de educação científico-ambiental é importante, não apenas que construam de forma significativa e crítica os conceitos de complexidade, mas que sejam capazes de convertê-los em ações instrucionais ligadas às suas respectivas disciplinas. Enxergam-se então, duas dimensões intimamente ligadas à implementação deste trabalho: propor caminhos para que os professores possam refletir e, se assim decidirem, modificar o *saber* e o *fazer*.

É preciso ainda determinar quais os pressupostos para a coleta de dados e como estes serão analisados para avaliar o êxito dos objetivos delineados inicialmente, ou seja, definir a essência da pesquisa, é o que será feito a seguir.

3.3. METODOLOGIA DE MARIE CURIE:

Marie Curie foi uma das mais brilhantes cientistas que o mundo já conheceu. Nasceu em Varsóvia, Polônia (07/11/1867) onde permaneceu dedicando-se ao trabalho e aos estudos até 1890. No ano seguinte (1891), mudou-se para a França para estudar Ciências Físicas na Universidade de Paris (atualmente Sorbonne) onde permaneceu até o fim de sua vida (04/07/1934). Curie, mulher dedicada como ninguém à atividade de pesquisa, foi desbravadora dos direitos das mulheres no mundo das Ciências. Devemos a ela a descoberta da Radioatividade que teve e tem atualmente uma importância muito grande na cura do câncer por Radioterapia. Segundo Gilles, *“Marie Curie é um marco na história da ciência, um exemplo de determinação, simplicidade e sabedoria. Dedicou-se intensamente ao conhecimento científico”*.

Ousamos dizer que Curie viveu além de sua época, pois inúmeras de suas realizações continuam atualíssimas, como é o caso da sua proposta didática do Ensino

da Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental, que utilizamos como parâmetro para realizar nossas aulas experimentais. Essa proposta pauta as exigências atuais em torno do ensino de Ciências, em particular o ensino de Física. Surgiu por iniciativa de Curie e um grupo de amigos cientistas que resolveram, por certos motivos, ministrar aulas para seus próprios filhos. Era uma experiência de ensino em Cooperativa fundada entre 1907 e 1908, com duração de apenas dois anos, porém com repercussões impossíveis de cair no esquecimento. Nessa cooperativa de ensino ela se propôs a ensinar a Física mais elementar que existe a crianças que eram estimuladas a chegar às descobertas por si mesmas.

Esta mulher dedicada como ninguém à atividade de pesquisa, esta combatente de vanguarda, desbravadora de terras desconhecidas, fizera então, abandonando um pouco a linha de frente, a aposta de ensinar a Física mais elementar que existe, dirigindo-se a crianças e fazendo-as descobri-la por si mesmas.

E eis que o milagre acontece. Marie Curie, com um tubo em U na mão fala e, mais ainda, coloca ao mesmo tempo em que suscita perguntas: (*“Como se pode saber que...? O que aconteceu...? Como...? Por que...? Vocês acham o que...?”*), perguntas que são as de cada um, principalmente aquelas com que as crianças nos bombardeiam todos os dias; ela as faz suas, trazendo as crianças à resposta, em uma maiêutica que se desenvolve na observação, na experimentação e na reflexão.

Felizes crianças que fabricando um barômetro, manipulando as hastes de trigo, mas também bombas de água se iniciam naturalmente nas leis da natureza! Felizes crianças a quem se fala de uma “bela experiência” e que por si mesmas – sem que de forma alguma o fim procurado tenha sido diverti-las – *“refazem a experiência e riem”*. *“Felizes crianças que, todas, estão encantadas”*. Felizes crianças cuja inteligência e imaginação são solicitadas a cada momento.

Como não reconhecer que a acumulação dos pontos de interrogação são os pontos de partida de toda a ciência; a importância da experiência realizada pelas próprias crianças; a dialética que se estabelece então entre a experimentação e a reflexão, entre as mãos e o cérebro, entre a realidade e a imagem que dela fazemos, dialética que fundamenta toda a pesquisa – científica, histórica, sociológica... – e que as crianças realizam com tanto envolvimento pessoal, com tanta paixão e também tão naturalmente; enfim, o contato que se estabelece entre o mundo da pesquisa – e aqui em que nível, tratando-se de Marie Curie.

Eis aí o motivo de escolhermos essa proposta para ensinar Ciências, sob o ponto de vista da Física, para alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Com embasamento nessa metodologia certamente estaremos contribuindo com a educação científica que garante ao ser humano a capacidade de participar e tomar decisões sem se ater apenas à aquisição de conhecimentos científicos (teorias, conceitos, fatos...) prontos e acabados em si mesmos, mas no desenvolvimento de habilidades a partir de procedimentos científicos concretos, observados em situações reais do cotidiano que levam o aprendiz, ao longo do tempo, a chegar às suas próprias conclusões.

3.4. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SUBJACENTE À METODOLOGIA DE MARIE CURIE

Fale e eu esquecerei, mostre-me e talvez recordarei, envolva-me e aí aprenderei
(Confúcio, 950 a.C.)

Uma situação do ponto de vista pessoal é significativa, quando o indivíduo decide de forma ativa, por meio de ampliação e aprofundamento da consciência, pela sua própria elaboração e compreensão. O cognitivismo de Ausubel encaminha para o ato de construir significados ao nível da consciência, - o ato da cognição – processo através do qual o mundo de significados tem sua origem. MOREIRA M.A. (1982).

A estrutura cognitiva, através dos primeiros significados, é que dá a base, a ancoragem dos quais derivam outros significados. Segundo Ausubel, “o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”. Moreira (1982, p.87), e que resulta no armazenamento organizado de informações em sua mente. Para ele, a aprendizagem afetiva é concomitante com a cognitiva, pois, atitudes afetivas despertam para experiências cognitivas.

A aprendizagem significativa, conceito de foco dessa teoria, parte da premissa de aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aluno (o que ele já sabe) e

que junto a novas informações, estes serão modificados no processo. Aí, a disponibilidade de conceitos, idéias, proposições, possibilita a interação e predispõem o aluno à aprendizagem.

A metodologia de Marie Curie é subjacente a TASC, pelo desejo do aluno aprender, porque:

- Encontram respostas para suas perguntas;
- O material de laboratório era instigante e despertava curiosidade;
- Os alunos eram recebidos com interesse e alegria, disposição e amorosidade;
- Havia uma preocupação em partir “daquilo que o aluno já sabia”, em todas as aulas, estimulava a negociação de significados;
- Criava condições para que os alunos construíssem conceitos físicos a partir dos anos iniciais o que podia ser facilitado com aulas experimentais;
- Marie Curie aponta também, a afetividade como um estímulo importante no processo de captação de significados, de maneira que os alunos construíssem conceitos cientificamente elaborados;
- O planejamento e a execução das aulas de Marie Curie eram alinhados com uma semelhança dos princípios da TASC (Moreira).

No entanto, quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é a uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2004a).

Em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. DELINEAMENTOS METODOLÓGICOS:

Em virtude dos objetivos desta proposta acreditamos ser a pesquisa qualitativa o melhor enfoque investigativo a ser seguido. Conforme BOGDAN & BIKLEN (1994), são cinco as características da investigação qualitativa:

- 1- *Na investigação qualitativa a fonte direta dos dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal. O comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre, de modo que, sempre que possível, o investigador deve se inserir no local de estudo.*
- 2- *A investigação qualitativa é essencialmente descritiva. Busca-se analisar os dados sem reduzi-los à simbologia matemática, respeitando-se a forma em que foram registrados ou transcritos.*
- 3- *Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados dos produtos. Dissociar os processos dos resultados é deixar de verificar uma série de questões que podem revelar como os mesmos foram obtidos.*
- 4- *A análise dos dados tende a ser indutiva. As abstrações são construídas a medida que os dados são recolhidos e agrupados e não tem por objetivo confirmar hipóteses prévias.*
- 5- *O significado tem importância vital na abordagem qualitativa. A preocupação com as chamadas perspectivas participantes, isto é, o registro tão rigoroso quanto possível do modo como as pessoas interpretam os resultados.*

É pela consciência das características inerentes à investigação que se pode determinar quais as abordagens e técnicas mais adequadas. Uma vez que esta proposta visa propiciar indicativos para possíveis mudanças curriculares, procedimentais e atitudinais, e em virtude do envolvimento do pesquisador com o grupo escolhido é coerente a sua classificação como *pesquisa-ação*. Uma vez que, segundo esses autores, a pesquisa-ação tem por objetivo investigar as relações sociais e conseguir mudanças

em atitudes e comportamentos individuais. Seus traços essenciais são: análise, coleta dos dados e conceitualização dos problemas, planejamento da ação, execução e nova coleta de dados para avaliá-la, repetição desse ciclo de atividades. Há muitas correntes de pesquisa-ação, no entanto, em todas elas é garantido um plano de ação baseado em objetivos, em um processo de acompanhamento e controle da ação planejada e no relato concomitante desse processo. Embora seu objetivo central consista em melhorar a prática em vez de gerar conhecimentos, entende-se que no âmbito desta pesquisa a construção de novos conhecimentos depende intimamente da compreensão do processo de mudanças pessoais a partir da reflexão-ação, o que possibilita o reconhecimento da realidade que se enfrenta na prática educativa em seu caráter concreto e sua engenhosa complexidade. A pesquisa-ação sinaliza para a solução da questão da relação entre teoria e prática, tal como percebem os professores.

A seguir será apresentado o desenho inicial do que foi planejado para o desenvolvimento do trabalho.

4.2. PLANO DE AÇÃO/ CONTEXTO DA PESQUISA:

Para verificar a viabilidade da inserção do ensino da Física (conceitos preliminares) nos anos iniciais do Ensino Fundamental, baseados na metodologia de Marie Curie, busquei um estabelecimento de ensino que contemplasse, ao mesmo tempo, a segunda etapa do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano) e os três anos do Ensino Médio. Sob este critério, as escolas da rede particular de ensino mostraram-se mais indicadas, uma vez que as instituições escolares públicas municipais e estaduais tendem a optar por uma ou outra das etapas citadas. Uma grande escola particular desta capital me chamou a atenção, não somente pelos vínculos anteriores, mas principalmente pela intensa formação continuada propiciada pela instituição ao seu corpo docente, em especial no que se refere à elaboração de atividades com base na teoria da Aprendizagem Significativa. A experiência prévia desses professores com a TAS poderia favorecer a exteriorização e análise dos significados atribuídos pelos professores no desenvolvimento deste trabalho.

A referida instituição possui uma clientela de mais de 3.000 (três mil) alunos, instalações adequadas para seminários, recursos multimídia, laboratórios bem montados

e uma equipe de professores com larga experiência em ensino. Também é válido mencionar que a mesma é referência centenária em educação no estado.

Foi definido com a Direção da escola e com a Coordenação Pedagógica dos anos iniciais do Ensino Fundamental que o momento de formação continuada para os professores seria realizado numa sequência de dois encontros com três horas de duração cada. As datas foram planejadas conforme especificações a seguir:

- **1º encontro:** realizou-se em dezembro/ 2011, na ocasião do Planejamento Anual/ 2012;
- **2º encontro:** realizou-se no início de fevereiro/ 2012, data que antecede o início do ano letivo, no momento específico da Semana Pedagógica/ 2012.

Para efetivação do trabalho, eu (pesquisadora) assumi uma postura de professor-mediador da aprendizagem, promovendo efetiva interação do professor com o material didático.

Pretendi apurar, concomitantemente à transposição didática, a presença de subsunções sobre os temas em questão; *a posteriori* foram investigadas as concepções e captação de significados pelos professores envolvidos.

A verificação da aprendizagem foi feita utilizando atividades com potencialidade para as que foram aplicadas aos alunos no decorrer das aulas ministradas no laboratório da escola.

