

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO

USO DA METODOLOGIA DE PROJETOS VISANDO UMA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÍSICA: UM ESTUDO
CONTEXTUALIZADO DAS PROPRIEDADES DO SOLO.

ANANIAS DE OLIVEIRA LIMA

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**USO DA METODOLOGIA DE PROJETOS VISANDO UMA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÍSICA: UM ESTUDO
CONTEXTUALIZADO DAS PROPRIEDADES DO SOLO.**

ANANIAS DE OLIVEIRA LIMA

Sob a Orientação do Professor
Marcos Bacis Ceddia

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ
Dezembro de 2010

631.407

L732u

T

Lima, Ananias de Oliveira, 1957-

Uso da metodologia de projetos visando uma aprendizagem significativa de física: um estudo contextualizado das propriedades do solo / Ananias de Oliveira Lima - 2010.
63 f. : il.

Orientador: Marcos Bacis Cedia.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola.

Bibliografia: f. 37-38

1. Ciência do solo - Estudo e ensino - Teses. 2. Física - Estudo e ensino - Teses. 3. Ensino agrícola - Teses. I. Cedia, Marcos Bacis, 1968. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola. III. Título.

Bibliotecário: _____

Data: ____/____/____

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

ANANIAS DE OLIVEIRA LIMA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28 de fevereiro de 2011.



Marcos Bacis Ceddia, Dr. UFRRJ



Antonio Luciano Baia, Dr. UFRRJ



Milson Lopes de Oliveira, Dr. IFES-Campus Santa Tereza

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Gescilene, aos meus filhos Natália e Tales, pelo carinho, paciência e incentivo em mais uma jornada, mesmo em momentos de ausência no convívio familiar.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as graças recebidas, principalmente pela vida e pela permissão em estar aqui alcançando mais esta inestimável conquista.

Ao meu orientador Professor Dr. Marcos Bacis Ceddia, pelos muitos momentos de aconselhamento durante esse caminhar científico.

Ao meu amigo de fé o bibliotecário Miguel Trancoso pelo companheirismo.

Ao professor Dr. Milson Lopes de Oliveira, pelo incentivo, apoio e orientações em questões relevantes nos processos de análise em laboratório.

Aos alunos da turma que participaram do projeto de pesquisa do IFES - Campus Santa Teresa, pela dedicação, pelo entusiasmo e participação.

Ao funcionário do laboratório de física de solos, do IFES Santa Teresa, Elvis Pantaleão pelo profissionalismo e camaradagem.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram na execução da dissertação.

RESUMO

LIMA, Ananias de Oliveira. **Uso da metodologia de projetos visando uma aprendizagem significativa de Física: estudo contextualizado das propriedades do solo**. 2010. 51f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficácia da metodologia de projetos na contextualização dos conceitos de Física no ensino da Ciência do Solo, despertando o interesse pela pesquisa científica ao trabalhar em equipe, contribuindo na formação integral do aluno e promovendo uma aprendizagem significativa. Tal pesquisa se justifica porque as propostas pedagógicas contemporâneas precisam ter em foco um novo sentido da educação, centrado na idéia de que educar significa preparar o indivíduo para responder às necessidades pessoais e aos anseios de uma sociedade em constante transformação. Infelizmente, na maioria das escolas, vigora a metodologia tradicional representada pela aula expositiva, em cujo modelo o professor passa para o aluno o conteúdo, através da exposição verbal da matéria, de exercícios de memorização e fixação. Entretanto, para que a aprendizagem seja significativa torna-se necessária uma relação escolar com as experiências anteriores dos alunos, permitindo a formulação e resolução de problemas que incentivam a construção do saber. No âmbito da Física a metodologia tradicional não tem atendido ao objetivo de formar o jovem para o exercício de atividades técnicas e científicas, mostrando-se desconectada das disciplinas de formação profissional, consequentemente não atrai o interesse do estudante, sendo incapaz de estimular o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe. Neste sentido, acredita-se que o processo ensino-aprendizagem poderia ser aprimorado com a realização de atividades interdisciplinares visando a compreensão de conceitos de Física nas atividades laboratoriais em sua prática profissional. O ensaio experimental foi realizado no IFES *Campus* Santa Teresa com uma turma de alunos do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, matriculados na disciplina de Física, constituída por 24 alunos. Inicialmente os alunos participaram de atividades pedagógicas conceituais de física, sendo que o tema gerador da metodologia de projetos foi selecionado como o intuito de desenvolver um trabalho interdisciplinar e contextualizado, referente aos conceitos de solo. A seguir tais conceitos foram empregados na realização de atividades de laboratório empregando os equipamentos disponíveis para a determinação da textura, densidade, umidade e porosidade total das amostras de solo, que resultaram no preenchimento de relatórios. Os alunos planejaram as atividades, elaborando seus relatórios em grupo para determinar a densidade, a umidade e a porosidade das áreas experimentais de acordo com o padrão de relatórios. Ao longo da pesquisa foi possível perceber que a metodologia utilizada possibilitou maior interesse dos alunos, demonstrado pelo entusiasmo pelas atividades desenvolvidas. Também promoveu um melhor entendimento do conceito de solo e uma visão contextualizada do comportamento da água no solo em face das características da textura e de suas correlações com as grandezas físicas como massa, densidade, velocidade e umidade estudadas no Ensino Médio. As atividades do projeto ainda possibilitaram aos alunos a vivência do trabalho em equipe, permitindo que eles interagissem com equipamentos e materiais, adquirindo habilidades e competências que somente adquiririam em um trabalho utilizando a metodologia de projetos.

Palavras-chave: Ciências do Solo. Grandezas Físicas. Metodologia de Projetos.

ABSTRACT

LIMA, Ananias de Oliveira. **Using the methodology of projects for a meaningful learning of Physics. Contextualized study of soil properties.** 2010. 51p. Dissertation (Master Science in Agricultural Education). Agronomy Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

The objective of this research was to evaluate the effectiveness of methodology of projects in the context of the concepts of physics in the teaching of Soil Science, arousing interest in the scientific research while working as a team, contributing for the education of the student and promoting a meaningful learning. Such research is warranted because the contemporary pedagogical proposals must have a focus on new meaning of education, centered on the idea that education means preparing the individual to meet personal needs and desires of a society in constant transformation. Unfortunately, most schools have established a methodology represented by the traditional lecture, in whose model the teacher conveys to the student the content through the verbal exposition of the subject, exercises of memorization and retention. However, for learning to be meaningful it becomes necessary for one school with previous experience of students, allowing the formulation and solution of problems that encourage the construction of knowledge. The traditional methodology of physics has not met the goal of educating the young for the exercise of technical and scientific activities, being disconnected from the vocational subjects, therefore, does not attract the interest of the student, being unable to stimulate development skills of teamwork. In this sense, it is believed that the teaching-learning process could be enhanced with the implementation of interdisciplinary activities in order to understand concepts in physics laboratory activities in their professional practice. The research was conducted at IFES Campus Santa Teresa with a group of students from the Technical Course on Integrated Agricultural High School, enrolled in physics, consisting of 24 students. Initially, the students participated in educational activities of conceptual physics, and the theme generator design methodology was selected as the objective of developing an interdisciplinary and contextualized, referring to the concepts of soil. Following these concepts were used to carry out laboratory activities using the equipment available for the determination of texture, density, humidity and porosity of the soil samples, which resulted in completing reports. Students planned activities, preparing reports on their group, to determine the density, humidity and porosity of the fields according to the standard reports. Throughout this study, it was observed that the methodology allowed a greater interest by students, demonstrated by enthusiasm during the development of activities. It also promoted a better understanding of the concept of soil and a contextualized view of the behavior of soil water in the face of the texture features and their correlations with the physical quantities such as mass, density, velocity and humidity studied in high school. Project activities also allowed students to experience teamwork, allowing them to interact with equipment and materials, acquiring skills and acquire skills that only work on a project using the methodology.

Key word: Soil Science. Physical Quantities. A Design Methodology.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Aprendizagem por recepção e por descoberta está num continuum distinto entre aprendizagem mecânica e significativa.....	11
Figura 2 - Composição do solo em percentagem.....	15
Figura 3 - Composição volumétrica do solo.....	17
Figura 4 - Vidraria.....	22
Figura 5 - Estufa e balança.....	22
Figura 6 - Medidas com o paquímetro.....	23
Figura 7 - Coleta de amostras de solo.....	23
Figura 8 - Preparo de dispersante.....	24
Figura 9 - Separação da fração areia.....	24
Figura 10 - Agitação das frações silte mais argila.....	25
Figura 11 - Separação da fração argila.....	25
Figura 12 - Palestra da semana do meio ambiente.....	25
Figura 13 - Simulação das infiltrações.....	25
Figura 14 - Medida do volume de água.....	26
Figura 15 - Cálculo da taxa de infiltração da água.....	26
Figura 16 - Representação com missangas.....	28
Figura 17 - Representação em isopor.....	32
Figura 18 - Representação do solo no power point.....	32
Figura 19 - Representação do solo com bolas de isopor.....	32

INDÍCE DE QUADROS

Quadro 1 - Atividades indicadas para o professor estabelecer a sequência lógica do projeto..	6
Quadro 2 - Atividades dos alunos durante o projeto.	7
Quadro 3 - Resultados obtidos sobre aplicação da metodologia de projeto.	33

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização física das áreas estudadas.	27
Tabela 2 - Resultados da taxa de infiltração.....	28
Tabela 3 - Comparação entre a representação, realidade e modelo	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	O Projeto como Proposta de Ensino e Aprendizagem	3
2.2	Concepções da Metodologia de Projetos	5
2.3	A Interdisciplinaridade e o Ensino de Física	8
2.4	Aprendizagem Significativa	9
2.5	Grandezas Físicas e o Sistema Internacional de Unidades	12
2.6	Estudo da Ciência do Solo	14
2.6.1	Conceito de solo	14
2.6.2	Composição do solo	15
2.6.3	Propriedades físicas do solo	16
2.6.4	Retenção da água no solo	18
2.7	Conhecimento científico, modelos físicos e a realidade	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	Materiais	22
3.2	Metodologia	22
4	RESULTADOS EXPERIMENTAIS E ANÁLISES	27
4.1	Resultados Experimentais	27
4.2	Análises	29
4.2.1	Reflexos sócio-educativos	34
5	CONCLUSÕES	36
6	REFERÊNCIAS	37
7	ANEXOS	39
	ANEXO I	40
	ANEXO II	41
	ANEXO III	42
	ANEXO IV	43
	ANEXO V	44
	ANEXO VI	45
	ANEXO VII	46
	ANEXO VIII A	47
	ANEXO VIII B	48
	ANEXO IX	49
	ANEXO X	50
	ANEXO XI	51

1 INTRODUÇÃO

Tem sido recorrente a afirmação dos profissionais da educação de que as propostas pedagógicas contemporâneas devem ter em foco um novo sentido da educação, centrado na idéia de que educar significa preparar o indivíduo para responder às necessidades pessoais e aos anseios de uma sociedade em constante transformação. Para tanto, deve-se aceitar os desafios propostos pelo surgimento de novas tecnologias, dialogando com um mundo novo e dinâmico, numa sociedade mais instruída, melhor capacitada, gerando espaços educacionais autônomos, criativos, solidários e participativos, condições fundamentais para se viver nesse novo milênio.