Pela descrição e registro dos dados obtidos nos processos citados fiz a análise:

- I. Da aplicabilidade do material elaborado;
- II. Da eficiência das técnicas utilizadas durante a transposição didática;
- III. Da percepção e aceitação dos conceitos selecionados;
- IV. Da capacitação de contextualização dos conceitos por parte dos professores;
- V. Da percepção e aceitação de uma metodologia de aprendizagem (Marie Curie);
- VI. Do potencial de inserção dos tópicos de Física no currículo das componentes curriculares envolvidas.

Durante o primeiro encontro, o grupo participante foi de 24 professores, responsáveis pelos encargos didáticos de todas as disciplinas (áreas) correspondentes do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Contamos também com a participação da coordenação pedagógica e da orientação educacional responsáveis pelas turmas relacionadas.

Para implementação desse encontro elaborei um material didático que adaptou os tópicos relacionados a Ciências da Natureza (Física) nos anos iniciais do Ensino Fundamental, com o seguinte tema (título): ***“Ensino de Física nos anos iniciais: uma proposta subjacente à metodologia da Prêmio Nobel em Física Marie Curie”***.

Esse material integra apresentações multimídia (slides...) que sintetizam os conceitos e propiciam a discussão e reflexão dos temas.

O estudo proposto para este primeiro encontro teve como objetivo propor e analisar estratégias de ensino-aprendizagem que possibilitassem a formação e a compreensão dos conceitos de Física, de modo a elucidar a importância e a necessidade de tais conceitos na vida cotidiana dos alunos, como:

- Auxiliar os alunos a desenvolver a capacidade de investigação física através da observação e interpretação de fenômenos físicos;
- Desenvolver, com os alunos, estratégias de ensino-aprendizagem que possibilitem destacar a importância e a necessidade de aprender os conceitos de Física logo nos anos iniciais do Ensino Fundamental;
- Avaliar como os alunos interagem com os conhecimentos científicos, sua forma de compreensão e aceitação;
- Contemplar conteúdos que envolvam conhecimentos científicos (Física), como forma de capacitar os docentes nas suas ações pedagógicas e na sua formação continuada.

O desenvolvimento do primeiro encontro ocorreu de forma dinâmica numa perspectiva dialógica, com auxílio de slides (anexo IV), onde foram abordados tópicos que envolvem a metodologia de Marie Curie e como seriam desenvolvidos com os alunos dos anos iniciais do ensino fundamental da escola. As discussões foram interessantes e voltadas com muito dinamismo para o conhecimento produzido no

mundo científico, e como transformá-lo, com adaptação para os níveis de compreensão dos alunos dos anos iniciais.

Concluímos o encontro concordando com o que a autora ROSA *et. al* (2003) afirma, que “ *convivemos diariamente com os artefatos advindos dos resultados dos avanços científicos e tecnológicos, os quais estabelecem, inclusive, mudanças em nossos valores sociais. Diante disso, consideramos ser imprescindível que todos os indivíduos da sociedade entendam, discutam, reflitam e se posicionem sobre questões oriundas desses avanços e suas prováveis consequências para a vida de todos*”. É no contexto esboçado neste parágrafo que fundamentamos nossas discussões e encerramos o encontro, unânimes de que é fundamental ensinar Física desde os anos iniciais, para não correr o risco de estar privando nosso aluno de participar de forma crítica e atuante no mundo em que está inserido.

O segundo encontro foi um trabalho intenso, realizado na Semana Pedagógica/ 2012 (03/02), especificamente com as professoras da área da Ciência da Natureza do 5º ano do Ensino Fundamental. Atuamos na elaboração do planejamento relacionado à parte do 1º bimestre, ou seja, os conteúdos que foram ministrados nos meses de fevereiro a março, tanto para as aulas teóricas como para as experiências.

Os conteúdos selecionados para a pesquisa foram “Matéria e Energia”.

Baseados nesta observação que planejamos as aulas experienciais, ministradas no laboratório da escola para os alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, formado por 08 (oito) turmas, sendo quatro em cada turno, matutino e vespertino, num total de 196 alunos.

Acompanhe a seguir o planejamento das aulas.

Reconhecer a matéria:

- Matéria/ volume/ densidade;
- Tipos de matéria;
- Medindo o volume (experiência – 3 horas por turma);
- Comparação da densidade (água e sal – experiência – 3 horas por turma).

Energia e suas formas:

- Formas de energia;
- As transformações da energia;

- “Aconteceu uma transformação química?” (experiência – 3 horas por turma).

Nesta fundamentação teórica foram inseridos alguns aspectos de conceitos científicos no ensino da Física (ciências da natureza) e a sua importância no desenvolvimento de atividades práticas/ experimentais, que foram realizadas no laboratório da escola particular, onde foi realizada a pesquisa de campo.

Concordamos com CARVALHO *et. al* (1998) quando dizem que os alunos dos anos iniciais são capazes de superar as expectativas dos professores. Além das observações e descrição dos fenômenos, eles são capazes de refletir e buscar explicações quando as aulas de Ciências são adequadamente planejadas para despertar suas curiosidades e seus interesses.

Matéria e Energia (1º Aula):

Objetivos:

- Compreender o que é matéria;
- Conhecer algumas características da matéria;
- Compreender que as características específicas podem determinar o uso dos materiais;
- Entender o que é densidade;
- Compreender que a energia pode mudar de forma;
- Compreender que a interação entre matéria e energia provoca transformação na matéria;
- Reconhecer que há dois tipos de transformações: A física e a química.

Desenvolvimento:

Reconhecer a matéria:

Olhando ao redor, podemos observar uma grande quantidade de matéria. Por ex.: as construções, as plantas, o ar, a água, os animais, os materiais escolares são feitos de matéria. Existem características que são comuns a toda matéria, como ter massa e

volume.

A massa está relacionada com a quantidade de matéria de um objeto. Ela é medida com o uso de balança e pode ser medida em quilograma (Kg). Por ex.: um livro possui maior massa do que um lápis.

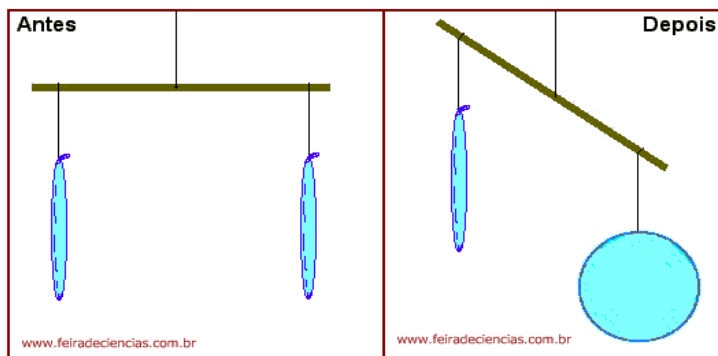


Figura 1 – Método para medir a quantidade de massa de balões

Outro ex.: O ar possui massa. O balão cheio de ar tem mais massa do que o balão vazio.



Figura 2 – Garrafa própria para comprovar a existência do ar (massa)

Outro ex.: O óleo não entra na garrafa porque o ar está ocupando todo o espaço disponível. Com isso percebemos que o ar é matéria, pois tem massa e ocupa lugar no espaço.

O volume está relacionado com o espaço que um corpo ocupa.



Figura 3 – Bolas maior/menor para comparar a quantidade de volume

Por ex.: O volume da bola de futebol é maior que o volume da bola de tênis.

Os tipos de matéria:

O que diferencia os tipos de matéria são suas características específicas, que podem ser, por ex., resistência, flexibilidade, elasticidade, transparência, entre outras. Essas características definem o que chamamos de material, que são utilizados de acordo com suas características específicas.

Ex.: Borracha – Pneu, não é adequada para construir parede.

Ex. (Flexibilidade): papel (dobrado facilmente).

Ex. (Elasticidade): Materiais elásticos podem ser deformados e depois voltar à forma original.

Experiência: “Medindo o Volume”:

Iniciei a atividade contando aos alunos a história de Arquimedes com a coroa do Rei Hieron.

Podemos medir o volume de um corpo utilizando a proveta (um copo medidor) com água. Isso é possível, pois, ao colocá-lo no interior da proveta, o corpo “empurra” o líquido, ocupando seu lugar. A quantidade de líquido deslocado é igual ao volume do corpo.

O que você vai fazer:

Usar uma proveta para medir o volume de duas pedras de tamanhos diferentes.

Materiais:

- 2 pedras de tamanhos diferentes;
- 1 proveta (ou copo medidor) de 500 mililitros;
- Água.

Como você vai fazer:

- I. Coloque água na proveta até a marca de 200 ml. Esse é o volume inicial;
- II. Coloque cuidadosamente uma pedra na proveta;
- III. Verifique o nível da água na proveta, depois que a pedra foi colocada. Esse é o volume final e assim sucessivamente com as demais pedras.
- IV. Com o volume inicial menos o volume final, é possível calcular o volume da pedra. É só fazer a conta;

Ex.: Cálculo de outros volumes.

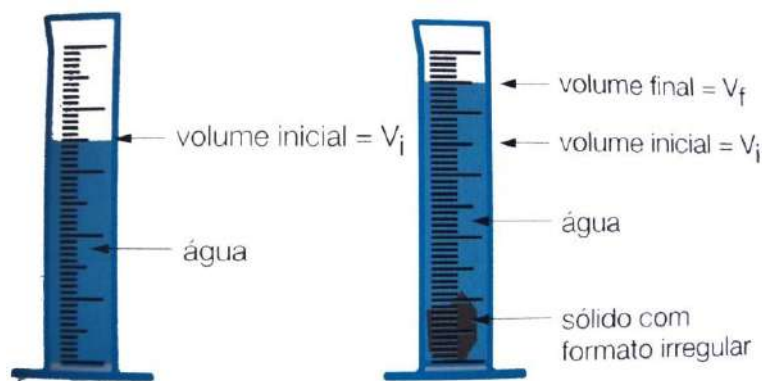


Figura 4 – Provetas para fazer o cálculo de volumes

Densidade (2ª Aula):

Densidade de um material é o resultado da divisão de sua massa pelo volume ocupado por ele. Cada material tem uma densidade diferente. Conhecendo a densidade dos materiais, podemos saber se ele afunda ou boia em contato com outro.

Ex.: A cortiça flutua na água, pois é menos densa que ela. O ferro afunda na água, uma vez que é mais denso que ela.

Experiência: Comparar a densidade da água pura e da água com sal:

Iniciar pedindo que os alunos escrevam o que eles imaginam que vai acontecer com o ovo em cada um dos copos. (até 4 linhas).

Materiais:

- 1 ovo cru;
- 2 copos transparentes;
- Água;
- Sal.

O que você vai fazer:

- I. Encha os três copos com a mesma quantidade de água. A quantidade de água deve ser suficiente para cobrir bem um ovo;
- II. Em um dos copos, adicione 3 colheres de sal e mexa bem até dissolver;
- III. Coloque um ovo dentro do copo com água e observe o que acontece;
- IV. Retire cuidadosamente o ovo do primeiro copo e coloque-o no copo que contém água com sal. O que acontece?

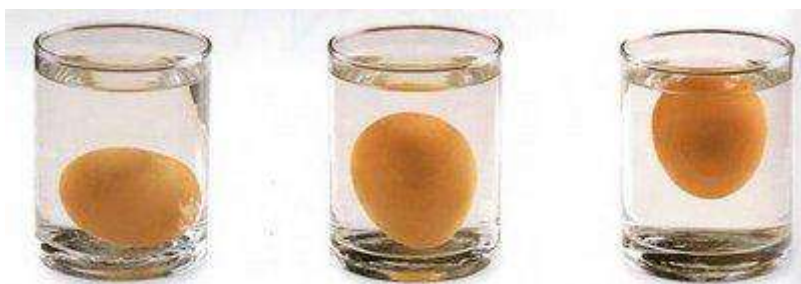


Figura 5– Copos com água pura/ água salgada para medir a densidade do ovo

Atividades: Os alunos desenharam e, também, escreveram o que aconteceu, com a mudança no comportamento do ovo de um copo para o outro.

Energia e suas formas (3º Aula):**Objetivos:**

- Conhecer o que é energia;

- Identificar diferentes formas de energia;
- Compreender que a energia pode mudar de forma.

“O que é energia, suas formas e transformações”:

Assim como a matéria, a energia está presente em nosso dia a dia. Ela é responsável pelo funcionamento de tudo o que existe. Ao contrário da matéria, ela não possui massa nem volume. A energia pode ser encontrada em diferentes formas e sua principal característica é estar em constante transformação.

Ex.: a energia química presente nos alimentos é liberada no organismo por meio da digestão e é aproveitada para a realização de todas as nossas atividades. Essa energia é medida na unidade denominada caloria. Os carboidratos e as gorduras são alimentos que fornecem grande quantidade de energia. Ex.: No jogo de futebol, a energia química dos alimentos que ingerimos é transformada em energia mecânica usada para realizar os movimentos (Um hambúrguer com maionese, batata frita mais um copo de refrigerante fornece calorias suficiente para jogar durante 1 hora ou pedalar de bicicleta por 1 hora e meia).

As calorias ingeridas e não utilizadas pelo corpo se acumulam na forma de gordura.

As formas de energia:

As formas de energia mais presentes no nosso dia a dia são:

- Energia luminosa: Energia da luz;
- Energia sonora: Energia do som;
- Energia química: Energia presente nos combustíveis e nos alimentos;
- Energia elétrica: Energia das pilhas e através das tomadas;
- Energia térmica: Energia que passa entre os corpos que têm diferentes temperaturas;
- Energia mecânica: Energia dos corpos em movimentos.

Experiência:

Energia elétrica da pilha é transmitida pelos fios. A lâmpada transforma a energia elétrica em energia luminosa e energia térmica.



Figura 6 – Lâmpada (energia elétrica, luminosa e térmica)

As transformações da energia:

Tudo o que acontece à nossa volta envolve transformações de energia. Quando ligamos a televisão, a energia elétrica é transformada em energia sonora e luminosa. A energia presente na madeira se transforma em energia luminosa e energia térmica quando acendemos uma fogueira.

A matéria se transforma:

Objetivos:

- Compreender que a interação entre matéria e energia provoca transformações na matéria;
- Reconhecer que há dois tipos de transformação: a física e a química.

Transformações físicas da matéria:

As transformações em que o tipo de matéria não muda são chamadas de transformações físicas (altera apenas a forma e a aparência da matéria, mas não altera suas propriedades).

- Ação do calor do sol sobre as rochas faz com que elas sofram mudanças em sua temperatura, mas o tipo de matéria permanece o mesmo;
- Uma folha de papel ao ser rasgada sofre uma transformação, mas cada um dos pedaços tem a mesma propriedade da folha inteira;
- Outro exemplo:
- Transformação dos estados físicos da água: SÓLIDO – LÍQUIDO – GASOSO.

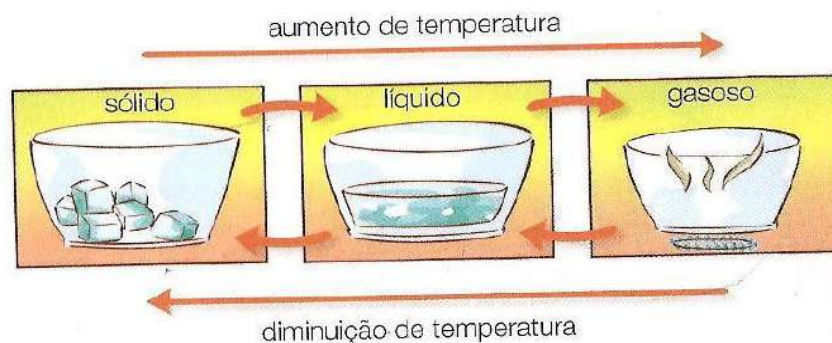


Figura 7 – Estados físicos da água

Transformações químicas da matéria:

Quando um material se transforma em outro, seja por ação da energia, seja por meio do contato em outro material, dizemos que ocorreu uma transformação química (altera as espécies de matérias envolvidas).

Ex.:

- Uma folha de papel, se queima, provoca uma transformação química, pois o tipo de matéria muda depois de ser queimado;
- Um objeto de ferro, em contato com o ar e a chuva, enferruja;
- A massa ao ser assada, muda suas características.

Experiência: “Aconteceu uma transformação química?”:

Existem algumas evidências que nos mostram se um material sofre esse tipo de transformação. Entre elas estão a mudança de cor e a emissão de gases.

O que você vai fazer?

Identificar a ocorrência de transformação química.

Materiais:

- 3 copos de plástico transparente;
- 1 palito de sorvete;
- 1 colher de chá;
- 1 colher de sopa;
- 1 conta-gotas;
- Vinagre;
- Bicarbonato de sódio;
- Suco de limão;
- Suco de repolho roxo;
- Gesso em pó;
- Água.

Como você vai fazer:

- I. Marque os copos com etiquetas, numerando-os de 1 a 3;
- II. No copo 1, coloque 1 colher de chá de bicarbonato de sódio;
- III. No copo 2, coloque 2 colheres de sopa de suco de limão;
- IV. No copo 3, coloque 2 colheres de sopa de pó de gesso;
- V. Coloque 2 colheres de sopa de vinagre no copo 1. Observe o que acontece...
“produção de gases”;
- VI. Coloque 5 gotas de suco de repolho roxo, no copo 2. Observe o que acontece...
“mudança de cor”;
- VII. Coloque 4 colheres de sopa de água no copo 3 e misture bem com o palito de sorvete. Coloque as mãos em torno de copo. Observe o que acontece...
“mudança de temperatura”;



Figura 8 – Copos: identificação de ocorrência de transformação química

Atividades: Foram desenvolvidas várias atividades significativas para que os alunos desenvolvessem com mais clareza seus subsunçores sobre as transformações químicas/físicas.

5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Levando-se em consideração a importância de se trabalhar desde cedo com os conceitos científicos, desenvolvi em uma escola particular de Cuiabá – MT, no 5º ano do Ensino Fundamental, com alunos de idades entre 9 e 10 anos (durante os meses de fevereiro e março do ano letivo de 2012) uma proposta diferente para o ensino de Ciências. O objetivo principal foi criar uma oportunidade de as crianças discutirem assuntos científicos, principalmente, aqueles relacionados a conceitos físicos, a fim de se analisar qual seria a relação entre elas e esses conceitos e se, realmente, conseguiam assimilar tais conteúdos mesmo estando em idade precoce para a abstração de determinados conceitos.

Procurei organizar as atividades dentro dos conteúdos programáticos para aquele bimestre e, para abstrair a possibilidade de inserção de conceitos físicos desde os anos iniciais, utilizei atividades em que as crianças puderam agir sobre os materiais do laboratório, testando suas hipóteses e formulando suas explicações sobre o tema estudado, para ampliarem, dessa forma, seus conhecimentos sobre fenômenos naturais e para melhorarem sua maneira de ver o mundo. Procurei valorizar o conhecimento prévio que os alunos tinham sobre os assuntos discutidos.

Todas as atividades propostas foram trabalhadas em sala de aula e, principalmente, laboratório da escola particular; quando necessário, os alunos eram divididos em grupos para facilitar o trabalho das experiências realizadas.

Em todas as atividades propostas, os alunos foram levados a adquirir conceitos físicos que estão presentes no dia-a-dia, aproximando-os assim do conhecimento científico, modificando sua forma de pensar e de comunicar. Embora ainda em fase precoce, conseguiram organizar seus pensamentos e chegaram a dar explicações coerentes a respeito do fato observado.

Durante o desenvolvimento das atividades experienciais até a sua conclusão, pode-se observar o interesse de cada grupo sobre o resultado final. As crianças eram motivadas pela curiosidade e suas indagações. Seus conceitos espontâneos contribuíram para a abstração do fenômeno estudado, permitindo que elas próprias tirassem suas conclusões. É nesse viés que este tipo de atividade ganha significado, pois promove o desenvolvimento de atividades de comportamento investigativo e reflexivo, como preconiza os princípios da TAS/ TASC, partindo dos conhecimentos prévios de cada aluno.

Os materiais escolhidos apresentam características lógicas e psicológicas, tornando-os potencialmente significativos.



Figura 9 – Grupo de alunos do 5º ano: observação e interesse nas aulas experimentais.

Fonte: autoria própria



Figura 10 – Experiência: “Medindo o volume”.
Fonte: autoria própria

1ª ATIVIDADE: “RECONHECENDO A MATÉRIA”

Ao ser discutido o tema “Matéria”, que é um tema presente na grade curricular deste ano escolar, e para melhor compreender as características comuns da matéria, foi interessante fazer diversas medições de massa e volume de diferentes objetos e, através deste e de outros exemplos, foi se trabalhando os conceitos de matéria, massa, volume e tipos de matéria, e suas importâncias no dia-a-dia de cada um. Expliquei com exemplo, a distinção entre massa e peso, onde podemos dizer que o peso de um corpo é o resultado da atração da gravidade sobre esse corpo (força), enquanto massa de um corpo é a quantidade de matéria desse corpo.

Foram feitas várias experiências, entre elas, comprovando que o ar possui massa. O balão cheio de ar tem mais massa do que o balão vazio. Outra experiência foi usando o óleo, que não entrou na garrafa porque o ar estava ocupando todo o espaço disponível. Com isso, os alunos perceberam que o ar é matéria, pois tem massa e ocupa lugar no espaço.



Figura 11 – Experiência: “Comprovando que o ar possui massa”.

Fonte: autoria própria

Foi desenvolvida pelos alunos uma atividade de escrita em que os mesmos explicaram com suas palavras o que entenderam (conceito) sobre as características comuns da matéria – massa e volume -, como eles são medidos e os materiais que são usados para medi-los (ou seja, os instrumentos/ unidade de medida).

Para desenvolver esta atividade, levei em consideração o que AUSUBEL (2001) propõe:

[...] a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico pré-existente na estrutura cognitiva do aluno...

A atividade 1, sobre “Reconhecer a matéria” está no anexo 1. Registramos os resultados desta atividade: na questão 1, o aluno escreveu o que entendeu sobre massa e volume, conforme se seguiu:

Massa

- * - Conceito (proposição)
- ** - Instrumento de medida
- *** - Unidade

C (correto) – É a quantidade de matéria de um objeto*.

Ele é medido com o uso da balança **/e. Pode ser medido em quilograma. *** PC (parcialmente correto) – Aquele comparado a <u>C</u> falta alguma coisa. E (errada) – Totalmente errada.
Volume C – Relacionada ao espaço que um corpo ocupa. Para ex. uma bola de futebol ocupa mais espaço que uma bola de tênis PC – Não traz exemplo E – Errada.