Ainda assim, na maioria das escolas, vigora a metodologia tradicional representada pela aula expositiva, em cujo modelo o professor passa para o aluno, através da exposição verbal da matéria, de exercícios de memorização e fixação de conteúdos, de leituras em livros didáticos, os conhecimentos adquiridos ao longo dos anos pelas diferentes culturas. Configura-se assim a denominada educação bancária, onde o aluno recebe tudo pronto, não é incentivado a problematizar e nem é solicitado a questionar ou fazer relação do que aprende com o que se aplica nas atividades profissionais ou com o que já conhece. Por isso, é frequentemente caracterizado como passivo. É um ensino sem sentido para o educando, pois está desvinculado de sua realidade, descontextualizado.

No caso específico das disciplinas da área de ciências da natureza e suas tecnologias em virtude da sua natureza propedêutica, devem fundamentar os estudos das tecnologias agrícolas quando do exercício das atividades profissionais. Também devem preparar o estudante para adentrar no nível superior, em regra através de processos seletivos, exigindo-se alto nível de abstração e memorização dos conteúdos ensinados no ensino médio, dando pouca flexibilidade ao professor para dinamizar o processo educacional com a adoção de técnicas de ensino mais participativas, culminando no emprego quase que generalizado de aulas expositivas.

O grande problema da metodologia tradicional é o risco da não aprendizagem, já que não há a necessária interação entre o sujeito e o objeto de conhecimento, o que torna essa metodologia pouco adequada à formação dos jovens estudantes para a vida. Para que a aprendizagem seja significativa sugere-se uma relação escolar com as experiências anteriores dos alunos, permitindo a formulação e resolução de problemas que incentivam a construção do saber, estabelecendo diferentes tipos de relações entre fatos, objetos, acontecimentos, noções e conceitos, desencadeando modificações de comportamento e contribuindo para a utilização do que é aprendido em diferentes situações.

O Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio ministrado pelo IfES *Campus* Santa Teresa possui em sua matriz curricular várias componentes curriculares que tratam de assuntos relacionados com o estudo da Ciência do Solo, especialmente de suas propriedades físicas, tão importantes no manejo das culturas. Ao mesmo tempo, consta no rol deste nível de ensino a disciplina de Física que estuda várias grandezas que influenciam diretamente no estudo das propriedades físicas do solo.

Verifica-se que a metodologia tradicional de ensino de Física não atende ao objetivo de formar o jovem para o exercício de atividades técnicas e científicas sendo de forma totalmente descontextualizada, sem qualquer conexão com as disciplinas de formação profissional. Com isso, tem sido uma disciplina que não atrai o interesse do estudante, sendo incapaz de estimular o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, pois ao faltar atividades interdisciplinares carece da compreensão de conceitos de Física nas atividades laboratoriais em sua prática profissional.

Essas deficiências no ensino de Física foram observadas e comprovadas através de

contato verbal com os estudantes onde um dos questionamentos preferenciais foi “pra quê que eu vou estudar isso?”. Outro item que chamou atenção foi o fato das disciplinas do Ensino Médio e Ensino Profissional serem ministradas em turnos diferentes, não havendo conectividade entre os conteúdos abordados; além dessas observações foi constatado que as mudanças nas diretrizes curriculares do Ensino Profissional afastaram os estudantes da aplicabilidade de conhecimentos de Física no desenvolvimento de habilidades técnicas.

Verificou-se ainda em contatos com estudantes egressos, que em determinadas atividades técnicas, uma importância fundamental para o exercício profissional foi a aprendizagem de conceitos de Física e aplicação desses na análise e soluções de problemas que envolvem a compreensão de fenômenos relacionados com as atividades exercidas pelo técnico. A limitação da visão crítica fenomenológica e atitudes necessárias para executar as soluções desejadas dentro das condições de trabalho em que os técnicos em agropecuária se encontram são motivos que norteiam para uma formação científica e técnica integrada.

Acredita-se que o exercício das atividades do Técnico em Agropecuária recém-formado, como profissional não tem sido satisfatório, porque existe a necessidade de mudar a metodologia de ensino e a didática, por intermédio de uma metodologia de ensino integrado entre as disciplinas de forma contextualizada, já que o Curso Técnico e Médio são integrados.

Neste contexto, o emprego de uma metodologia de ensino pautada na interdisciplinaridade e contextualização dos conteúdos de física, estimulando o interesse pela disciplina e facilitando a compreensão por parte dos alunos dos assuntos abordados no estudo das disciplinas correlatas, em especial da Ciência do Solo deve contribuir para uma aprendizagem significativa?

O tema proposto no estudo e análise de propriedades físicas do solo, ao analisar em laboratório a textura do solo de algumas áreas da escola, teve uma boa receptividade dos alunos na frequência das atividades nos horários extra classe, na relação professor aluno e no entendimento da relação entre a teoria e a prática de acordo com as respostas do emprego da metodologia de projeto.

O envolvimento foi comprovado na contextualização dos conceitos abordados, na autonomia e na criatividade dos alunos ao diferenciarem um solo arenoso de um argiloso quanto à porosidade, à retenção e a infiltração de água. As representações de modelo de solo, a aquisição de habilidades e competências nas atividades de laboratório contribuíram significativamente na aprendizagem.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficácia da metodologia de projetos na contextualização dos conceitos de Física no ensino da Ciência do Solo, despertando o interesse pela pesquisa científica ao trabalhar em equipe, contribuindo na formação integral do aluno e promovendo uma aprendizagem significativa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Projeto como Proposta de Ensino e Aprendizagem

A metodologia de projetos se apresenta como uma técnica de largo uso nas disciplinas da Educação Profissional por permitir aos alunos vivenciarem em situações de campo a aplicabilidade dos conteúdos ministrados em sala de aula, contextualizando o ensino e tornando a aprendizagem significativa. Ela se contrapõe ao modelo tradicional de educação ao permitir uma maior proximidade entre os alunos e o professor, uma educação integral que prepare para a vida. O professor atua no papel de sujeito que dinamiza o processo educativo e o aluno participante na construção do conhecimento, a prática e a valorização do ambiente de aprendizagem.

Saliente-se que existem poucos relatos desta metodologia de ensino nas disciplinas propedêuticas em face da dificuldade de operacionalização de atividades que conjuguem os assuntos estudados com situações reais de vida dos alunos. Entretanto, como é oferecido o curso profissional e o ensino médio vislumbrou-se a possibilidade de realizar atividades interdisciplinares com a participação conjunta de docentes de física e Introdução a ciências do solo para estudo das interações disciplinares no que tange identificar as propriedades físicas do solo especialmente sua textura que influenciam na infiltração de água no solo.

Dessa forma, o trabalho por projetos busca uma educação integral que prepare para vida e minimize a distância entre educador e educando e, sobretudo coloque o aluno no centro do processo de construção do conhecimento valorizando a prática e o ambiente de aprendizagem.

A organização do trabalho escolar por projetos tem ganhado espaço nas instituições de ensino nesse início de século. Isso sugere que a escola tem se mostrado, em parte, mais flexível quando se trata da organização de seu currículo e da possibilidade de promover a integração entre as diferentes áreas do conhecimento.

O trabalho com projetos envolve atitudes interdisciplinares e transdisciplinares na medida em que exige uma participação mais ativa e compartilhada de professores e alunos na construção e desenvolvimento de todas as atividades escolares e dessa forma todos se tornam co-responsáveis pelo bom andamento do projeto em todas as suas etapas.

O método de projetos surgiu a partir do movimento educacional denominado Escola Nova, que se desenvolveu na Europa e nos Estados Unidos, no final do século XIX, chegando ao Brasil em 1920 e acentuando-se mais fortemente a partir de 1930. A Escola Nova destacou-se por ser um movimento educacional que se contrapunha às práticas pedagógicas tradicionais ao mesmo tempo em que pregava um modelo educacional que integrasse o indivíduo à sociedade e ampliasse o seu acesso à escola.

Alguns teóricos apontam Pestalozzi (1746 - 1827) e Fröbel (1782 - 1825) como precursores desse movimento uma vez que no século XVII já reiteravam a necessidade de uma educação voltada para os interesses infantis, centrada no próprio aluno por meio de experimentação prática e da vivência intelectual, sensorial e emocional, onde o que importava de fato não era o conteúdo, mas o desenvolvimento das habilidades e dos valores.

O método de projetos surgiu a partir do movimento educacional denominado Escola Nova, que se desenvolveu na Europa e nos Estados Unidos, no final do século XIX, chegando ao Brasil em 1920 e acentuando-se mais fortemente a partir de 1930. A Escola Nova destacou-se por ser um movimento educacional que se contrapunha às práticas pedagógicas tradicionais ao mesmo tempo em que pregava um modelo educacional que integrasse o indivíduo à sociedade e ampliasse o seu acesso à escola.

Alguns teóricos apontam Pestalozzi (1746 - 1827) e Fröbel (1782 - 1825) como precursores desse movimento uma vez que no século XVII já reiteravam a necessidade de uma educação voltada para os interesses infantis, centrada no próprio aluno por meio de experimentação prática e da vivência intelectual, sensorial e emocional, onde o que importava de fato não era o conteúdo, mas o desenvolvimento das habilidades e dos valores.

Os principais representantes do movimento escolanovista foram: o educador Ovide Decroly (1871 - 1932), na França, que sugeriu uma aprendizagem globalizadora e sistematizada por projetos em torno dos centros de interesse; Maria Montessori (1870 - 1952), na Itália que apontou a necessidade de atividades livres como forma de estimulação sensorio motora que ajudariam a desenvolver a personalidade integral e a psicomotricidade da criança na pré-escola; John Dewey (1859 - 1952), americano que acreditava ser o espaço escolar a reprodução de uma comunidade em miniatura, uma sociedade embrionária que dinamizava o crescimento da democracia; William Kilpatrick (1871 - 1965), seguidor de Dewey que já no final do século XX propunha o trabalho com projetos integrados cujo objetivo principal era incorporar novas idéias ou habilidades a serem expressas ou executadas como forma de experimentar o novo e ordenar a atividade intelectual para se atingir um grau de conhecimento; Celestin Freinet (1896 - 1966), na década de 30 na França, que propôs o trabalho cooperativo como forma de estimular a criança a se expressar livremente tornando o ambiente de sala de aula mais rico e participativo.

Na década de 90, pesquisadores como Jurjo Santomé, Fernando Hernández, Montserrat Ventura e Antoni Zabala, na Espanha, já propunham o currículo integrado e os projetos de trabalho com enfoque em uma educação globalizadora e transdisciplinar como estratégia de ensino a ser trabalhada nas escolas de educação fundamental.

No Brasil, o movimento escolanovista foi introduzido pelo filósofo Anísio Teixeira (1900 - 1971), um seguidor do pensamento de John Dewey, que entendia ser a escola o agente responsável pela contínua construção, reconstrução e transformação da sociedade. O movimento foi difundido também por Paulo Freire (1921 - 1997), nos anos 60, ao destacar o papel libertador da escola e, mais recentemente, nos anos 90, pelo educador espanhol Miguel Arroyo, que defende, entre outras coisas, uma nova estrutura curricular que contemple os temas emergentes como uma alternativa para o desenvolvimento integral do aluno pelo enfrentamento das questões que consideram ser bastante relevantes na atualidade. Todos esses autores destacavam a necessidade de se buscar um modelo educacional que fugisse do padrão tradicional.

Os PCN's já os apontavam para a necessidade de um trabalho com os conteúdos de forma conceitual, procedimental e atitudinal, porém na prática de sala de aula parece que essas perspectivas ainda não são plenamente adotadas ou incorporadas em um trabalho constante e contínuo. Muitas ações e atividades procedimentais são praticadas, e até com sucesso, porém a incorporação de forma sistemática parece não ser rotina do ambiente escolar.