A tabela abaixo relaciona os resultados de oito turmas do 5º ano do Ensino Fundamental:

Série Turma	Nº de Alunos	Massa			Volume		
		C	PC	E	C	PC	E
5º A	25	2	22	1	1	22	2
5º B	27	5	20	2	8	17	2
5º C	27	2	24	1	1	22	4
5º D	27	2	21	4	2	25	0
5º E	24	1	19	4	2	18	4
5º F	22	2	17	3	0	18	4
5º G	22	0	20	2	2	18	2
5º H	22	1	16	5	1	16	5
Total	196	15	159	22	17	156	23

Tabela 1 – Resultado da atividade significativa (avaliação) referente à massa e volume

Na questão 2, os alunos citaram qual a massa dos blocos “A” e “B”, visto que, são feitos de materiais diferentes e possuem o mesmo volume, e o questionamento foi qual dos dois tem a maior densidade. As respostas foram reveladoras, pois relacionaram o conceito de densidade proporcional à quantidade de massa.

Percebeu-se que o resultado desta atividade segundo MOREIRA (1997), quando uma nova informação se ancora em conceitos relevantes pré-existent na estrutura cognitiva de quem aprende, consideramos uma aprendizagem significativa.

O cálculo desta questão tem como objetivo introduzir o conceito de densidade, que foi mencionado sutilmente. Observou-se que a experiência da atividade 2 permitiu aos alunos compreenderem posteriormente o que é densidade, conforme se observa na tabela a seguir.

Série/ Turma	Nº. de alunos	Comparação Densidade (%)
5ª A	25	99%
5ª B	27	98%
5ª C	27	95%
5ª D	27	96%
5ª E	24	98%
5ª F	22	98%
5ª G	22	97%
5ª H	22	96%
Total	196	—

Tabela 2 – Resultado da atividade significativa (avaliação) referente à comparação de densidade

Na questão 3, foi solicitado o cálculo do volume de pedras entregues em cada grupo. Observou-se que os alunos deveriam relembrar o cálculo: volume final menos o volume inicial = o volume da pedra.

A experiência de Arquimedes foi contada a título de Organizador Prévio. Em seguida, a experiência da variação do volume da pedra foi realizada, colaborando com a experiência de Arquimedes.



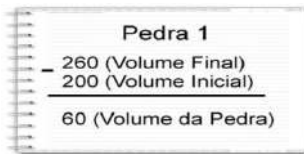
Figura 12 - Experiência: “A variação do volume de pedras”.

Fonte: autoria própria

O quadro que se segue fornece uma síntese da dinâmica de uma aula no laboratório, escolhida aleatoriamente, sobre o conceito de **matéria**, elaborado a partir das notas de campo. É possível perceber a aplicação/ emergência dos princípios norteadores da Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica.

Quadro 1: Matéria - Reconhecer a matéria

Professora	Alunos	Considerações sobre a dinâmica	Princípios TASC
O que mais chamou atenção de vocês sobre esse assunto?	O que é este tubo? O que tem dentro dele? É água?	Curiosidade e entusiasmo dos alunos com as provetas que se encontravam em cima da mesa deles que seriam usadas nas experiências dessa aula, sobrepoem a necessidade de responder a pergunta da professora sobre o tema	P1/P2/P3/P4
Ótimo, estou gostando do interesse de vocês, mas agora vamos pensar juntos no assunto sobre Matéria e, repito, o que mais chamou a atenção de vocês sobre esse assunto?	Matéria, volume, massa e densidade Tudo o que ocupa espaço	A professora insiste em fazê-los externalizar os significados que já captaram sobre o tema	P1/P2/P3/P4/P5
Fechem os olhinhos e lembrem-se de tudo o que a gente vê quando vem para a escola... o que vemos em nossa casa, na sala de aula. Tudo isso é mesmo o quê?	Matéria.	Escreve no quadro: <u>MATÉRIA</u> - mostrando a importância do conceito para aquela aula	P1/P3/P4/P6
Ela tem duas características comuns, vamos pensar... Podem responder? Pegou emprestado o livro e o lápis de uma aluna e provoca: será que tem a mesma massa?...	Professora, então a massa e o volume variam de objeto para objeto?	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.	P2/P3/P4/P5/P9
Você é um gênio, mas o que é massa?	Quilograma, peso Massa é o peso.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo	P3/P4/P5/P8/P10
Pode ser, está envolvido, mas vamos pensar, eu sei que vocês sabem	É a quantidade de matéria de um objeto.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo	P2/P3/P4/P5/P7/P10/P11
Acrescenta ainda: Com o uso da balança e pode ser medida em quilograma. Apresentou aos alunos alguns exemplos de balanças: a <u>manual</u> e a <u>digital</u> . A balança manual é mais antiga, usamos dois pratos, um com os pesos e, no outro prato o objeto (matéria) que queremos pesar, a digital é a que mais usamos hoje, estão presentes nos supermercados para pesar verduras...	Silêncio prevalecendo, atenção e fazem comentários entre eles.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo	P2/P3/P4/P7/P10 P11

frutas, no açougue, padaria e outros.			
Foi pesado um balão vazio e outro que um aluno <u>encheu</u> , e a professora perguntou qual tinha mais matéria? Muito bem, então o ar que encheu o balão é matéria? Surgiu aí, uma grande discussão e a turma ficou dividida se realmente o ar é matéria, e foi demonstrado pela Derli novamente o balão vazio e o balão cheio de ar, como também chamou atenção para outro exemplo: Observem aqui um “erlenmeyer” (com um funil lacrado – vedado). O líquido com corante (poderia ser óleo ou outros líquidos) não escorre para dentro do recipiente, provando que o ar está ocupando todo o espaço do recipiente.	Alunos vibraram. Houve uma euforia, pois comprovaram que realmente o ar é matéria, tem massa e ocupa lugar no espaço.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P7/P10 P11
Então minhas crianças, o que entenderam sobre volume?	É tudo o que ocupa espaço...	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P5/P6/ P7/P10/P11
Sim, é tudo o que ocupa espaço; chama atenção de todos os alunos e pergunta vamos pensar juntos... Pegou a bola de futebol e entregou a um aluno e também passou uma bola de ping-pong a outro e, perguntou, qual das bolas tem mais volume?	É a bola de futebol, é maior e por isso tem mais volume, foi o que responderam. Que beleza...	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P5/P6/ P7/P10/P11
Vocês são maravilhosos, pensaram legal, então vamos fazer uma experiência “ <u>medindo o volume</u> ”. Vamos lá. Iniciou a atividade contando aos alunos a história de Arquimedes com a coroa do Rei Heirão II	Que nomes esquisitos desses homens. Professora, como medimos o volume de um objeto? Professora, cite um exemplo, para entender melhor.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo. Eles ficam muito atentos a história que a professora conta.	P2/P3/P4/P5/P6/ P7/P10
Podemos medir o volume de um corpo utilizando a proveta (que está aí na frente de vocês) com água. Isso é possível, pois ao colocar uma pedra, ou outro objeto no interior da proveta, a pedra “empurra” o líquido, ocupando seu lugar. A quantidade de líquido deslocado é igual ao volume da pedra.	Fizeram o cálculo: 	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.	P2/P3/P4/P5/P6/ P7/P10/P11

2ª ATIVIDADE: “DENSIDADE”

Para facilitar a compreensão da atividade 2, trabalhou-se com a densidade dos materiais, sabendo-se se ele afunda ou boia em um líquido. A densidade de um material é o resultado da divisão de sua massa pelo volume ocupado por ele. Exemplos:

- O ar dentro de uma boia é menos denso do que a água, por isso flutua;
- A cortiça, da mesma forma, é menos densa que a água, por isso flutua;
- O chumbo afunda na água, uma vez que é mais denso que ela.

Foi feita a comparação da água e da água com sal. Usaram-se os seguintes materiais por equipe:

- 01 ovo cru;
- 02 copos transparentes;
- Água;
- Sal.

Como fizemos:

- 1- Enchemos os dois copos com a mesma quantidade de água. A quantidade de água foi suficiente para cobrir bem um ovo;
- 2- Em um dos copos foram adicionadas 3 colheres de sal, sendo bem dissolvido (mexido);
- 3- Foi colocado um ovo dentro do copo com água e observou-se que o mesmo foi mais denso que a água, pois afundou;
- 4- Retiramos o ovo com cuidado do primeiro copo e o colocamos no copo que continha a água com o sal.

O que aconteceu?

Os alunos vibraram, bateram palmas, foi um momento de alegria e aprendizagem. Eles entenderam a densidade da água e da água com sal; as respostas que os mesmos foram pronunciando em relação à experiência: *“Na primeira situação, o ovo afundou por ter densidade maior que a da água pura. Na segunda situação, o sal fez*

com que a densidade da água aumentasse. Dessa forma, o ovo passou a ter densidade menor do que a água com sal, e por isso boiou”.

Nesta atividade, ocorreu o que MOREIRA (2005) propôs nos princípios ou estratégias facilitadoras, especificamente no 2º Princípio da Interação Social e do questionamento, que se ensina/ aprende perguntas ao invés de respostas.



Figura 13 – Experiência “A mudança do comportamento do ovo (densidade) em relação à água pura/ água salgada”. Fonte: autoria própria



Figura 14 – Experiência “A mudança do comportamento do ovo (densidade) em relação à água pura/ água salgada”. Fonte: autoria própria

Foi elaborada uma sequência de atividades que permitissem aos alunos refletir sobre as relações entre a densidade e a capacidade de flutuação. Eis algumas respostas dadas por alguns:

“- O sal ficou mais denso que o ovo”.

“- A água com o sal fez o ovo ficar denso”.

“- O sal é mais denso que a água”.

“- O ovo é menos denso que o sal”.

Outra questão que os alunos responderam por escrito foi o resultado da experiência que os mesmos desenvolveram com a água pura, a água salgada e o ovo.

Eles fizeram a experiência (no laboratório) e a atividade escrita (está no anexo 2) foi aplicada uma semana após; vejam o resultado.

Foram criadas categorias a partir das respostas dos alunos que permitiram analisar o processo de conceitualização da densidade, que ocorreu na mudança de comportamento do ovo de um copo para o outro. Foram consideradas três alternativas de respostas, sendo:

- **C (correta):** “Porque a água salgada ficou mais densa que o ovo”.
- **PC (parcialmente correta):** “Porque a água é mais densa que o ovo”.
- **E (errada):** “Porque o sal é mais denso que o ovo”.

A tabela 03 mostra o resultado da análise oriunda da categorização.