Trabalhar com os conteúdos de forma procedimental parece ser uma das alternativas de auxiliar o aluno no desenvolvimento das múltiplas competências, que hoje são exigidas pela sociedade, além, é claro, de ser uma forma de desenvolver atitudes e mudanças de comportamento nos alunos.

Colocarmos os alunos diante de ações e procedimentos que os coloquem mais ativamente em seu processo de formação e construção do conhecimento torna-se uma maneira mais eficiente de possibilitar o desenvolvimento da criatividade, da liderança, do espírito de cooperação, da tranquilidade em aceitar desafios na resolução de problemas e outras capacidades esperadas desses indivíduos, quando forem atuar mais efetivamente nos diferentes segmentos sociais".(NOGUEIRA, 2005, p.20).

Nesse contexto, iniciaram-se as discussões sobre o que atualmente se destaca como princípios da Metodologia de Projetos: "método de projetos, centros de interesse, trabalho por

temas, pesquisa do meio, projetos de trabalho são denominações que se utilizam de maneira indistinta, mas que respondem a visões com importantes variações de contexto e conteúdo”. (HERNÁNDEZ & VENTURA, 1998).

Entretanto, apesar de várias denominações, essa concepção de educação, independente do nome, versa sobre a importância de se considerar a participação ativa do educando no processo ensino-aprendizagem através da pesquisa. Sua prática significa "uma maneira de entender para compreensão, o que implica um processo de pesquisa que tenha sentido através de diferentes estratégias de estudo. Projeto é uma concepção de como se trabalha a partir de pesquisa" (HERNÁNDEZ & VENTURA, 1998).

2.2 Concepções da Metodologia de Projetos

Para Moura e Barbosa (2006), os projetos de trabalho representam uma estratégia metodológica construída no contexto escolar e desenvolvida por alunos em uma ou mais disciplinas, sob orientação de um professor, cujo objetivo principal é o desenvolvimento de competências e habilidades em torno das atividades desenvolvidas. De acordo com os autores “o projeto de ensino constitui uma oportunidade de organização e efetivação do trabalho do professor, com as vantagens do desenvolvimento de atividades no modelo projetos”. (MOURA E BARBOSA, 2006, p. 194).

Segundo Machado (2004), no trabalho com projetos é possível desenvolver competências a partir da execução de tarefas motivadoras que estimulem e desafiem os alunos em torno de propostas inovadoras. Permite também situar o conhecimento numa rede de significados que só é percebido quando se transpõe a barreira cartesiana do olhar humano.

Educadores como os espanhóis Fernando Hernández e Montserrat Ventura ressaltam a importância do trabalho com projetos como estratégia de ensino e de organização do currículo escolar e, também, como alternativa ao modelo tradicional de organização do currículo por disciplinas. Os autores fundamentam suas idéias no trabalho do filósofo americano John Dewey que, dentre outras coisas, defendia que a escola deveria promover uma educação que estreitasse a relação entre teoria e prática.

De acordo com Hernández e Ventura (1998), a escola necessita inovar em suas ações educativas e propor a implantação de novas metodologias como forma de melhor fazer essa vinculação entre teoria e prática. O ponto de partida de seu trabalho é o que ele chamou de ensino globalizado, ou seja, um ensino que articule e relacione diferentes conhecimentos estabelecendo novos sentidos para aprendizagem em direção a um saber convergente e sem a preocupação de ser apenas de natureza cumulativa.

Para Hernández e Ventura (1998) o processo de globalização do ensino se fundamenta no relacionamento entre os diferentes saberes disciplinares em direção a um modelo que articule a aprendizagem individual do estudante com os diversos conteúdos disciplinares.

É, portanto, o tema ou problema que reclama a convergência de conhecimentos. Sua função articuladora é a de estabelecer relações compreensivas, que possibilitem novas convergências geradoras. É, definitivamente, mais do que uma atitude interdisciplinar ou transdisciplinar, uma oposição que pretende promover o desenvolvimento de um conhecimento relacional com atitude compreensiva das complexidades do próprio conhecimento humano (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p. 47).

Contudo, há três argumentos importantes e necessários à implantação de uma proposta de ensino globalizado na escola. O primeiro, de ordem sociológica, refere-se à capacidade da escola de adaptar-se a um grande número de informações a que estará submetida em um processo de globalização e, a partir desse ponto, saber filtrar entre esses conhecimentos aquilo que realmente interessa ao aluno. A outra argumentação é de ordem psicológica e busca

conduzir o estudante a uma aprendizagem significativa e funcional onde o conteúdo ensinado possibilite ao estudante relacioná-lo com sua realidade. O terceiro argumento está associado à interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na prática pedagógica e destaca a necessidade da escola realizar atividades que contemplem a organização da aprendizagem em torno de diversos temas.

Segundo Hernández e Ventura (1998), os projetos de trabalhos representam uma forma de organizar o processo de ensino aprendizagem com o conhecimento globalizado de forma mais flexível e sem referência disciplinares rígidas. De acordo com o autor a função do trabalho com projetos é

Favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação a: 1) o tratamento da informação e, 2) a relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p. 61).

Dessa forma, ao experimentar o trabalho com projetos, o professor abandona a postura tradicional de mero transmissor de conteúdos e assume, juntamente com os estudantes, o papel de pesquisador. Outro ponto importante a ser destacado refere-se ao fato de que todo assunto pode ser ensinado por projetos de trabalhos o que leva os estudantes a, muitas vezes, trabalharem temas que, sequer, constam nos currículos escolares. Entretanto, isso não impede que os professores possam, também, propor temas que considerem relevantes para garantir a aprendizagem de determinados conteúdos.

A organização do processo ensino-aprendizagem por projetos de trabalhos segue algumas etapas importantes para sua execução. O Primeiro passo é a escolha de um tema. Essa escolha pode ser feita a partir de assuntos da atualidade ou surgir de uma situação-problema gerada de uma, ou de um conjunto de perguntas sobre um determinado conteúdo e que permita ao estudante vincular essas informações à sua aprendizagem. Essa escolha deve levar em conta os interesses dos estudantes e para isso os professores devem propor que eles próprios discutam a relevância ou não do tema e decidam sobre sua escolha.

Para Hernández e Ventura.

O critério de escolha de um tema pela turma não se baseia num 'porque gostamos', e sim em sua relação com os trabalhos e temas precedentes, porque permite estabelecer novas formas de conexão com a informação e a elaboração de hipóteses de trabalho, que guiem a organização da ação (HERNÁNDEZ & VENTURA, 1998, p. 68).

Após a escolha do tema e das questões a serem respondidas (hipóteses) Hernández e Ventura (1998, p. 69) sugerem a realização, pelo professor, de uma série de atividades no sentido de estabelecer uma sequência lógica para a realização do projeto. O quadro 1 especifica as atividades e a finalidade de cada uma delas.

Quadro 1 - Atividades indicadas para o professor estabelecer a sequência lógica do projeto.

1- Especificar o fio condutor	Relacionado com os PC (Parâmetros Curriculares)
2- Buscar materiais	Especificação primeira de objetivos e conteúdos(o que se pode apreender no projeto?)
3- Estudar e preparar o tema	Selecionar a informação com critérios de novidade e de planejamento de problemas.
4- Envolver componentes do grupo	Reforçar a consistência de aprender.
5- Destacar o sentido funcional do projeto	Destaca a atualidade do tema para o grupo.
6- Manter uma atitude de avaliação	O que sabem, que dúvidas surgem, o que acredita que os alunos aprenderam.
7- Recapitular o processo seguido	Ordenar-se em forma de programa, para contrastá-lo e planejar novas propostas educativas.

Contudo, os autores alertam que nem sempre há, por parte dos professores, uma homogeneidade na condução de seus projetos em relação às etapas descritas. Critérios alternativos podem ser incorporados na medida em que diferentes posturas e concepções de ensino se alternam na sua execução.

Paralelamente ao trabalho do professor, os alunos também realizam um conjunto de ações que, articuladas com as atividades docentes, irão dar orientação e organização ao Projeto. Algumas tarefas a serem desenvolvidas pelos alunos, podem ser padronizadas, porém ressaltando que elas não são únicas, pois há que se considerar o “efeito inovador” (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p. 72/74) dos alunos sobre a aprendizagem. O quadro 2 especifica às atividades dos alunos durante a realização do Projeto.

Quadro 2 - Atividades dos alunos durante o projeto.

1- Escolha do tema	Abordar critérios e argumentos. Elaborar um índice individual.
2- Planejar o desenvolvimento do tema	Colaborar no roteiro inicial da classe.
3- Participar na busca da informação	Contato com diferentes fontes.
4- Realizar o tratamento da informação	Interpretar a realidade. Ordena-a e apresenta-a. Propõe novas perguntas.
5- Analisar os capítulos do índice	Individual ou em grupo.
6- Realizar dossiê de síntese	Realiza o índice final de ordenação.
7- Realizar a avaliação	Aplicando em situações simuladas, os conteúdos estudados.
8- Novas perspectivas	Propõe novas perguntas para outros temas.

Nos projetos de trabalho o educador age como um facilitador da aprendizagem engajando-se nas atividades discentes e conduzindo, os estudantes a novas descobertas. Já o aluno deve ser incentivado a buscar em diversas fontes as informações necessárias ao desenvolvimento do projeto com vistas a favorecer sua autonomia nessa escolha e, sobretudo facilitar o diálogo entre educador e educando no tratamento dessa informação.

Nesse diálogo é essencial livrar-se de um duplo preconceito: por um lado, pode aprender tudo por si mesmo, e, por outro, que é um ser receptivo frente à informação apresentada pelo professorado. A função destes como facilitadores se faz aqui evidente, de forma especial a partir de sua capacidade para transformar as referências informativas em materiais de aprendizagem com uma intenção crítica e reflexiva (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p.76).

O trabalho com projetos foge do modelo tradicional de ensino ao mudar o foco da aprendizagem, em sala de aula, do professor para o aluno. Também proporciona uma efetiva aprendizagem ao invés de simples memorização de conteúdos, além de procurar equilibrar melhor a relação entre teoria e prática. No trabalho com projetos a idéia fundamental é levar o aluno a adquirir uma série de procedimentos que lhes permitam organizar melhor a informação e, com isso, descobrir as diversas relações que podem ser estabelecidas a partir de um tema ou problema pesquisado. “A função principal de um projeto é possibilitar aos alunos o desenvolvimento de estratégias globalizadoras de organização dos conhecimentos escolares, mediante o tratamento da informação” (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p.89).

O trabalho com projetos, ao privilegiar a construção do conhecimento e a pesquisa, acentua no aluno a capacidade de aprender, descobrir, resolver problemas, articular saberes adquiridos, desenvolver a criatividade e agir com autonomia, habilidades consideradas essenciais para quem almeja um processo de formação integral.

2.3 A Interdisciplinaridade e o Ensino de Física

A interdisciplinaridade se constitui como uma forma de se fazer uma leitura mais adequada da realidade. Vários autores sugerem que no lugar de transformar os objetivos do mundo de forma a integrá-los às teorias, é possível proceder de forma inversa, ou seja, submeter os conhecimentos disponíveis a projetos de ação sobre o mundo.

A interdisciplinaridade, no campo da ciência, corresponde à necessidade de superar a visão fragmentadora de produção desarticulada do conhecimento, como também de articular e produzir coerência entre os múltiplos fragmentos que estão postos no acervo de conhecimentos da humanidade. Trata-se de um esforço no sentido de promover a elaboração de síntese que desenvolvam a contínua recomposição da unidade entre as múltiplas representações da realidade. Busca-se estabelecer o sentido de unidade na diversidade, mediante uma visão de conjunto, que permita ao homem fazer sentido dos conhecimentos e informações dissociados e até mesmo antagônicos que vem recebendo, de tal modo que possa reencontrar a identidade do saber na multiplicidade de conhecimentos (LÜCK, 2007. p.59).

A interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e o engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual. “A interdisciplinaridade também se estabelece a partir da importância e necessidade de uma contínua interinfluência de teoria e prática, de modo que se enriqueçam reciprocamente” (LUCK, 2007, p. 62/63).

No entendimento de Fazenda

O pensar e o agir interdisciplinar se apóiam no princípio de que nenhuma fonte de conhecimento é em si mesma completa e de que, pelo diálogo com outras formas de conhecimento, de maneira a se interpenetrarem, surgem novos desdobramentos na compreensão da realidade e sua representação” (Fazenda, 1979).

Para Nicolescu (1999,p.2), a interdisciplinaridade *diz respeito à transferência de métodos de uma disciplina à outra*. Podem-se distinguir três graus de interdisciplinaridade:

- a) *um grau de aplicação*. Por exemplo, quando os métodos da física nuclear são transferidos para a medicina, resultam no aparecimento de novos tratamentos de câncer;
- b) *um grau epistemológico*. Por exemplo, transferindo os métodos da lógica formal para a área do direito geral, geram análises interessantes de epistemologia do direito;
- c) *um grau de geração de novas disciplinas*. Por exemplo, quando métodos da matemática foram para a física geraram a física matemática e, quando transferidos para os fenômenos meteorológicos ou para processos do mercado de ações, geraram a teoria do caos; para astrofísica, produziu-se a cosmologia quântica e, transferindo métodos computacionais para a arte, obteve-se a arte computacional. Assim como a pluridisciplinaridade, a interdisciplinaridade ultrapassa as disciplinas, mas seu objetivo permanece dentro do mesmo quadro de referência da pesquisa disciplinar (NICOLESCU, 1999. p. 2).

Os conceitos de interdisciplinaridade estudados, apresentam-se sob uma ótica em que o mundo e suas relações com os indivíduos estão em permanente mudança. Assim sendo: “o

caminho interdisciplinar é amplo no seu contexto e nos revela um quadro que precisa ser redefinido e ampliado. Tal constatação induz a reflexão sobre a necessidade de professores e alunos trabalharem unidos, se reconhecerem para, juntos, vivenciarem uma ação educativa mais produtiva” (TAVARES, 1999. p. 30).

A noção mais conhecida de interdisciplinaridade é de interação, a compartimentalização de conhecimentos, implicando uma troca entre especialistas de vários campos do conhecimento na discussão de um assunto, na resolução de um problema, tendo em vista uma compreensão melhor da realidade. A característica central da interdisciplinaridade, segundo Japiassu (1976), consiste no fato de ela conseguir incorporar os resultados de várias especialidades, tomando-lhes de empréstimo esquemas conceituais de análise, instrumentos e técnicas metodológicas, a fim de fazê-los integrar, depois de havê-los comparado e julgado. Nessa noção está a idéia de superação da especialidade excessiva, portanto de maior ligação a ciência com suas aplicações. A idéia é de que não se trata de conhecer por conhecer, mas de ligar o conhecimento científico a uma cognição prática, isto é, de compreender a realidade para transformá-la.

Atitudes e práticas interdisciplinares não são incompatíveis com a organização do currículo por disciplinas científicas, porque não há práticas interdisciplinares sem o conhecimento de especialização disciplinar.

Portanto é necessária uma interdisciplinaridade, não numa mera justaposição de disciplinas, mas na possibilidade de relacioná-las em atividades experimentais. O conceito de interdisciplinaridade fica claro quando se considera que todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos, e parafraseando Santos (2003), “educar é fazer com que os jovens dialoguem com o conhecimento”.

2.4 Aprendizagem Significativa

Teóricos da aprendizagem como Ausubel, têm tido grande influência nas atuais pesquisas de ensino através de sua teoria sobre o processo de cognição que dão ênfase à importância de se levar em conta o conhecimento prévio do aluno no ato ensinar/aprender. Acredita-se que planejar o ensino, não levando-se em conta o conhecimento do aluno, provavelmente pouco se conseguirá o aprendizado desejado.

A teoria de Ausubel ocupa-se especificamente dos processos de aprendizagem/ensino dos conceitos científicos a partir dos conceitos previamente formados pela criança em sua vida cotidiana. Aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor ou, simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1999. p.153).

O “subsunçor” é, portanto, um conceito, uma idéia, uma proposição, já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o sujeito.

Segundo Moreira, dando exemplo de Física, ele diz que:

“se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e de campo como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos.” Entretanto, este processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes, bem desenvolvidos ou limitados e

pouco desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunto com um dado subsunçor. No exemplo dado, uma idéia intuitiva de força e campo serviria como subsunçor para novas informações referentes à força e a campo gravitacional, eletromagnético e nuclear, porém, na medida em que esses novos conceitos fossem aprendidos de maneira significativa, disso resultaria em crescimento e elaboração dos conceitos subsunçores iniciais. Isto é, os conceitos de força e campo ficariam mais elaborados, mais abrangentes e mais capazes de servir de subsunçores para novas informações relativas a forças e a campos ou correlatas. (MOREIRA&MANSINI, 1982. p. 8).

Daí, conclui-se que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ‘ancora-se’ em conhecimentos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Portanto, aprendizagem significativa caracteriza-se por uma interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, por meio da qual essas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva.

Ausubel, citado por Moreira (1999), contrapõe a aprendizagem mecânica à aprendizagem significativa, definindo a primeira como sendo aquela em que novas informações são apreendidas praticamente sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem se ligar a conceitos subsunçores específicos.

Moreira (1999) comenta que, embora a aprendizagem significativa deva ser preferida à mecânica por facilitar a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem, pode ocorrer que, em certas situações, a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária; por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimentos. Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem mecânica e significativa como sendo uma dicotomia, e sim um *continuum*.

Em Física, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos podem ser tomados como exemplo típico de aprendizagem mecânica. Por outro lado, o trabalho de laboratório nas escolas, ou seja, as aulas experimentais estão num continuum entre aprendizagem significativa e mecânica.

Segundo Moreira (1999), não se deve confundir aprendizagens significativa ou mecânica com aprendizagens por descoberta ou por recepção. Na aprendizagem receptiva, o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. No final a aprendizagem só será significativa, segundo a concepção ausubeliana, se o novo conteúdo incorporar-se, de forma não arbitrária e não literal, à estrutura cognitiva. Portanto, a aprendizagem por descoberta não é necessariamente, significativa, nem aprendizagem por recepção é obrigatoriamente mecânica. Em termos de aprendizagem de conteúdo, o que é descoberto torna-se significativo da mesma forma que aquilo que é apresentado ao aprendiz na aprendizagem receptiva.

Na prática, a maior parte desse conteúdo está orientada para a aprendizagem receptiva, sendo muitas vezes criticada pelos defensores da aprendizagem por descoberta. Do ponto de vista de aquisição do conhecimento, essa crítica é, segundo Ausubel, injustificada, pois, em nenhum estágio do desenvolvimento cognitivo do aluno, ele tem, necessariamente, que descobrir conteúdos a fim de se tornar apto a compreendê-los e usá-los significativamente.

O laboratório tem no Ensino de Física particularmente, um papel fundamental, porém, se o objetivo for o de fazer com que o aluno aprenda determinado conteúdo ou que estabeleça relações entre física e ciências dos solos, isso pode ser feito por meio da aprendizagem receptiva. Moreira diz que o ensino e a aprendizagem seriam altamente ineficientes se o aluno

tivesse de redescobrir os conteúdos para que a aprendizagem fosse significativa.

Segundo Moreira (1999):

Não há porque criticar o ‘método expositivo’ ou a instrução organizada por meio de linhas de aprendizagem receptiva, quanto a seus méritos. Podem ser ineficientes se foram mal empregados. Porém, na medida em que facilitarem aprendizagem receptiva significativa, poderam ser mais eficientes do que qualquer outro método ou abordagem instrucional, no que se refere à aquisição de conteúdo cognitivo (MOREIRA, 1999).

Na verdade, aprendizagem por descoberta e por recepção não são dicotômicas, podendo ser concomitantes. A figura 1 mostra um gráfico onde é possível perceber estas relações.

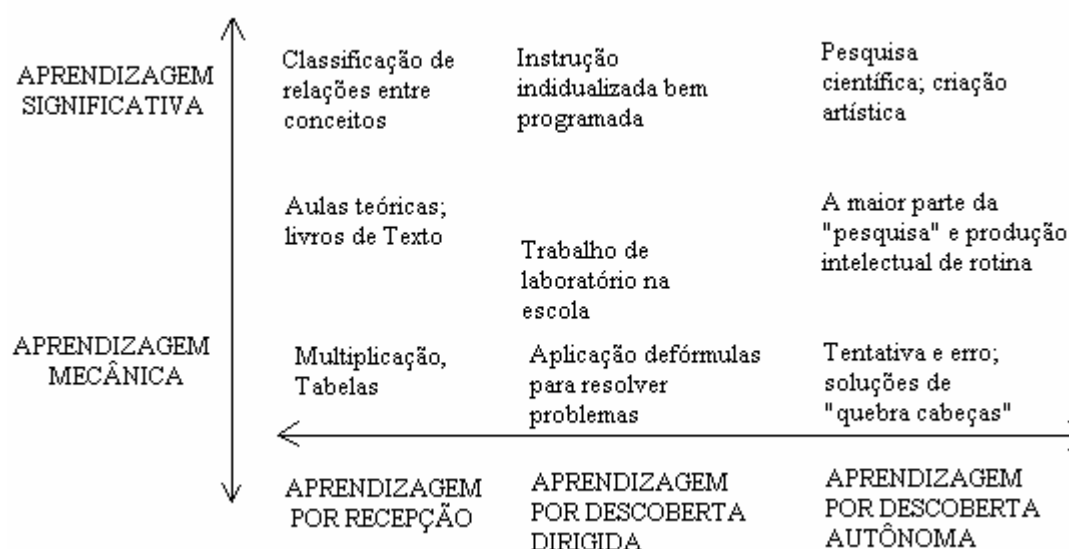


Figura 1 - Aprendizagem por recepção e por descoberta está num continuum distinto entre aprendizagem mecânica e significativa. Fonte: MOREIRA (1999, p 19).

Neste modelo, a experimentação (trabalho de laboratório na escola) está associada à aprendizagem por descoberta, num *continuum* entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, mas em um estágio mais avançado de maturidade cognitiva pode, em um primeiro momento, ser orientada para a aprendizagem por recepção, como instrumento de produzir conhecimentos, habilidades e capacidades mentais para que o indivíduo possa organizar, interpretar e reelaborar as suas experiências de vida e não privilegiando o saber técnico, os métodos individualizantes na obtenção do conhecimento, em que tudo é previsto, organizado, controlado pela equipe de comando, como preconiza a concepção tecnicista.

Há clareza de que Paulo Freire, no seu Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa, tinha razão ao afirmar:

A nossa capacidade de aprender, de que decorre a de ensinar, sugere ou, mais do que isso, implica a nossa habilidade apreender a substantividade do objeto aprendido. A memorização mecânica do perfil do objeto não aprendizado verdadeiro do objeto ou do conteúdo. Nesse caso o aprendiz funciona muito mais como paciente da transferência do objeto ou do conteúdo do que como sujeito crítico, epistemologicamente curioso, que constrói o conhecimento do objeto ou participa de sua construção. É precisamente por causa desta habilidade de aprender a substantividade do

objeto que nos é possível reconstruir um mal aprendizado, o em que o aprendiz foi puro paciente da transferência do conhecimento feita pelo educador (FREIRE, 2008, p.69).