Série/ Turma	Nº. de alunos	Densidade		
		C	PC	E
5ª A	25	17	5	3
5ª B	27	11	15	1
5ª C	27	10	15	2
5ª D	27	9	18	0
5ª E	24	11	13	0
5ª F	22	7	14	1
5ª G	22	3	16	3
5ª H	22	2	15	5
Total	196	70	111	15

Tabela 3 – Resultado da atividade significativa (avaliação) referente à densidade

O quadro que se segue fornece uma síntese da dinâmica da aula no laboratório sobre o conceito de densidade elaborado a partir das notas de campo. É possível perceber a aplicação/ emergência dos princípios norteadores da Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica

Quadro 2: Densidade - Caracterizar a matéria

Professora	Alunos	Considerações sobre a dinâmica	Princípios TASC
Que alegria podermos nos encontrar pela 2ª vez aqui no laboratório de Física, acredito que hoje vocês estarão mais pensantes. Vamos recapitular um pouquinho a última aula que tivemos aqui no laboratório. Sobre o que falamos muito mesmo?	Matéria... massa, volume e densidade Tudo que nos rodeia. Está relacionada a quantidade de matéria em cada objeto e é medida com o uso de balança (Kg).	Alunos bem dispostos a conversar, alguns poucos dispersos...	P1/P2/P3/P4/P5/P6/P10/P11
Parabéns, sabe... acredito que futuramente muitos de vocês serão cientistas.	Muitos confirmaram o desejo de serem pesquisadores cientistas.	Aula desenrolou com muita curiosidade e conversa.	P1/P2/P3/P4/P5/P6/P10/P11
Foi revisado sobre <u>volume</u> e relembrando a experiência da medição de volume e a história de “Arquimedes”...	Muitos alunos repetiram com suas palavras a experiência (proveta mais pedra) e a história de Arquimedes. Volume inicial e volume final e a diferença resulta no volume do objeto (pedra ou outro que queremos).	Aula desenrolou com muita curiosidade e conversa.	P1/P2/P3/P4/P5/P6/P10/P11
Sobre o assunto de hoje, falaremos sobre densidade. Mas afinal o que vocês sabem sobre densidade? Vamos fechar o caderno... e vamos pensar sobre o assunto densidade.	Densidade está relacionada a massa e o volume... Professora, todos os materiais tem a mesma densidade?	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual começa a prevalecer..	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P9/P10/P11
Não, cada material tem uma densidade diferente.	Professora, então usamos as	Neste momento, os alunos já estavam mais	P3/P4/P5/P7/P9/P

Muito bem, inclusive a densidade de um material é o resultado da divisão de sua massa pelo volume ocupada por ele, quanto menos volume, mais densidade a matéria tem. É por este motivo que, podemos saber se eles <u>afundam</u> ou <u>boiam</u> em contato com outro.	palavras <u>mais densa</u> , quando o objeto afunda e <u>menos densa</u> quando <u>flutua</u> .	focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo	10
Observem aqui, temos uma cortiça (rolha) e uma bolita de chumbo. Vamos fazer uma experiência. Vou colocar a rolha em uma vasilha com água, logo ela flutuou, então digo: a rolha é <u>menos</u> densa que a água. Em seguida coloco a bolita (chumbo) no recipiente de água, logo ela <u>afundou</u> , então percebi que a bolita é mais densa que a água. (Demonstração).	Os alunos estão atentos.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo	P2/P3/P4/P7/ P10/P11
Muito bem, agora vamos ver outros exemplos: Se eu pegar óleo e água, qual vai ser mais denso?	Alguns respondem:óleo, outros parecem ficar em dúvida.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo	P2/P3/P4/P7/P10 P11
Se em casa, eu deixar uma gotinha de óleo cair na água, ela afunda?	Flutua!	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P5/P7/P 10/P11
Então o óleo é menos denso que a água.	É por isso que eu e minha irmã quando cozinhamos macarrão e colocamos algumas gotas de óleo, ele flutuava.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P5/P6/P 7/P10/P11
Sim, o óleo auxiliará o macarrão ficar soltinho, mas ele flutua somente até o momento em que colocar o macarrão para cozinhar. Agora vamos fazer a experiência do “OVO”. Nestes dois copos (bequer) que se encontram na mesa de vocês a professora vai colocar um ovo em cada! Observem, são nos pequenos detalhes	Nossa, o nosso ovo ficou grande”. Outros grupos observam, conversam entre si e comentam.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P5/P6/P 10/P11

que os cientistas descubrem os resultados de suas pesquisas.			
A professora vai colocar duas colheres de sal num dos copos e vamos mais uma vez observar o que vai acontecer. Peguem o palito de sorvete, cada um mexe um pouco, mas com cuidado para não quebrar o ovo;	A curiosidade é grande – Vai explodir? ...um mexe e os outros observam!!! Alguns hipnotizados, batem palma quando percebem a mudança de comportamento do ovo.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo. Eles ficam muito atentos a história que a professora conta.	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P10
O que aconteceu?	O ovo flutuou – ah!!! O ovo saiu para fora – flutuou. O ovo ficou menos denso com a água salgada que ficou mais densa.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P10/P11
Vai em cada grupo, interage, brinca, pergunta a um aluno que está batucando na mesa e ele foi escolhido para explicar o que aconteceu com a experiência e o fez direitinho	Tenho uma pergunta. Se o ovo for cozido, vai boiar?	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.	
Faz analogia com as pedras diferentes, deslocando volumes diferentes. Então, o ovo cozido ou cru terá densidade diferente.	E se fizermos a mesma experiência com o chumbo? Mesmo na água salgada, a densidade do chumbo vai ser maior.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P10/P11
Agora é hora de observação, peguem o caderno. Escreva como título <u>Densidade</u> e explique com suas palavras o que entendeu sobre ela, e depois desenhe o que aconteceu com o ovo em cada copo. Explique também, porque a mudança no comportamento do ovo foi diferenciado. Se interessa – visitando os grupos, orientando e motivando a realização da atividade.	. O momento de desenhar é tranquilo, eles conversam, mas fazem com interesse as atividades propostas.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P10

ATIVIDADE 3: ENERGIA E SUAS FORMAS

Assim como a matéria, a energia está presente em nosso dia-a-dia. Ela é a responsável pelo funcionamento de tudo o que existe. Ao contrário da matéria, ela não possui massa e nem volume. A energia pode ser encontrada em diferentes formas e sua principal característica é estar em constante transformação. Segundo a pedagogia de MARIE CURIE, as Ciências (Física) devem ser olhadas do ponto de vista de suas aplicações práticas e experimentais, não de seus princípios.

Trabalhamos com vários exemplos de formas de energia, que são as mais presentes em nosso dia-a-dia:

- Energia luminosa: energia da luz;
- Energia sonora: energia do som;
- Energia química: energia presente nos combustíveis e nos alimentos;
- Energia elétrica: energia das pilhas e a que vem através das tomadas;
- Energia térmica: energia que passa entre os corpos que tem diferentes temperaturas;
- Energia mecânica: energia dos corpos em movimento.

A energia que sustenta a maior parte da vida na Terra, por exemplo, vem da luz do Sol. O Sol é a única fonte de energia externa do planeta Terra.



Figura 15 – Experiências: “Transformação da energia”.

Fonte: autoria própria



Figura 16 – Experiências: “Transformação da energia”.
Fonte: autoria própria

AS TRANSFORMAÇÕES DA ENERGIA:

Tudo o que acontece à nossa volta envolve transformação de energia. Ex: quando ligamos a TV, a energia elétrica é transformada em energia sonora e luminosa. A energia química dos alimentos que ingerimos é transformada em energia mecânica quando praticamos atividades físicas/ esportivas. Foram citados outros exemplos do cotidiano dos alunos.

A MATÉRIA SE TRANSFORMA:

A interação entre matéria e energia provoca transformações na matéria. Transformação física da matéria são transformações que não mudam a matéria. Exemplos:

- Ação do sol sobre rochas (faz com que elas sofram mudanças em sua temperatura, mas o tipo de matéria permanece o mesmo);
- Uma folha de papel ao ser rasgada também sofre transformação física, pois, apesar de ser dividida, cada um dos pedaços tem as mesmas características da folha inteira;
- Outro exemplo é a água em seus estados físicos – estados sólido, líquido e gasoso -; a matéria continua a ser a mesma.

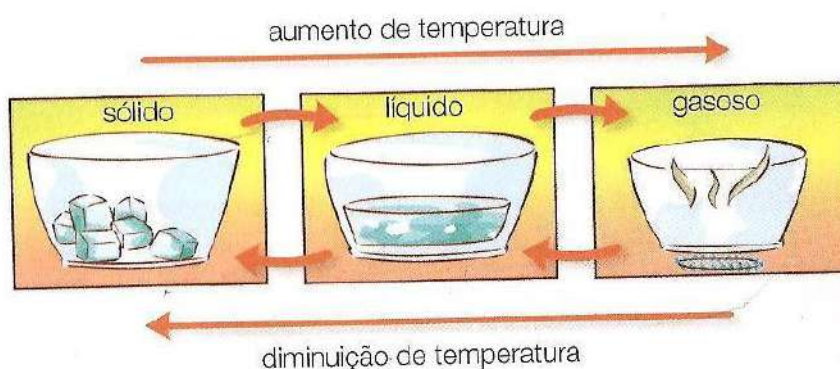


Figura 17 – Estados físicos da água

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS DA MATÉRIA:

Quando um material se transforma em outro, seja por ação da energia, seja por contato com outro material. Exemplos:

- Ao ser assada, a massa (trigo, etc.) sofre uma transformação química, porque mudou suas características;
- Em contato com o ar, chuva (etc.), o ferro sofre uma transformação química, tornando-se ferrugem. Foram citados também outros exemplos.

Como saber se uma substância sofreu transformações químicas? Existem algumas evidências que nos mostram se um material sofreu esse tipo de transformação. Entre elas estão a mudança de cor e a emissão de gases.

Foi desenvolvida uma atividade prática (no laboratório) com as oito turmas de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, divididas em grupos, para identificar a ocorrência de transformações químicas. Levei em consideração a ideia básica que permeia a TAS de AUSUBEL (1980), que está contida na frase de sua autoria:

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isso: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus conhecimentos”.

Os materiais utilizados para esta experiência foram (para cada grupo):

- 03 copos de plástico transparente;

- 01 palito de sorvete;
- 01 colher de chá;
- 01 colher de sopa;
- 01 conta-gotas;
- Vinagre;
- Bicarbonato de sódio;
- Suco de repolho roxo (foi preparado pela professora);
- Gesso em pó;
- Água.

Como foi feito:

1. Marcamos os copos com etiquetas de 1 a 3;
2. No copo 1, colocamos uma colher de chá de bicarbonato de sódio;
3. No copo 2, colocamos duas colheres de sopa de vinagre;
4. No copo 3, colocamos duas colheres de sopa de gesso em pó.

Agora observe o que aconteceu:

Colocamos duas colheres de sopa de vinagre sobre a colher de chá de bicarbonato de sódio.

Observe o que cada aluno descreveu na sistematização dos dados, que tinha como objetivo levá-los a construir os primeiros subsunçores sobre transformação química, assim sendo, MOREIRA (2006) nos esclarece o que é um subsunçor:

“Subsunçor é uma ideia, um conceito, uma proposição, já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, capaz de “ancorar” uma nova informação de tal forma que esta adquira significado para o aprendiz, ou seja, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação”.

- **No copo 1, depois que você adicionou vinagre a bicarbonato de sódio:**

Após as observações do experimento dos 25 alunos do 5º Ano “A”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada, 22 mencionaram a formação de gases, 02 alunos já citaram uma transformação química e 03 alunos se referiram diretamente a formação de borbulhas e espumas.

Quanto às observações dos experimentos dos 25 alunos do 5º Ano “B”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada; 11 alunos mencionaram a formação de gases, 02 alunos já citaram que foi uma transformação química, 09 alunos se referiram diretamente a formação de borbulhas e espumas, enquanto 03 alunos erraram por completo suas respostas.

Após as observações do experimento dos 27 alunos do 5º Ano “C”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada; 15 alunos mencionaram a formação de gases, 04 alunos já citaram que foi uma transformação química, 05 alunos se referiram diretamente à formação de borbulhas e espumas, enquanto 03 alunos erraram por completo suas respostas.

Quanto às observações do experimento dos 27 alunos do 5º Ano “D”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada; 15 alunos mencionaram a formação de gases, 03 alunos já citaram que foi uma transformação química, 04 alunos se referiram diretamente a formação de borbulhas e espumas enquanto 05 alunos erraram por completa suas respostas.

Após as observações do experimento dos 24 alunos do 5º Ano “E”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada; 21 alunos mencionaram a formação de gases, 01 aluno citou a formação de borbulhas e espumas enquanto 02 alunos erraram por completa suas respostas.

Quanto as observações dos experimentos dos 22 alunos do 5º Ano “F”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada; 05 alunos mencionaram a formação de gases, 03 alunos já citaram que foi uma transformação química, 12 alunos se referiram diretamente à formação de borbulhas e espumas enquanto 02 alunos erraram por completa suas respostas.