A aplicação desta concepção está em determinados roteiros de laboratórios que são um conjunto de instruções as quais têm o objetivo de guiar os alunos em atividades experimentais.

Por outro lado, a chamada “aprendizagem por descoberta”, que acentua o valor motivacional da experimentação é um importante exemplo da aplicação das teses empiristas - indutivistas ao ensino de ciências, essa proposta tem como suposto essencial a observação e a experimentação bem conduzidas proporcionando uma base segura na qual o conhecimento é obtido.

Para Coll: “aprendizagem significativa é aquela em que o aluno consegue estabelecer vínculos entre seus conhecimentos prévios e os novos conteúdos em construção. Por sua vez, ela é funcional, quando a aprendizagem for construída através dos conceitos vividos pelo próprio sujeito com ênfase na aprendizagem por descoberta e na resolução de problemas do cotidiano e experimentações” (COLL, 1998. p.27).

Para que ocorra o relacionamento entre o conteúdo a ser apresentado e a estrutura cognitiva do aluno, o professor pode utilizar a estratégia dos organizadores prévios.

Os organizadores prévios são conteúdos introdutórios apresentados antes do conteúdo a ser aprendido. Segundo Ausubel:

“a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” (MOREIRA, 1999, p.155).

As atividades de ensino devem propiciar condições para que o aluno construa o conhecimento, utilizando-se das concepções por ele já construídas, ou seja, levando-se em conta como o aluno compreende um dado conceito, seu nível cognitivo e o conhecimento aceito pela comunidade científica e, assim, que consiga conectá-lo com suas atividades de campo, tornando a aprendizagem frutífera.

2.5 Grandezas Físicas e o Sistema Internacional de Unidades

De acordo com ARRUDA & ANJOS (1993) pode-se afirmar que: “tudo aquilo que pode ser medido recebe o nome de grandeza física”. Algumas grandezas com as quais se trabalha frequentemente nos laboratórios de solos, são: comprimento, tempo, massa, área, volume, força, temperatura, energia, etc. O homem realiza medidas das grandezas físicas desde a antiguidade, quando comerciantes e camponeses determinavam as quantidades e pesos dos produtos trocados e vendidos. A avaliação do peso era feita com a própria mão, depois com a ajuda de uma haste suspensa pelo centro, a primeira balança conhecida aparece em desenhos nas pirâmides egípcias. Os arquitetos e os mercadores de tecidos mediam comprimentos, os astrônomos mediam o tempo com a ajuda de uma ampulheta ou uma espécie de relógio de água, a clepsidra. Em 1795, na França, existiam 700 a 800 nomes de medidas diversas, surgindo a necessidade de uma unificação e de uma simplificação do sistema, tanto por necessidade comercial como científica. Assim em 07 de abril de 1795 surge o sistema métrico, que foi uma das mais significativas contribuições da Revolução Francesa.

As principais características do Sistema Métrico Decimal então proposto foram: 1.

como o seu nome indica, o sistema era decimal; 2. os prefixos dos múltiplos e submúltiplos foram escolhidos de modo racional, usando-se prefixos gregos e latinos (quilo= 10^3 , mili= 10^{-3} , deca=10, deci= 10^{-1}); 3. a terra foi tomada como base para a escolha da unidade de comprimento: o metro foi definido como sendo a décima milionésima parte da distância do equador ao pólo. Esta distância foi marcada sobre uma barra de platina iridiada, o metro padrão, até hoje conservada em uma repartição de pesos e medidas de Paris (ARRUDA & ANJOS, 1993).

A implantação do sistema métrico, na própria França, foi cercada de grandes dificuldades, pois, como era de se esperar, a população reagiu à mudança de hábitos já arraigados aos seus costumes diários. Em virtude da reação popular, Napoleão Bonaparte, então Imperador dos franceses, assinou um decreto permitindo que as unidades antigas continuasse a ser usadas mas, ao mesmo tempo, tornando obrigatório o ensino do Sistema Métrico nas escolas. Finalmente, em 1840, a nova lei tornava ilegal o uso de qualquer unidade não pertencente ao sistema métrico, ficando assim, definitivamente implantado na França o novo sistema. Por esta época, o sistema métrico já se tornava conhecido em outros países e em 1875 realizava-se em Paris a célebre Convenção do Metro na qual 18 das mais importantes nações do mundo se comprometiam a adotá-lo. A Inglaterra não compareceu à reunião negando-se a usar as unidades desse sistema.

Novas unidades para medir outras grandezas, conservando as mesmas características usadas na definição do metro, foram sendo incorporadas ao sistema. Entretanto, a precisão dos padrões estabelecidos no século passado não era suficiente diante do grande desenvolvimento científico do século XX. Assim os cientistas percebem a necessidade de uma reestruturação no sistema métrico e, em 1960, durante a 11ª Conferência de Pesos e Medidas, também realizada em Paris, foi formulado um novo sistema, denominado Sistema Internacional de Unidades (S.I). ARRUDA & ANJOS (1993) ressaltam que as unidades fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (S.I) são as unidades de comprimento (metro), a unidade de tempo (segundo), a unidade de massa (quilograma), a unidade de força (Newton), a unidade de corrente elétrica (Ampère), etc. Toda medida de uma grandeza física, usa um padrão de unidade de mesma natureza, para medir comprimento emprega-se o metro padrão, e a medida é expressa através da notação científica que possui um certo número de algarismos significativos, dos quais um é duvidoso.”

2.6 Estudo da Ciência do Solo

2.6.1 Conceito de solo

A ciência do solo estuda e define qualitativamente e quantitativamente as propriedades físicas, bem como sua medição, predição e controle, com o objetivo principal de entender os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos e seu papel na biosfera.

A importância prática de se entender o comportamento físico do solo está associada ao seu uso e manejo apropriado, orientando a irrigação, drenagem, preparo e conservação do solo. Um solo é considerado fisicamente ideal para o crescimento das plantas quando apresenta boa retenção de água, bom arejamento, bom suprimento de calor, pouca resistência ao crescimento radicular, boa estabilidade dos agregados e boa infiltração de água no solo que são condições importantes para a qualidade ambiental dos ecossistemas.

O homem sempre reconheceu o solo como um elemento fundamental de sua sobrevivência. O conceito de solo está intrínseco a cada especialidade, tendo significado e abrangência diferentes conforme a atividade de quem o analisa.

Como afirma Beck:

Assim, para um engenheiro de minas, o solo é um detrito que recobre as rochas e minerais e que deve ser removido. Para o engenheiro de rodovias, pode ser o material em que será locado o leito da estrada. Para a dona de casa, o solo é o material que adere aos sapatos, deposita-se sobre os móveis e vestuário, sujando-os. Para os produtores rurais, é o meio para a exploração da agricultura e da pecuária (BECK et al., 2000, p. 11).

Ainda, segundo Beck (2000), no desenvolvimento da ciência do solo, este tem sido estudado e interpretado diferentemente à medida que os conhecimentos sobre sua complexidade evoluíram. Destacam-se conceitos que contribuíram significativamente para o conhecimento: o solo como produto de alteração das rochas e como corpos naturais organizados; o solo como meio para o desenvolvimento das plantas, e o solo como meio capaz de armazenar e transformar resíduos.

Assim, considerando a evolução histórica do conceito sobre o solo e a sua importância dentro da Ciência do Solo, um conceito de solo mais adequado e mais abrangente na atualidade pode ser:

Solo: corpo natural da superfície terrestre, constituído de materiais minerais e orgânicos resultantes das interações dos fatores de formação (clima, organismos vivos, material de origem e relevo) através do tempo, contendo matéria viva e em parte modificado pela ação humana, capaz de sustentar plantas, de reter água, de armazenar e transformar resíduos e de suportar edificações. (BECK et al., 2000, p. 14).

Portanto, ao contrário do que se pode pensar, o solo não se resume em um pedaço de chão. É um sistema bastante complexo, composto por agregados de argila, matéria orgânica, minerais em constante transformação e em decomposição, minúsculos poros que armazenam água e ar e, principalmente, muita vida.

Ao se examinar o solo, considerando, a parte fértil da superfície da Terra, observa-se que ele é bastante diferenciado. Segundo Chagas: “Há lugares onde o solo é amarelo, em outros, vermelho ou claro, quase branco; em certos locais, quando molhado, é barrento,

pegajoso, em outros, arenoso, não se encharcando com a chuva; ou, ainda, é fofo, contrastando com lugares que é pedregoso” (CHAGAS, 1996, p. 12).

Ainda segundo Chagas (1996), tais diferenças são decorrentes da história do solo, ou melhor, de seu processo de formação, das rochas de que teve origem, das chuvas, ventos e insolação que recebeu, da população microbiana e vegetal que o ocupou (e o ocupa), dentre outros fatores.

Para ser considerado um solo rico, do ponto de vista de nutrientes e bem estar para a planta, ele deve ser profundo, dando espaço para que as raízes possam se desenvolver bem, sem encontrar obstáculos que inibam seu crescimento. Deve também possuir um teor de argila, de modo que uma grande parte dos nutrientes de carga elétrica positiva seja armazenado, pois, da Físico-Química, se aprende que íons de cargas negativas se unem aos de carga positivas como ímã. A maioria dos nutrientes importantes para as plantas como o cálcio, potássio e magnésio tem cargas positivas e são denominados cátions. No solo, estes elementos ligam-se à argila, a qual possui carga negativa. Por último, deve ainda reter suficientemente a água, para que os nutrientes possam ser encontrados na forma solúvel, essencial para a absorção por parte da planta.

2.6.2 Composição do solo

Os principais constituintes do solo são: o ar, a água, os minerais e a matéria orgânica. As quantidades relativas de cada um variam de solo para solo e, em um mesmo lugar também se alteram com o tempo. Dessa proporção, depende a produtividade do solo.

A Figura 2 ilustra a composição em volume de um solo que apresenta boas condições para o crescimento das plantas (COELHO, 1973, p. 8).

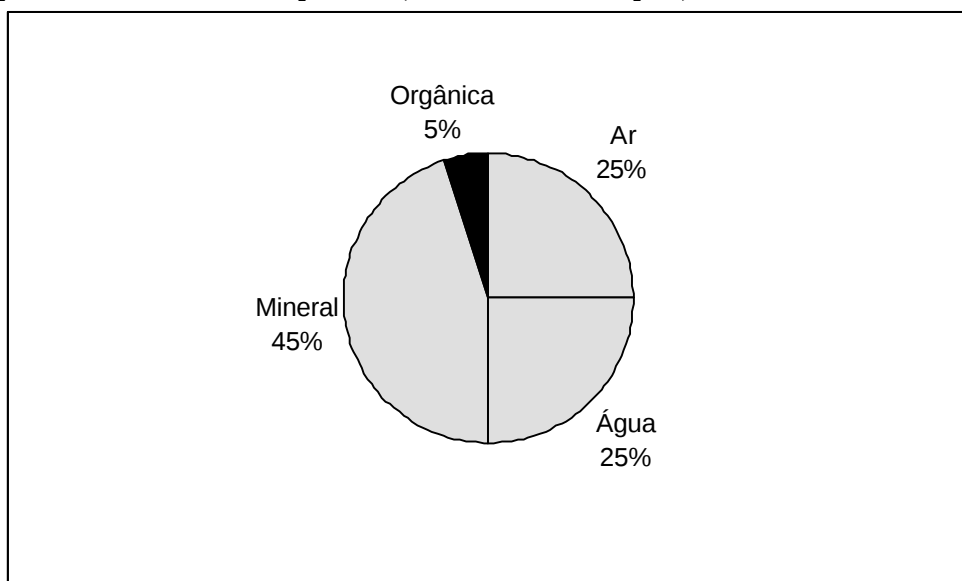


Figura 2 - Composição do solo em percentagem.