Quanto as observações dos experimentos dos 22 alunos do 5º Ano “G”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada; 15 alunos mencionaram a formação de gases, 01 aluno citou que foi uma transformação química, 05 alunos se referiram diretamente à formação de borbulhas e espumas enquanto 01 aluno errou por completa suas respostas.

Observando o experimento de 22 alunos do 5º Ano “H”, que participaram da aula e responderam à questão acima relacionada; 12 alunos mencionaram a formação de gases, 02 alunos já citaram que foi uma transformação química, 06 alunos se referiram diretamente à formação de borbulhas e espumas enquanto que, 02 alunos erraram por completa suas respostas.



Figura 18 – Experiência: “Transformação química”

Fonte: autoria própria

Observe o que aconteceu com o copo nº. 2:

Colocamos 5 gotas de suco de repolho roxo sobre as duas colheres de sopa de vinagre.

Observe o que cada aluno descreveu na sistematização dos dados, que tinha como objetivo levá-los a construir os primeiros subsunçores sobre transformação química:

- **No copo 2, depois que você adicionou o suco de repolho ao vinagre:**

Após as observações do experimento dos 25 alunos do 5º Ano “A”, que participaram da aula e responderam à questão: 21 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho ao vinagre, haverá mudança de cor, 03 alunos já citaram que a experiência ficou meio vermelho-claro e 01 aluno se referiu que o experimento ficou rosa e com um cheiro forte.

Quanto ao resultado do experimento dos 27 alunos do 5º Ano “B”, que participaram da aula e responderam à questão: 19 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho ao vinagre, haverá mudança de cor, 02 alunos já citaram que a experiência ficou roxa para vermelha e um cheiro forte e outros 06 alunos citaram que o experimento resultou numa cor vermelha.

Dos 27 alunos do 5º Ano “C”, que participaram da aula e responderam à questão: 21 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho ao vinagre, haverá mudança de cor, 01 já citou que a

experiência ficou rosa e outro uma cor escura; 02 alunos se referiram que se tratava de uma transformação química e 02 alunos erraram por completo suas respostas.

Dos 27 alunos do 5º Ano “D”, que participaram da aula e responderam à questão: 12 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho roxo ao vinagre, haverá mudança de cor; 08 alunos citaram que a experiência ficou com a cor avermelhada; 04 alunos mencionaram que o experimento originou um cheiro forte de cor roxa, 01 aluno respondeu que foi uma reação química e 02 alunos erraram por completo suas respostas.

Referente à observação do resultado do experimento dos 24 alunos do 5º Ano “E”, que participaram da aula e responderam à questão: 21 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho roxo ao vinagre, haverá mudança de cor, 02 alunos já citaram que nos seus experimentos houve mudança de cor, mas exalou um cheiro forte e 01 aluno errou completamente sua resposta.

Dos 22 alunos do 5º Ano “F”, que participaram da aula e responderam à questão: 12 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho roxo ao vinagre, haverá mudança de cor; 03 alunos citaram que seus experimentos resultaram em cor vermelha e 02 alunos mencionaram que foi cor roxa e 02 alunos cor rosada, já 03 alunos erraram por completo suas respostas.

Dos 22 alunos do 5º Ano “G”, que participaram da aula e responderam à questão: 16 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho roxo ao vinagre, haverá mudança de cor; 01 aluno citou que seu experimento resultou na mudança de cor porém, com um cheiro forte, 02 alunos citaram que houve mudança de cor de amarelo para vermelho, 01 aluno mencionou que seu experimento resultou em cor vermelha e outro em cor azul e por ultimo 01 aluno errou por completo sua resposta.

Dos 22 alunos do 5º Ano “H”, que participaram da aula e responderam à questão: 12 alunos mencionaram que adicionando o suco de repolho roxo ao vinagre, haverá mudança de cor; 01 aluno citou que seu experimento mudou de cor, mas exalou um cheiro forte, 01 aluno mencionou que houve uma transformação química, 01 aluno citou que sua experiência resultou em cor roxa para o vermelho; 04 alunos responderam que sua experiência resultou em uma cor roxa; 01 aluno respondeu que seu trabalho resultou na cor rosa e 02 alunos erraram completamente suas respostas.



Figura 19 – Experiência: “Transformação química (mudança de temperatura)”.

Fonte: autoria própria

Observe o que aconteceu com o copo nº. 3:

Colocamos 4 colheres de sopa de água sobre as duas colheres de gesso.

Observe o que cada aluno descreveu na sistematização dos dados, que tinha como objetivo levá-los a construir os primeiros subsunçores sobre transformação química:

- **No copo 3 depois que você misturou o pó de gesso e a água:**

Após a observação do resultado do experimento dos 25 alunos do 5º Ano “A” que participaram da aula e responderam à questão: 17 alunos mencionaram que misturando bem o pó de gesso e a água ocorre uma mudança de temperatura; 05 alunos já citaram que a mistura resultou numa temperatura fria; 01 aluno citou que seu experimento a mistura ficou dura, outro aluno se referiu que seu trabalho ficou muito quente e por ultimo, 01 aluno errou por completo sua resposta.

Dos 27 alunos do 5º Ano “B” que participaram da aula e responderam à questão: 14 alunos mencionaram que misturando bem o pó de gesso e a água, ocorre uma mudança de temperatura; 10 alunos já citaram que a mistura resultou numa temperatura fria e 03 alunos erraram por completo suas respostas.

Dos 27 alunos do 5º Ano “C” que participaram da aula e responderam à questão: 16 alunos mencionaram que, misturando bem o pó de gesso e a água, ocorre uma mudança de temperatura; 04 alunos já citaram que a mistura resulta numa temperatura fria; 02 alunos responderam que seus

experimentos resultaram numa cor branca (cinza); 01 aluno já mencionou que ficou quente o seu experimento e 04 alunos erraram completamente suas respostas.

Dos 27 alunos do 5º Ano “D” que participaram da aula e responderam à questão: 15 alunos mencionaram que, misturando bem o pó de gesso e a água, ocorre uma mudança de temperatura; 09 alunos já citaram que em seus experimentos a mistura ficou fria e 03 alunos erraram completamente suas respostas.

Dos 24 alunos do 5º Ano “E” que participaram da aula e responderam à questão: 11 alunos mencionaram que, misturando bem o pó de gesso e a água, ocorre uma mudança de temperatura; 09 alunos já citaram que em seus experimentos a mistura ficou fria e 04 alunos erraram completamente suas respostas.

Dos 22 alunos do 5º Ano “F” que participaram da aula e responderam à questão: 09 alunos mencionaram que, misturando bem o pó de gesso e a água, ocorre uma mudança de temperatura; 06 alunos já citaram que em seus experimentos a mistura ficou fria e 02 alunos responderam que houve uma transformação química; 01 aluno mencionou que resultou numa mudança de cor avermelhada, já 02 citaram que seus experimentos resultaram numa mudança de cor branca, líquida, parecendo leite e 02 alunos erraram por completo suas respostas.

Dos 22 alunos do 5º Ano “G” que participaram da aula e responderam à questão: 10 alunos mencionaram que, misturando bem o pó de gesso e a água, ocorre uma mudança de temperatura; 04 alunos já citaram que seus experimentos resultaram numa temperatura fria; 03 alunos responderam que houve uma transformação térmica; 02 alunos escreveram que seus resultados a mistura ficou quente; 01 aluno citou que seu experimento mudou para uma cor branca; 02 alunos citaram que seus experimentos resultaram numa cor branca e dura.

Dos 22 alunos do 5º Ano “H” que participaram da aula e responderam à questão: 08 alunos mencionaram que, misturando bem o pó de gesso e a água, ocorre uma mudança de temperatura; 07 alunos já citaram que seus experimentos resultaram numa mudança de temperatura muito fria; 02 alunos mencionaram que houve uma transformação química; 02 alunos responderam que originou em uma mudança de cor avermelhada; 01 aluno citou que seu experimento expeliu gás e 02 alunos erraram completamente suas respostas.



Figura 20 – Experiência: “Transformação química (mudança de cor)”. Fonte: autoria própria

Outra atividade significativa foi a questão 2, onde os alunos escreveram as evidências que aconteceram com as três transformações químicas. Nesta atividade, a proposta era levá-los a construir acessórios colaborativos nas três transformações químicas.

De acordo com SWIFT (1992), *“crianças são curiosas. Nada pior que quando acaba uma curiosidade. Nada é mais repressivo que a repressão da curiosidade. A curiosidade gera amor. Ela nos casa com o mundo. É parte do nosso obstinado, estourado amor por esse impossível planeta que habitamos. As pessoas morrem quando acaba a curiosidade. Pessoas têm que descobrir, têm que saber”*.

Para que isso ocorra é necessário que o ensino de Ciências, principalmente o ensino de Física, nos anos iniciais, seja estimulante e prazeroso, além de adequado às suas capacidades, necessidades e interesses (apud ELLIS & KLEINBERG, 1997).

Na questão 3, os alunos citaram dois exemplos de transformações químicas e dois exemplos de transformações físicas. Nesta atividade, a proposta era observar a coerência e a não coerência dos alunos referente ao aprendizado, portanto apresentamos o resultado das oito turmas do 5º ano do Ensino Fundamental:

Série Turma	Nº de Alunos	Transformações Físico-Químicas		
		C	PC	E
5º A	25	20	5	-
5º B	27	11	13	3
5º C	27	9	14	4
5º D	27	15	9	3
5º E	24	11	9	4
5º F	22	9	10	3
5º G	22	17	4	1
5º H	22	11	9	2
Total	196	103	73	20

Tabela 04 – Resultado da atividade significativa (avaliação) referente às transformações físico/ químicas

Deste quadro e dos anteriores, pode-se inferir que ao longo das aulas de laboratório, foi privilegiada uma abordagem facilitadora da aprendizagem significativa crítica, considerando a princípio a importância do conhecimento prévio dos alunos (P1), estimulando a interação social e o questionamento (P2). O livro texto foi utilizado com parcimônia, como um complemento para a realização de tarefas e eventuais consultas (P3). Foi estimulado através da negociação de significados, próprio de uma aula dialógica, que os alunos externalizassem suas percepções e representações internas (P4). A professora sempre retomava o conceito do ponto de vista da linguagem da Física mostrando aos alunos que a ciência tem uma linguagem própria (P5) e que apesar disso, no diálogo, por vezes, o significado atribuído a um conceito está também na pessoa e não na palavra proferida (P6), por vezes, o aluno sabe o que significa tal conceito, mas não consegue ainda externalizá-lo em termos cientificamente elaborados. Nas situações da aula, o erro não adquiriu uma conotação pejorativa, aos poucos os alunos perdiam o medo de “errar”, mas eram estimulados a superar suas concepções errôneas (P7). Nesta fase, em que a criança está iniciando seu processo de conceitualização, a postura do professor de estimular a externalização do conhecimento em construção, sem que o aluno tenha medo de ser punido por errar, é muito importante para que o conceito seja aprendido de maneira significativa e correta. Neste sentido, aparece aí também o Princípio da Incerteza do Conhecimento (P9).

O quadro de giz, neste contexto, se tornou um mero coadjuvante, onde o experimento foi a metodologia de destaque (P10). Finalmente, o mais difícil, na aplicação dos princípios da TASC, foi o Princípio do Abandono da Narrativa, pelo menos nos primeiros momentos das aulas, até porque a professora sempre tem uma tendência a narrar, descrever... uma herança da abordagem tradicional de ensino-aprendizagem a que era submetida na sua própria formação.