Os minerais existentes no solo refletem o material de origem, bem como os processos de intemperismo. Os minerais que ainda persistem no solo, são conhecidos como minerais primários e os minerais secundários são os que se formam dos produtos de decomposição do material de origem do solo.

Segundo Chagas (1996), o óxido de alumínio é geralmente amorfo, e os solos ricos em óxidos de ferro apresentam uma cor avermelhada, como nas chamadas “terras roxas”. Brady (1968) afirma que, geralmente, os minerais primários tendem a dominar as frações maiores do solo, enquanto os minerais secundários são mais encontrados nos materiais finos,

especialmente nas argilas.

A matéria orgânica é formada dos restos de vegetais e animais, que são chamadas de *biomassa*; das substâncias que constituem os seres vivos, denominadas *biomoléculas*, como proteínas, lignina, celulose, etc.; dos produtos de degradação dessas substâncias, como os aminoácidos, ácidos carboxílicos, carboidratos, etc e de um material que recebe o nome genérico de *húmus* ou *matéria húmica*. Os microorganismos que podem ser computados também como matéria orgânica, desempenham um papel fundamental nessas transformações, desde a degradação da biomassa até a formação do húmus (CHAGAS, 1996).

Segundo Raij (1991), o carbono da matéria orgânica provém do gás carbônico (CO_2) do ar, fixado pelas plantas clorofiladas através do processo de fotossíntese. O nitrogênio provém de pequenas adições anuais de nitrogênio inorgânico pela água da chuva e fixação do nitrogênio atmosférico por microorganismos.

Com frequência, encontra-se a palavra húmus como sendo sinônimo de matéria orgânica porém é somente um dos produtos resultantes do processo de degradação da matéria orgânica. De acordo com Chagas (1996), a matéria húmica, constitui-se de um material orgânico bastante complexo, de natureza polimérica, e bastante variável. O húmus é em parte responsável pela aglutinação das partículas dos minerais do solo, funcionando como uma cola. Isso se deve à sua constituição molecular, a qual apresenta grupos atômicos bastante reativos, que interagem com os íons da superfície das argilas e dos outros componentes do solo.

A água do solo é o veículo de transferência de nutrientes do solo para as plantas, além de ser o meio de transferência de solutos nos seres vivos.

Segundo Brady (1968), são necessárias duas conceituações sobre água do solo. Primeiro, a água é retida nos poros do solo em graus variáveis de persistência, dependendo da quantidade existente deste líquido; segundo, juntamente com os sais em solução, a água do solo forma a denominada *solução do solo*, que é importante como veículo para fornecer nutrientes aos vegetais em crescimento.

A solução do solo contém quantidades pequenas, porém significativas de sais em solução, muitos deles essenciais ao crescimento vegetal. Há uma troca de nutrientes entre os sólidos e a solução do solo e, por outro lado, entre a solução do solo e as plantas.

A água do solo, além de estar dissolvendo vários componentes, comporta-se de maneira diversa, conforme o lugar onde se encontra. Quando está nos poros maiores, comporta-se como as águas dos rios, que se escoam pela ação da gravidade. Da mesma maneira procede grande parte da água do solo, depois de uma chuva. Porém, nos espaços menores entre as partículas do solo, os “poros capilares”, a água já não escoam pela ação da gravidade, mas fica retida pelas forças que agem entre suas moléculas e as da superfície do sólido. É um fenômeno parecido com o que ocorre num pano embebido com água: mesmo após torcê-lo, resta um pouco desse líquido, que não escorre e só sai pela evaporação.

O ar do solo difere-se do ar atmosférico. Em primeiro lugar, o ar do solo não são contínuos, localizando-se no labirinto de poros do solo, separados pelos sólidos do mesmo solo; em segundo lugar, o ar do solo tem um teor de umidade mais elevado do que o ar atmosférico; em terceiro lugar, o teor de dióxido de carbono (CO_2) é, geralmente, mais elevado e o de oxigênio é mais reduzido do que os encontrados na atmosfera.

Raij (1991) explica que em condições de campo, um sintoma comum de solos mal arejados é o amarelecimento geral das culturas, o que se deve pelo menos em parte à deficiência de nitrogênio.

2.6.3 Propriedades físicas do solo

Os solos são sistemas trifásicos, constituídos por elementos sólidos, líquidos e

gasosos. As partículas da fase sólida variam de tamanho, forma e composição química e a sua combinação nas várias configurações possíveis forma o que se denomina de matriz do solo.

Dentre as propriedades físicas mais importantes do solo destacam-se: textura, porosidade, umidade e densidade. A textura é definida pela proporção relativa das classes de tamanho de partículas de um solo. A Sociedade de Ciência do Solo define quatro tamanho de partículas menores que 2 mm, usadas para a definição da classe de textura dos solos: Areia grossa - 2 a 0,2 mm e Areia fina - 0,2 a 0,05 mm; Silte - 0,05 a 0,002 mm; Argila - menor que 0,002 mm.

A avaliação da textura é feita diretamente no campo ou em laboratório. No campo, a estimativa é baseada na sensação ao tato ao manusear uma amostra de solo. A areia manifesta sensação de aspereza, o silte maciez e a argila maciez, plasticidade e pegajosidade quando molhada. No laboratório, a amostra de solo é dispersa numa suspensão e por peneiramento e sedimentação, se determina a proporção de areia, argila e por diferença a de silte.

A porosidade é a propriedade relacionada proporção de espaços “vazios” do solo onde se encontram a água e o ar, sendo responsável por um conjunto de fenômenos e determina uma série de mecanismos importantes no solo, tais como a retenção e fluxo de água e ar e a reação mecânica do solo à aplicação de forças externas. A porosidade é definida como a razão entre o volume de poros e o volume do solo.

Segundo (Klein.2008.p.39), “A porosidade é originária do arranjo aleatório das partículas sólidas. Considerando-se que todas as partículas do solo sejam esféricas pode-se provar que, independentemente do tamanho das esferas e do seu arranjo, o volume dos espaços porosos será sempre em torno de 50%.”

A umidade do solo é definida como a razão entre a massa de água e a massa de solo seco, denominada umidade em peso (U_p), ou como a razão entre o volume de água e o volume de solo, denominada umidade em volume (U_v). Tal relação pode ser visualizada considerando o cubo de solo de lado L , apresentado na figura 3 (SALASSIER, 2006, p.15).

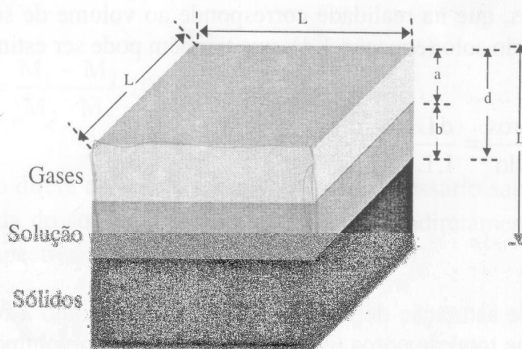


Figura 3 - Composição volumétrica do solo (volume da solução = $b L L$; volume dos gases = $a L L$).

Nota: $U_v = \text{volume de água} / \text{volume de solo} = bLL / LLL = b / L$

A vantagem de se trabalhar com a umidade em volume é que o valor obtido corresponde à lâmina de água retida por camada de solo. Por exemplo, se a umidade do solo em volume é de 0,20 ou 20%, significa que em cada camada de solo de espessura L existe $0,2L$ de água, ou seja, em cada centímetro de solo existem 2,0 mm de água.

A determinação da umidade pode ser feita por métodos diretos, retirando amostras de solo, na área e na profundidade em que se deseja saber a umidade, posteriormente deve-se

colocá-las em um recipiente fechado, geralmente de alumínio e trazê-las para o laboratório. Pesa-se o recipiente e tara-se a balança, pesa-se a amostra de solo úmido (m_{su}) e coloca-se o recipiente aberto em uma estufa a 105 - 110°C. Após 24 horas, no mínimo, retira-se o recipiente com o solo seco da estufa, pesando-o novamente medindo-se a massa de solo seco (m_{ss}). A percentagem de umidade em peso será dada por: $Up = \text{massa de água} / \text{massa de solo seco} = [(m_{su} - m_{ss}) / m_{ss}] \times 100$

A densidade do solo (d) é a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume do solo. O volume do solo inclui o volume de sólidos e o volume poroso do solo, por isso, o uso principal da densidade do solo é como indicador da compactação, as alterações da estrutura e porosidade do solo. A densidade de partículas (d_p) expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume de sólidos do solo; portanto não inclui a porosidade do solo e não varia com o manejo do solo, em média é de aproximadamente 2,65 g/cm³.

2.6.4 Retenção da água no solo

A água na forma líquida apresenta propriedades como polaridade, pontes de hidrogênio e tensão superficial que fazem com que a água no solo atinja estado de menor energia livre e seja retida no solo contra a gravidade, especialmente por capilaridade e também por adsorção. Se considerado o sistema poroso do solo como um sistema capilar com determinada área superficial, sabendo-se que a capilaridade é inversamente proporcional ao diâmetro do capilar multiplicada por uma constante derivada das condições locais (gravidade, densidade, temperatura), entende-se então que a água é retida no solo devido à capilaridade e a força de adsorção. A força de capilaridade explica parcialmente a ascensão da água em vasos nas raízes das plantas de baixo para cima contra a gravidade e lateralmente devido a dispersão da água através dos poros sendo armazenada e fixa devido a força eletrostática de adesão da água com a superfície das partículas do solo.

As forças de adsorção da água no solo, segundo Klein (2008)

[...] estas forças advêm das cargas negativas que os colóides do solo possuem em razão da substituição isomórfica de cátions, juntamente com a natureza bipolar da água, atraindo as moléculas de água. Também a atração entre argilas, cátions e água é responsável por esse fenômeno e, por último, as forças de London-Van Der Waals, que representam a atração coesiva, entre as moléculas de água. A energia de retenção da água no solo proveniente das forças de adsorção é importante, no entanto diminui muito rapidamente com o aumento do raio de ação.

2.7 Conhecimento científico, modelos físicos e a realidade.

A Física tornou-se uma das primeiras ciências a se constituir após o renascimento, através dos trabalhos de Descartes, Galileu, Newton e contemporâneos, com uma prática de estudo do mundo natural que se tornou rotineiro produzindo o que se conhece hoje como “O Método Científico” ao focalizar o conhecimento do mundo da matéria, usando experiências como forma de estudar os fenômenos naturais e a introdução da matemática como forma de expressar e interpretar a natureza.

Segundo Bunge (1974) *apud* Brandão e Viet o principal objetivo da ciência é:

apreender a realidade pelo pensamento. É trazê-la para um plano conceitual, ou seja, para um status onde possa ser apreendida não só pelos sentidos, mas pelas ferramentas conceituais (teorias e modelos) de que dispomos para

interpretá-la adequadamente. É preciso que enriqueçamos nossa experiência perceptiva com conhecimento teórico no intuito de aprofundar nossa visão do mundo real. Relegando o uso de teorias e modelos não é possível avançar em profundidade, mas somente em superfície na produção de conhecimento. (BRANDÃO & VIET, 2009, p.2).

O conhecimento físico tem por objetivo a descrição mais exata possível de fatos observados ou produzidos a partir de uma teoria preexistente e que, geralmente, ele é um corpo articulado de conceitos, leis, princípios, convenções, que se relacionam por meio de operações lógico-formais e se articulam por meio de regras matemáticas.