Quadro 3: Energia

Professora	Alunos	Considerações sobre a dinâmica	Princípios TASC
Inicia a aula bem entusiasmada, fazendo uma rápida retrospectiva das aulas anteriores, sobre matéria – e introduz o conteúdo da aula – ENERGIA.	A turma também chega tranquila e entusiasmada, respondendo prontamente as perguntas. Todos querem participar!!	Nesta 3ª aula de laboratório, percebe-se nitidamente o interesse e uma participação notória de cada turm.a.	P1/P2/P3/P4/P5 /P6/P10/P11
Bem, vamos pensar um pouco sobre energia e vamos ver o que vocês sabem sobre ela?	Assim como a matéria, a energia está presente em nosso dia a dia. Ela é responsável pelo <u>funcionamento</u> de tudo que existe	Os alunos, como no ex. Ao lado, externalizam seus conhecimentos prévios – a negociação de significados se evidencia	P1/P2/P3/P4/P5 /P6/P10/P11

Escreveu no quadro o conceito de energia. Acrescentou também que ao contrário da matéria, ela não possui massa e nem volume. Qual é a característica principal de energia?	Os alunos repetirem em voz alta o que estava no quadro; alguns que conversam mas todos os alunos estavam atentos	Aula desenrolou com muita curiosidade e conversa e negociação de significados	P1/P2/P3/P4/P5/P6/P10/P11
Muito bem, agora em silêncio vamos perceber quais os tipos de transformação de energia que nós sentimos aqui no laboratório de física? Muitos respondem:	Muitos respondem: c- <u>Energia elétrica</u> – luz, funcionamento do ar condicionado. <u>Energia luminosa</u> . <u>Energia sonora</u> – sons da sala e da rua. <u>Energia mecânica</u> (alimentos...) - nossa vitalidade e movimentos.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual começa a prevalecer. Todos querem responder..	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P9/P10/P11
OK... OK... vocês estão nota 10. Mas então vejamos <u>um exemplo</u> (demonstrou). <u>Energia elétrica, transmitida por fios</u> e uma lâmpada e explicou que gerou vários tipos, tanto a elétrica, como luminosa e térmica (aquecimento da lâmpada). Aproveitando este material (lâmpada/fios/tomada), vamos experimentar acender a lâmpada colocando os fios na água pura e constatamos que a condutividade é mínima e a lâmpada <u>NÃO ACENDE</u> . Agora vamos colocar duas colheres de sal no bequer com água e dissolver bem e vamos introduzir os fios (positivo e negativo) e qual foi a surpresa, a condutividade foi máxima <u>acendendo a lâmpada</u> .	Vibraram! Bateram palma, pediram que a professora repetisse mais vezes, inclusive, alguns alunos vieram eles mesmos fazer a experiência. Foi legal.	Neste momento, os alunos já estavam bem mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P3/P4/P5/P7/P9/P10
Citou com a ajuda de alguns alunos vários exemplos de ENERGIA... Vamos pensar um pouco sobre a interação entre matéria e a energia provoca transformações na matéria: a física e a química. O que vocês entenderam sobre transformação física?	– A transformação física, é o tipo que <u>não muda</u> , não altera suas formas nem suas propriedades.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo	P2/P3/P4/P7/P10/P11
Muito bem... Ótimo. Vamos ver alguns exemplos de transformação física: Pega uma folha de papel (sulfite) e rasga – sofre uma transformação, mas cada um dos seus pedaços continua com a mesma propriedade da folha	– Repetiram a experiência e fixaram que houve mudanças.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. Todos querem participar.	P2/P3/P4/P7/P10/P11

inteira.			
– Outro exemplo de transformação física é a <u>água</u> , sua transformação de estado físico. Demonstrou a água natural, gelo (sólido) e fervente (gasosa). Pediu para a professora Sueli observar a temperatura que estavam nos termômetros que se encontravam introduzidos nos bequeres demonstrando os três estados físicos da água.	Todos atentos observavam o que a professora relatava sobre a leitura dos termômetros. Natural = 28°. Gelo = 0°. Fervente = 98°. Claro professora, não houve mudança de propriedade, continuou sendo água, então é transformação física.	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P5/P7/P10/P11
– Agora vamos pensar com muita atenção na transformação química. O que entenderam sobre a mesma?	– É do tipo que <u>muda suas Características</u> .	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo.	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P10/P11
– OK... vamos ver o que outros alunos tem a acrescentar.	– É o que <u>altera</u> os materiais envolvidos.	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. Eles prestam atenção p/ responder..	P2/P3/P4/P5/P6/P10/P11
– Muito bem!! Então, quando um material se transforma em outro, seja por ação de energia, seja meio do contato com outro material, dizemos que ocorreu transformação química (altera as espécies de materiais).	Professora, os alimentos que ingerimos é um exemplo, pois se transformam em nosso organismo.	Neste momento, os alunos já estavam mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. O entusiasmo toma conta do grupo. Eles ficam muito atentos a história que a professora conta. Sobre a transformação dos alimentos.	P2/P3/P4/P5/P6/P7/P10/P11
– Realmente, vão se transformar em <u>calorias</u> , tipo de energia que vai sustentar nosso organismo... A discussão sobre trans-formação química, produzida pelos alimentos foi muito participada pelos alunos. Inclusive, citou-se os carboidratos e as gorduras, são as que fornecem mais energia para o jogo de futebol... andar de bicicleta, etc... e também, discutiram que as calorias não utilizadas pelo corpo se acumulam na forma de gordura	... e também, discutiram que as calorias não utilizadas pelo corpo se acumulam na forma de gordura– Ai, a importância dos exercícios físicos, para não sermos obesos, também citaram que alguns pais estão em campanha para o controle da obesidade. Professora, em janeiro, eu e meus pais visitamos os Estados Unidos e lá a maioria das pessoas são obesas.c...	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.O interesse em participar é notável.	P1P2P3P4P5P6P10P11
– Vamos pensar um pouco mais, numa experiência bem legal “aconteceu uma transformação química?”.	Tia, o que vamos fazer pode explodir?	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.O entusiasmo toma	P1P2P3P4P5P6P10P11

Existem algumas evidências que nos mostram se um material sofre esse tipo de transformação. Dentre elas estão a mudança de cor e a emissão de gases e outros. Vamos fazer uma experiência mostrando a transformação química com os seguintes materiais: <u>Observem</u> com muita atenção os seguintes materiais que já constam ai nas suas mesas: * 3 copos (bequer); * 1 palito de sorvete; * 1 colher de chá; * 1 colher de sopa; * 1 conta gotas; * Vinagre; * Bicarbonato de sódio; * Suco de repolho roxo; * Gesso em pó; * Água.		conta dos grupos.	
Não... não, somente provaremos a transformação química. Peguem o copo número 1, coloquem 1 colher de chá de bicarbonato em seguida acrescentar duas colheres de sopa de vinagre – OBSERVEM.	– Nossa, ferveu. O entusiasmo da turma foi além... a transformação química ocorreu. Houve produção de gases.	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.	P2/P3/P4/P5/P6 /P7/P10/P11
– Parabéns, você está certo, houve uma produção de gases. Agora vamos trabalhar com o copo nº. 2. Coloquem duas colheres de vinagre e em seguida acrescentem cinco gotas de suco de repolho roxo.	– Oba... mudou de cor, legal.	.Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.Mto entusiasmo da turma.	P2/P3/P4/P5/P6 /P7/P10P11
– Vamos pegar o copo nº. 3 e acrescentar duas colheres de sopa de gesso em pó, mais 4 colheres de sopa de água. Peguem o palito de sorvete e dissolvam bem o gesso. OK?	A euforia tomou conta, todos querem mexer, até que a professora acalmou os mesmos.	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.Mto entusiasmo da turma	P1P2P3P4P5P6 P10P11
- Cada um do grupo e em silêncio, bem concentrados meçam o palito devagar e procurem perceber o que acontece!!!	Nossa professora meu copo mudou de temperatura, está bem gelado	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo.Mto entusiasmo da turma.	P1P2P3P4P5P6 P10P11

Ótimo!! Perceberam que água+gesso, acontece realmente o quê?	Todos responderam: mudança Temperatura.	Neste momento, os alunos estão mais focados e interessados na aula. Assim a abordagem conceitual já estava prevalecendo. Mto entusiasmo da turma.	P1P2P3P4P5P6 P10P11
– Parabéns, vocês são ótimos. Amei trabalhar com vocês esta semana. Não percebemos o tempo passar, pois as atividades significativas que desenvolvemos foram interessantes e de aprendizagem marcantes. Que Deus abençoe abundantemente cada um. Na saída ganharam um pirulito de presente com um cartãozinho de agradecimento pela participação das aulas no laboratório,	Todos agradeceram e bateram palmas eufóricos!!!	Percebeu-se entusiasmo e a abordagem conceitual ficou evidente nos grupos de alunos.	P1P2P3P4P5P6 P10P11

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa com estudo fundamentado na metodologia de Curie, Marie, trouxe à tona a opção de que ensinar ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental com desenvolvimento de atividades investigativas é uma ótima solução para a aprendizagem. O desejo de melhorar a prática pedagógica, o amadurecimento e o refletir constante garantirão as mudanças efetivas de ensino de ciências no país. Nessa perspectiva faz-se necessário começar com identificação e valorização do conhecimento que o aluno detém sobre o que se pretende ensinar. Assim se estabelece o diálogo sobre as relações entre o conhecimento popular e o conhecimento científico, reforçando a interação da escola com as famílias e a comunidade, dando ênfase a temas atuais, objetos de debate na sociedade e no meio em que vive a criança.

O trabalho com conceitos físicos desde os anos iniciais contribui para o desenvolvimento de cidadãos ativos e reflexivos no que diz respeito às questões científicas e tecnológicas da atualidade. Nesse sentido, Rosa (2003) salienta que, ao discutir conceitos físicos com as crianças desmistifica a Física e aproximam-se os estudos desta ciência.

Proporcionar à criança uma alfabetização científico-tecnológica, além de estimular sua curiosidade, contribui para a construção de valores sociais e culturais.

Segundo Curie, Marie, a palavra chave para a mudança é a passagem à ação, isto é, à experiência. As crianças quando brincam gostam de aprender e compreender o mundo ao seu redor. Este interesse é demonstrado nas perguntas que fazem sobre esse mundo, desde o funcionamento das coisas observadas até a busca do entendimento do porquê dessas coisas.

Essa curiosidade não pode ser apagada quando se chega à escola, ao contrário, deve ser aguçada em torno de um ambiente prazeroso de aprendizagem, essencialmente com a prática em laboratórios de ciências (Física), para que descubram, extrapolem, inventem e reinventem. Pois, além de curiosas, as crianças interagem com o mundo ao seu redor, cabe ao professor estar preparado e motivado para saber aproveitar este momento de descoberta. Tendo em vista que nesta idade os alunos já trazem conhecimentos prévios a respeito da Física e ao se aprofundar esta discussão, aproximam as crianças da cultura científica. Para tanto é preciso oferecer a elas as melhores ferramentas até que apareçam outras mais eficazes.

O ofício de ensinar, segundo Coelho, Ildeu, não é para aventureiros, é, sim, para profissionais, homens e mulheres que além dos conhecimentos na área dos conteúdos específicos e da educação assumem a construção da liberdade e da cidadania do outro como condição de realização de sua própria liberdade e cidadania.

Pode-se dizer, então, que a atividade prática escolhida com base na metodologia de Curie, Marie, para a realização deste projeto, causou empolgação, despertou a curiosidade dos alunos, levando-os a participar das aulas com muito interesse e brilho nos olhos. Ao possibilitar o contato com o objeto de estudo foi notório o prazer da descoberta para eles próprios chegarem ao aprimoramento científico adquiridos anteriormente. Paralelo à realização desse projeto, há a possibilidade de reflexão sobre as principais necessidades formativas dos professores. Segundo Carvalho e Gil_Pérez (1995), “*saber programar atividades capazes de gerar aprendizagem efetiva*” é elaborar atividades que proporcione uma concepção e interesse preliminar pela tarefa, levando em consideração a linguagem de conhecimentos do aluno.

O sucesso dos experimentos nas aulas experienciais deve-se aos princípios de Curie que, além de conhecimentos, ela transmite amor pela ciência (Física) e prazer pelo trabalho. Foi justamente isso que fizemos com o desenvolvimento deste projeto.

Portanto, parafraseando Curie ousam dizer que “*na vida, não existe nada a temer, mas a entender*”. Assim esperamos que esse projeto seja útil ao ensino de Física.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980
- BACHELARD, G. **A formação de espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Traduzido por Estela dos Santos Abreu. 1.ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996
- BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. 2.ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1985
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ed. Ática, 1998
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: fundamentos, métodos e técnicas**. Portugal: Porto Editora, 1994
- BRITO, F. R.; GHISOLFFI, R. M. **O ensino de Ciências e Geografia nas séries iniciais: interligação dos saberes sob enfoque globalizador**. In: Congresso Internacional de Educação – Visão crítica e perspectivas e mudanças. VI Anais, Concórdia, 2007
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. Traduzido por Sandra Valenzuela. 9.ed. São Paulo: Cortez, 2009
- CUNHA, M. I. **O bom professor e sua prática**. Campinas: Papirus, 1996
- ELLIS & KLEINBERG. **Helping teachers support young children in Science enquires**. Education 3-13, Outubro, 1997
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 27. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2003
- GOLDSMITH, B. **Gênio obsessivo: o mundo interior de Marie Curie**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006
- LONGHINI, M. D. **O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do Ensino Fundamental**. Revista Investigação em Ensino de Ciências, v. 13 nº 2, 2008
- MARANDINO, M. **Caderno catarinense de ensino de Física**. Florianópolis, UFSC
- MIZUKAMI, M. G. N. et al. **Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e informação**. São Carlos: EDUUFSCAR, 2002
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB, 1999
- MOREIRA, M. A. **Modelos mentais: investigação em ensino de Ciências**. Porto Alegre, 1996
- MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Ed. Moraes, 1982
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000

OLIVA, W. M. **Aulas de Marie Curie: anotadas por Isabelle Chavannes em 1907**. São Paulo: EDUSP, 2007

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. **Ciências naturais**. (MEC/SEF), Brasília, 2001

PERRENOUD, P. et al. **Formando professores profissionais**. Porto Alegre: Artmed, 2001

PERRENOUD, P. **Ensinar: agir na urgência, decidir na incerteza**. Porto Alegre: Artmed, 2001

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982

PROGRAMA “ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA – MÃO NA MASSA”. **Ensinar as Ciências na escola**. Organizadores: Dietrich Schiel/ Angelina Sofia Orlandi. São Paulo: CDCC – USP, 2005

PROGRAMA “ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA – MÃO NA MASSA”. **Ensino de Ciências por investigação**. Organizadores: Dietrich Schiel/ Angelina Sofia Orlandi. São Paulo: CDCC – USP, 2007

ROSA, C. W. **A importância de discutir Física nas séries iniciais**. Ciência hoje. Porto Alegre: UFRGS, 2006

SWIFT, G. **Waterland**. Penguin, 1992

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1989

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

COLÉGIO SALESIANO SÃO GONÇALO



**MESTRADO PROFISSIONAL PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS**

Aluno(a): _____ Nº.: _____ 5º Ano _____ E.F.

Atividades sobre “Matéria”

1.) Olhando ao seu redor, podemos observar uma grande quantidade de matéria. Por exemplo, as construções, as plantas, o ar, a água, os animais, os astros e o material escolar são feitos de matéria. Então complete:

a) Existem características que são comuns a toda matéria como ter _____ e _____ .

b) Volume é _____

c) Massa mede _____

2.) Os dois blocos são feitos de diferentes materiais e possuem o mesmo volume.



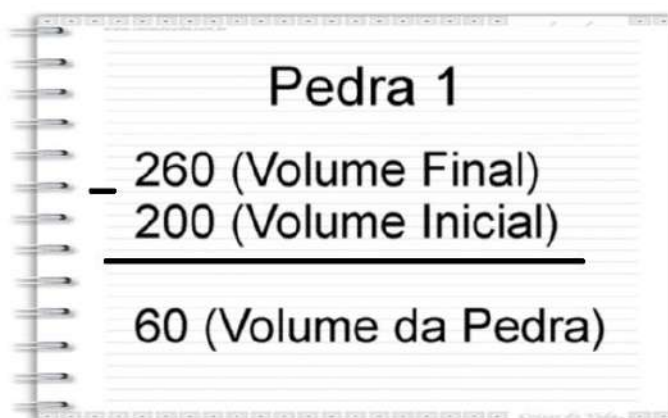
a) Qual é a massa de bloco A? E do bloco B?

b) Qual dos dois tem a maior densidade? Explique.

3.) Com o volume inicial e o volume final, é possível calcular o volume da pedra. É só fazer a conta: volume final menos volume inicial. Observe o exemplo:

Volume inicial: 200ml

Volume final: 260ml



Agora calcule o volume das suas pedras.

a) Pedra 1



b) Pedra 2





UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

COLÉGIO SALESIANO SÃO GONÇALO



MESTRADO PROFISSIONAL PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

Aluno(a): _____ Nº.: _____ 5º Ano _____ E.F.

Atividades sobre “Densidade”

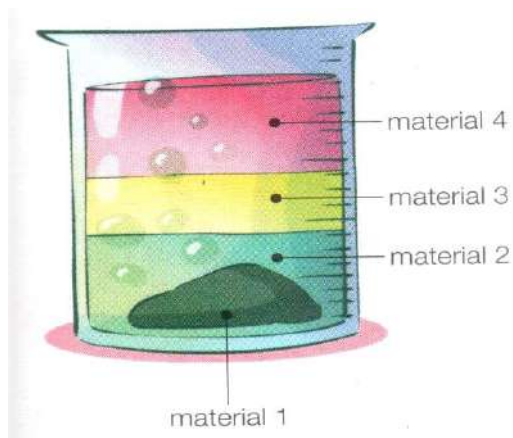
1.) Desenhe o que aconteceu com o ovo em cada um dos copos.

Copo com água	Copo com água e sal
	

2.) O que fez com que houvesse mudança no comportamento do ovo de um copo para o outro?

3.) Por que isso aconteceu?

4.) Observe a ilustração e responda.



a) Qual é o material mais denso? Justifique.

b) Qual é o material menos denso? Justifique.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

COLÉGIO SALESIANO SÃO GONÇALO



MESTRADO PROFISSIONAL PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

Aluno(a): _____ Nº.: _____ 5º Ano _____ E.F.

Atividades sobre “Energia”

Aconteceu uma transformação química?

Como saber se uma substância sofreu transformação química?

Existem algumas evidências que nos mostram se um material sofreu esse tipo de transformação. Entre elas estão a mudança de cor e a emissão de gases.

1.) Descreva o que você observou:



a) No copo 1 depois que você adicionou vinagre ao bicarbonato de sódio.

b) No copo 2 depois que você adicionou o suco de repolho ao vinagre.

c) No copo 3 depois que você misturou o pó de gesso e a água.

2.) Na três situações aconteceram transformações químicas. Qual é a evidência de que ocorreu esse tipo de transformação em cada um dos copos?

Copo 1: _____

Copo 2: _____

Copo 3: _____

3.) Cite dois exemplos de transformações químicas e dois exemplos de transformações físicas que acontecem no seu dia a dia.

Ensino de Física nas séries iniciais uma proposta subjacente a metodologia da prêmio Nobel em Física
Marie Curie



A importância da ciências (ensino de física) é reconhecida por pesquisadores da área em todo o mundo, havendo uma concordância relativa à inclusão de temas relacionados a Ciência e à Tecnologia nas Séries Iniciais. Apesar da convergência de opiniões e de sua incorporação pelas Propostas Curriculares e Planejamentos Escolares.

Ainda hoje em dia, a criança sai da escola com conhecimentos científicos insuficientes para compreender o mundo que a cerca.



Este tema vem sendo investigado ao longo destes últimos anos mostrando a influência ao processo ensino-aprendizagem de ciências (física) da relação entre os conhecimentos espontâneos (informal) e os chamados conhecimentos científicos (sistemático e formal).



Jean Piaget já mostrava desde a década de 1920 a importância de considerar no processo ensino-aprendizagem que a criança chega ao ambiente escolar com concepções prévias sobre **conceitos** e **fenômenos** a serem estudados e que, portanto, não considerá-lo afetará o processo de construção do conhecimento.

Carvalho (2003) nos lembra que *“há todo um conhecimento por trás de cada brincadeira e cada pergunta feita pela. A professora tem o papel de desvendá-lo, possibilitando ao grupo de crianças, vivências que explorem todas as dimensões de que são capazes”*

Diante de tal fato, propomos o uso de experimentos no ensino fundamental, a fim de que se possa aproveitar a natural curiosidade dos alunos para trabalhar os conceitos físicos presentes no seu cotidiano, introduzindo a linguagem científica na sua estrutura cognitiva, pois a falta dessa linguagem pode ser umas das causas das dificuldades no aprendizado dos alunos quando estiverem no ensino médio/superior.

Provavelmente, a dificuldade de aprender ciências tenha por causa, fatores que surgem nas séries iniciais (ensino fundamental), momento que se apresenta formalmente a concepção de ciência.



As crianças, quando estão brincando, gostam de aprender e compreender o mundo ao seu redor. Este interesse é demonstrado nas perguntas que fazem sobre esse mundo, desde o funcionamento das coisas observadas até a busca do entendimento do porquê dessas coisas.

“Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”

Bachelard



Por isso, é interessante pensar sobre o ensino de Física desde as séries iniciais na intenção de oferecer respostas às perguntas que proporcionem situações problemáticas interessantes buscando os possíveis conteúdos dentro do próprio mundo físico da criança, onde ela vive e brinca, que possam ser trabalhados efetivamente e que possibilitem a construção de conhecimentos.

“A palavra-chave desta mudança é a passagem à ação, isto é, à experiência”

Marie Curie - 1907



Há que se considerar ainda, que inúmeras crianças de muitos países, inclusive no Brasil, deixam de estudar ao concluir o ensino fundamental, sendo esta a única oportunidade de que dispõem para explorar seu ambiente de um modo lógico e sistemático.

UNESCO - 1983



A educação científica tem um importante papel no desenvolvimento infantil, com as crianças sendo transformadas em pessoas que poderão agir de forma mais consciente, crítica e responsável, se tiverem oportunidades para a construção e reconstrução deste conhecimento.

Fumagalli - 1998

Acrescenta ainda que, na busca por fundamentar a viabilidade do ensino de ciências nas séries iniciais, mostra-nos que a ciência escolar não é a ciência dos cientistas (Chevellard - 1991) e que desta forma, a adaptação do conhecimento dos conceitos e fenômenos físicos é uma mera readaptação para os níveis mais próximos da compreensão da criança.

A sala de aula deve ser considerada um local privilegiado de sistematização do conhecimento, de interação social, onde o professor é um articulador na construção do saber e todos terão possibilidade de falar, levantar suas hipóteses e, nas negociações, chegar a conclusões que ajudem o aluno a se perceber parte de um processo dinâmico de construção.

Vygotski

Assim, nossa proposta de ensino de tópicos de Física, nas séries iniciais e justifica-se na medida em que ajudará a responder as questões já citadas, contribuindo com o arcabouço teórico e experimental das investigações em ensino de Ciências acerca de quais são os conceitos fundamentais de Física a serem abordados nas séries iniciais com orientações metodológicas, testadas em situação real de ensino.