Um conceito científico é a representação de um objeto de conhecimento, que tem validade em determinadas condições e se caracteriza por participar da explicação e previsão de diversas situações. Um conceito científico pode ser expresso por uma frase, por um código gráfico ou matemático, e pode ser formulado de modo diferente, dependendo do campo conceitual do qual ele faz parte.

A ênfase no fazer científico está nas idéias mais do que nos sentidos, mais explicitamente, as ferramentas conceituais que diz respeito à formulação das hipóteses, leis, teorias e modelos científicos.

A tentativa de apreender conceitualmente a realidade não é uma função que possa ser atribuída exclusivamente às teorias científicas. Estas, por sua vez, exercem papel fundamental na orientação, na reformulação e na proposição de novos problemas, linhas de pesquisa e campos da Ciência, como é o caso de teorias revolucionárias que acabam por reorientar o curso do pensamento (KUHN, 2006).

Embora as teorias desempenhem um papel fundamental no contexto científico, por si sós, de nada valem no sentido de que não possuem referentes reais diretos e, por isso, não se aplicam diretamente às coisas do mundo real. No extremo oposto, os dados empíricos apesar de muito próximos da realidade não são passíveis de serem inseridos em sistemas lógicos para gerar conhecimento. Cabe aos modelos mediar a relação entre teoria e realidade.

As teorias físicas são as estruturas que representam este conjunto de conceitos, leis, princípios e convenções, unindo as leis e os fatos em uma unidade coerente, que na maioria das vezes é traduzida por um modelo. Cada conceito tem um significado e um lugar dentro da teoria, determinando a teoria, ao mesmo tempo, que é determinado por ela. Os conceitos são articulados entre si de tal modo que, partindo-se deles, pode-se chegar aos demais (PIETROCOLA, 2005, p. 35).

Segundo Bunge, o termo “modelo” assume dois sentidos principais, a saber: “o modelo enquanto representação esquemática de um objeto concreto e o modelo enquanto teoria relativa a esta idealização”. (BUNGE, 1974, p. 30)

Para Kneller (1980), os modelos são a essências das teorias, e apresenta a seguinte classificação: modelo representacional, modelo imaginário e modelo teórico. Modelo representacional, também conhecido como maquete, é uma representação física tridimensional, como um modelo de um sistema solar apresentado em museus, como o de um avião ou modelo de bolas da estrutura de uma molécula. Modelo imaginário é um conjunto de pressupostos apresentados para a descrição de como um objeto ou sistema seria se fossem satisfeitas determinadas condições ou pressupostos. Um modelo imaginário pode servir para propor que a estrutura imaginária é semelhante à estrutura real. Um exemplo de modelo imaginário é o modelo mecânico do campo eletromagnético de Maxwell. Ele descreveu esse campo como se fosse regido pelas leis da mecânica newtoniana. Modelo teórico é tido como o tipo mais importante de modelo utilizado pela ciência. É definido como um conjunto de

pressupostos que tratam de explicar um objeto ou um sistema (modelo de bola de bilhar, modelo corpuscular da luz). Um modelo teórico atribui ao objeto (ou sistema) uma estrutura ou mecanismo interno. Essa estrutura ou mecanismo é responsável por certas propriedades do objeto (ou sistema) descrito pelo modelo. No caso dos modelos físicos, além dessas características, eles devem ser expressos na forma de equações matemáticas.

Segundo Kneller (1980), a matemática é utilizada na construção de modelos e teorias de três maneiras. Uma delas é construir um formalismo matemático e posteriormente interpretá-lo fisicamente. Um exemplo deste modo de utilização da matemática foi a teoria da mecânica ondulatória proposta por Schrödinger. Uma segunda maneira, considerada a mais freqüente, é buscar entre as funções matemáticas já conhecidas uma que atenda a uma idéia ou hipótese física, o que significa dizer que o cientista tem uma previsão sobre o comportamento de determinado fenômeno e busca uma forma de representar matematicamente seu modelo interpretativo (PIETROCOLA, 2005, p. 37).

Nesse sentido, o termo modelo conceitual pode ser entendido como uma representação simplificada, idealizada, de um sistema ou fenômeno natural, aceita pela comunidade científica. Por “representação simplificada” significa dizer que os modelos científicos não são, e jamais serão, uma descrição especular (exata) da natureza. Isso ocorre pelo simples fato de que o homem é limitado para descrever a realidade em sua totalidade. Embora a modelagem seja uma ferramenta essencial para dar sentido ao mundo em que se vive, o ser humano é incapaz de abordar a realidade de maneira holística, com toda a sua riqueza e complexidade.

Em Física, ainda que não representem exatamente a realidade, modelos científicos consistem de proposições semânticas, de representações externas (como gráficos, tabelas, diagramas, etc.) e de modelos matemáticos que são formulados com o intuito de descrever e prever o comportamento de sistemas e fenômenos no mundo real. Um modelo matemático é um tipo de representação simbólica que faz uso de entes matemáticos como matrizes, funções, operadores, etc. (BRANDÃO & VIET, 2009.p.6).

Bunge (1974) *apud* Brandão & Viet alerta

quão bem um modelo científico descreve e/ou prediz o comportamento de determinado fenômeno físico? A adequação aos fatos depende fundamentalmente das hipóteses em que o modelo se baseia, que perguntas pretende responder e da precisão de suas predições. O processo de modelagem é, antes de tudo, um processo de busca de respostas. Assim, os cientistas produzem conhecimento científico formulando questões claras e imaginando modelos conceituais das coisas (BRANDÃO & VIET, 2009, p.7).

Para isso, elaboram hipóteses sobre a estrutura ou o comportamento do sistema, a partir das quais procuram explicar ou prever, dentro de uma teoria científica, as propriedades do sistema. A proposição destas hipóteses não é trivial. Ela depende fortemente das idiossincrasias (habilidades e preferências intelectuais) do cientista e da quantidade de informações disponíveis sobre os fatos reais ou supostos como tais (BRANDÃO & VIET, 2009.p.7).

O processo de modelização é constituído basicamente pelos seguintes procedimentos: motivação, formulação de hipóteses, validação das hipóteses e novos questionamentos e enunciados.

A motivação ocorre quando se apresenta ao aluno um problema significativo ou uma questão que se relaciona com suas experiências anteriores. É nesse momento que se orienta a atenção dos estudantes para “as coisas que mudam” ou “objetos mutáveis”, ou seja, para a identificação das grandezas que se relacionam com regularidade. Também deve ser enfatizado que a identificação de cada objeto de mudança implica a existência de uma conceituação prévia desses objetos, o que significa dizer que, em algum momento, o aluno já interagiu com

tais objetos e já formulou conceito sobre eles.

A partir da percepção da existência de mudanças e regularidades, passa-se à formulação de hipóteses a respeito dessas mudanças. Nesse momento, explicitam-se as expectativas teóricas que se têm a respeito do mecanismo de regularidade observada. Essas etapas correspondem a uma aposta, pré-teoria ou uma previsão de comportamento para o objeto modelo.

A validação das hipóteses é iniciada pela experimentação, é o ato de atribuir e obter dados quantitativos dos objetos que mudam, isto é, das grandezas que pareceram a priori, relacionadas ou dependentes entre si. O modo de apresentação de dados- a tabela- caracteriza-se como uma das formas de representação de uma função. Para a análise dos dados, utiliza-se a construção de gráfico. E é a partir da distribuição dos pontos e da idealização do problema que se constrói um modelo analítico o algébrico para o mesmo. Com base no modelo analítico, efetuam-se novos questionamentos para o estabelecimento dos limites de utilização do modelo construído.

O enunciado é a etapa conclusiva da atividade experimental, onde há a comparação entre o modelo empírico, os dados experimentais e as expectativas teóricas da aposta. Nesse momento, além de uma formulação verbal do modelo construído, deve-se provocar discussões a respeito da generalização desse modelo e de sua aplicabilidade em outros contextos, constituindo-se num momento de listar os possíveis exemplos e contra-exemplos. (Pietrocola,2005, p.42,43)

Em geral, o que se procura fazer é aperfeiçoar os modelos teóricos de modo que seus resultados descrevam cada vez melhor a realidade. A confrontação entre modelo e realidade é feita através de comparação dos resultados teóricos com os dados experimentais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) *Campus Santa Teresa* com alunos do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. Participaram do projeto 24 alunos de uma turma da segunda série utilizando como critério de seleção o desempenho na disciplina de Pedologia e Fertilidade do Solo, a disponibilidade de horário da turma e o interesse demonstrado pelo projeto, a turma foi dividida em 8 grupos de 3 alunos para permitir uma participação efetiva dos alunos.

3.1 Materiais

Foram utilizados inicialmente paralelogramos de madeira, canos de metal, réguas, paquímetro com precisão de 0,05 mm e balança digital com precisão de 0,1 gramas, para realizar medidas das grandezas físicas necessárias nos ensaios experimentais de densidade de solo no laboratório. Além desses instrumentos utilizaram-se duas sondas para colher amostras de solo: tipo Ulhand e trado holandês. Foram utilizados reagente químico (NaOH), vidrarias (Becker, provetas, bureta) figura 4 , peseta na separação química e bilhas de eixo de bicicleta, garrafas pet (caçulinha) e mesa agitadora para realizar a separação mecânica das partículas na determinação da textura do solo e estufa no processo de secagem da amostra de solo (Figura 5).



Figura 4 - Vidraria



Figura 5- Estufa e Balança

Foram empregadas folhas de papel A4, borrifado, conta gotas, mercúrio cromo, água, para demonstrações de capilaridade e tensão superficial, bem como garrafa pet, espátula, cavadeira, pedaços de madeira para base de apoio, amostras de solo e cobertura vegetal (milho) para a representação da infiltração da água no solo.

Para a representação do solo foram utilizadas bolas de isopor, placas de isopor, recipientes de vidro (aquário, potes), tintas, gel incolor.

3.2 Metodologia

O tema gerador foi selecionado com o intuito de desenvolver um trabalho interdisciplinar e contextualizado, referente ao conceito de solo e algumas de suas propriedades, que os alunos apresentaram previamente ao serem questionado, onde se

considerou as peculiaridades da pesquisa para entender a importância dos conceitos de físicos envolvidos no estudo das propriedades físicas do solo.

A opção pelo estudo da textura, densidade, porosidade e umidade do solo se justifica por considerar que essas grandezas, influenciam nas propriedades físicas do solo e os conseqüentes reflexos na infiltração de água no solo. Este fato pode ser facilmente visualizado em situações do dia a dia como a facilidade de infiltração da água na areia do mar quando molhada pelo movimento das ondas e a dificuldade de infiltração das águas em locais lamacentos ou solo argiloso após uma chuva.

As análises físicas foram realizadas no laboratório de física de solo do IFES *Campus* Santa Teresa. Antes de realizar os ensaios experimentais os alunos participaram de atividades pedagógicas conceituais de física e medidas de comprimento, área e volume de pequenos paralelepípedos de madeira, cilindro e pedaços de canos de metal, utilizando régua e paquímetro (figura 6), expressando as medidas com os algarismos significativos adequadamente de acordo com a precisão dos instrumentos utilizados e unidades adequadas às grandezas medidas.

Também foram estudados os conceitos de temperatura, calor, processos de transmissão de calor, mudança de estado físico e umidade relativa do ar, usando textos didáticos (Gaspar. 2002 e Máximo.A., Alvarenga.B. 2000). Estas atividades serviram como organizadores prévios a fim de que os conceitos estudados facilitassem a associação de idéias, compreensão de fenômenos e conceitos, promovendo habilidades de medir e expressar as medidas com coerência associada às atividades para atingir o aprendizado desejado.

Após a apresentação dos equipamentos de laboratório disponíveis para a determinação da textura, densidade, umidade e porosidade total das amostras de solo, foram apresentados os modelos de relatório (Anexos VIII A e B), após uma breve demonstração os grupos realizaram a coleta das amostras de solo (Figura 7), na profundidade de 0 a 10 cm, de quatro áreas distintas, utilizando uma sonda tipo Uhland e trado holandês de amostras deformadas. Os alunos planejaram as atividades, elaborando seus relatórios em grupo, para determinar a densidade, a umidade e a porosidade das áreas experimentais de acordo com o padrão de relatórios (Anexo VIII A em 29/04/2010).



Figura 6 - Medidas com paquímetro



Figura 7 - Coleta de amostras de solo.

Após análises dos relatórios planejados com os alunos, foi adotado a sequência de procedimentos padrão (Anexo VIII B), possibilitando maior eficiência e objetividade na determinação da densidade, umidade e porosidade em laboratório nos dias 05, 06 e 07 de maio de 2010, após os resultados obtidos e organizados (tabela 1), os alunos responderam aos

questionários referente as atividades experimentais (Anexos I,II e III)

As atividades do projeto foram propostas aos alunos como um curso de 30 horas intitulado “Metodologia de Projeto no estudo das grandezas físicas na análise textural dos solos realizada em laboratório, visando uma aprendizagem significativa” ministrado no período de 15 de abril a 28 de maio de 2010.

Nos dois primeiros dias foi preparado o dispersante químico (Anexo IX), solução de NaOH a 0,1 Mol/litro no laboratório de física de solo (figura 8), e concomitantemente à abordagem teórica deste conteúdo estava sendo ministrada pelo professor de Química.

Após a coleta das amostras com a sonda os alunos fizeram o destorroamento e colocaram as amostras de solo para secar (TFSA) e a seguir realizou-se a determinação da textura das amostras, pelo método da pipeta, segundo a metodologia padrão da Embrapa (1997), conforme procedimentos descritos no anexo X, mostradas em algumas fases do processo nas figuras 8, 9, 10 e 11, com o acompanhamento do Técnico do Laboratório de Solo e do professor de Física.



Figura 8 - Preparo de dispersante



Figura 9 - Separação da fração areia

De posse das medidas e dos cálculos realizados, os alunos fizeram o agrupamento dos dados apresentados na tabela 1, sendo analisada e discutida de acordo com o questionário de análise dos resultados experimentais (Anexo V).

Após os procedimentos experimentais da análise de textura do solo (figuras 10 e 11), foi aplicado um questionário (Anexo IV) com vistas a coletar dados capazes de mostrar a evolução do aprendizado, esclarecer as dúvidas surgidas objetivando uma aprendizagem significativa, possibilitar a viabilidade da utilização da metodologia no estudo das grandezas físicas e relacionar os conteúdos das disciplinas envolvidas no contexto da aprendizagem.

No período de 26 a 27 de maio, em atividades que totalizaram quatro horas, foram apresentados os conceitos de tensão, capilaridade, forças de coesão e adesão através de leitura de textos de Alberto Gaspar, observando fotografias de insetos sobre a superfície da água, formas superficiais de gotas d'água e mercúrio cromo em uma superfície plana de papel, como exemplos de tensão superficial, bem como a absorção de água e mercúrio pela superfície da folha de papel A4 branca. Ao ser colocada a folha sobre borrifos dos líquidos na superfície da mesa de granito do laboratório, foi possível visualizar a absorção dos líquidos pelas superfícies de papel devido ao fenômeno de capilaridade.

O objetivo destes conceitos foi facilitar a compreensão dos alunos de como a água é retida no solo, devido adesão de água nas partículas de solo por adsorção por meio da força eletrostática, pelas forças de coesão de London -Van Der Waals entre as moléculas de água

e como as raízes das plantas succionam a água do solo parcialmente devido ao fenômeno da capilaridade.



Figura 10 - Agitação das frações silte mais argila



Figura 11 - Separação da fração argila

Durante as atividades pedagógicas de comemoração da semana do meio ambiente, no dia 31 de maio, o laboratorista com a colaboração do professor de Física apresentou um seminário incluindo uma demonstração experimental intitulada “Infiltração de água no solo” (Figura 12) que despertou por parte dos alunos o interesse de verificarem experimentalmente a infiltração de água nas amostras de solo arenosa (área 01), argilosa (área 04), uma de solo compactada e com cobertura vegetal (milho), cujas texturas foram determinadas durante o projeto (áreas 01 e 04).

Posteriormente, os grupos se mobilizaram e realizaram simulações das medidas da velocidade de infiltração (figura 13), providenciando a coleta cuidadosa das amostras de solo das áreas 1 e 4 com garrafas pet para a representação e utilizou-se as mesmas amostra de solo com cobertura vegetal úmida, cujas medidas de taxa de infiltração são mostradas no tabela 2.



Figura 12 - Palestra da semana do meio ambiente



Figura 13 – Simulação das infiltrações

Após medir com uma proveta o volume de água coletada por um béquer (figura 14) e os respectivos tempos de infiltração, os alunos efetuaram os cálculos da taxa média da infiltração da água (figura 15) e compararam os valores obtidos.



Figura 14 – Medida do volume de água



Figura 15 – Cálculo da taxa de infiltração

Os alunos responderam ao questionário referente à infiltração da água no solo (Anexo VI) após discutirem os valores das taxas de infiltração de água nas amostras (01 e 04) refletindo sobre as características das texturas das amostras, as suas porosidades que lhes proporcionaram subsídios para a elaboração de suas representações do conceito de solo em grupo e/ou individualmente.

As representações de modelos físicos do átomo, do sistema solar, bem como do “calórico” do conceito de calor, de raio de luz, de corrente elétrica, de campo gravitacional, de campo elétrico dentre outros, foi apresentado como exemplos de representações de conceitos para a abstração e o entendimento de fenômenos físicos.

4 RESULTADOS EXPERIMENTAIS E ANÁLISES

Os solos estudados situam-se em áreas planas e foram classificados como aluviais sem aparentes impedimentos naturais ou mecânicos à penetração pelas raízes das plantas em condições de umidade recomendadas para o manejo do solo, apesar de intensamente cultivados.

4.1 Resultados Experimentais

Os resultados obtidos nas análises de densidade, umidade, porosidade e textura dos solos estudados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização física das áreas estudadas.

GRUPOS ÁREAS	Massa do solo úmida e seco (g)	Volume cilindro (cm ³)	Densidade (g/cm ³)	Umidade gravimétrica (%)	Porosidade (%)	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)
G1A1	164,5	95,924	1,71	8,58	36	85,9	12,5	1,6
	151,5		1,57		41			
G2A4	182,8	90,017	2,03	32,08	23	41,1	49,7	8,1
	138,4		1,54		42			
G3A1	174,4	99,072	1,76	12,37	34	72,6	24,1	3,3
	155,2		1,57		41			
G4A4	182,0	90,017	2,02	20,93	24	42,0	48,0	10,0
	150,5		1,67		37			
G5A2	154,4	96,475	1,60	11,96	40	61,6	22,3	16,1
	137,9		1,43		46			
G6A2	163,4	99,928	1,63	11,69	38	59,6	29,9	11,4
	146,3		1,46		45			
G7A3	151,7	100,324	1,51	6,83	43	72,4	18,0	6,4
	142,0		1,41		47			
G8A3	153,4	81,802	1,87	13,54	29	79,0	15,5	5,5
	135,1		1,67		62			

Considerando os fins meramente didáticos do ensaio experimental optou-se por utilizar unidades de medida diferentes daquelas comumente utilizadas pela Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, as quais são mais facilmente visualizadas pelos alunos. Por exemplo, no caso da textura empregou-se % ao invés de g/kg.

Os dados obtidos pelos grupos mostram pequena discrepância de valores, com variação máxima de 5% em relação à média do experimento o que demonstra a consistência dos resultados.

Resultados da simulação da taxa de infiltração nos solos das áreas 1 e 4, solos com coberturas vegetal, seco e úmido e compactado, são apresentados no quadro 4:

Tabela 2 - Resultados da taxa de infiltração

	Solo arenoso (área 01)	Solo argiloso (área 04)	Solo compactado	Solo seco com cobertura vegetal	Solo úmido com cobertura vegetal
Volume (ml)	232,0 325,0	146,0 119,0	20,0 0,0	300,0 250,0	100,0 -
Tempo (s)	261,0 260,1	269,0 269,0	269,0 260,0	262,0 405,0	261,0
Taxa de infiltração (ml/s)	0,9 1,2	0,5 0,4	0,0 0,1	1,1 0,62	0,4 -

A representação feita no isopor, gráfico em pizza, mostra apenas os componentes principais do sólido, líquido e ar, sem discriminar os percentuais de cada elemento que compõe o solo (figura 17). As representações em Pizza no PowerPoint o grupo mostrou a representação evidenciando o percentual dos componentes do solo de acordo com os dados das análises realizadas em laboratório mostrado na figura 18.

A representação apresentada com o aquário de vidro (figura 19) com a respectiva legenda das partes sólidas do solo ao lado, a água do solo foi representada por gel incolor que preenchem os macro poros (espaços vazios maiores) e micro poros (espaços vazios menores) onde também é possível perceber espaços vazios onde se supõe existir ar.

**Figura 16-** Representação com missangas.

Nas demais representações foram usados recipientes de vidro menores, as partículas sólidas do solo foram representadas por missangas coloridas usadas em colares artesanais (figura 19), sendo que foi usado água para preencher os espaços vazios e percebemos pequenas bolhas de ar no volume interno da representação do solo.

Os modelos apresentados pelos alunos são representações esquemáticas do solo que não apresentam a preocupação da proporcionalidade e ordem de grandeza comparativa entre os componentes do solo.

Após a confecção do modelo todos os grupos fizeram uma reflexão comparando o tamanho das partículas de areia representada pelas bolas de isopor com a partícula de areia na natureza e constataram que o tamanho das bolas que deveriam representar as partículas de silte e argila na mesma proporção são muito menores que as do modelo.

4.2 Análises

Analisando o questionário do anexo I, referente à determinação da densidade os estudantes inicialmente verificaram a precisão da balança e do paquímetro. A seguir, mediram e calcularam o volume dos cilindros da sonda utilizada para determinar a densidade do solo, então, foi solicitado que explicassem porque a densidade calculada é a densidade “aparente” do solo.

A análise dos dados demonstrou que os alunos compreenderam a importância da precisão das medidas de massa e comprimento ao fazerem as leituras nos instrumentos de medida corretamente, expressando as medidas com os algarismos significativos coerentemente e calcularam o volume e a densidade no laboratório.

Além disso, 42% dos alunos distinguiram a diferença entre a densidade das partículas e a densidade do solo, frente a 58% dos alunos que apresentou dúvidas.

A experiência demonstrou que os alunos motivaram-se com as atividades de campo e laboratório, pois entenderam a aplicação das fórmulas que costumavam decorar. As medidas caracterizaram as diversas grandezas físicas envolvidas, dando sentido e contextualizando o conceito de grandeza física como massa, volume, densidade, umidade e porosidade.

Ao verificar as respostas do anexo II, após as pesagens das amostras retirada da estufa a 105 °C por 24 horas foi questionado o que ocorria com o solo.

Verificou-se que 58,3% dos alunos responderam que esta atividade em laboratório contribuiu para uma melhor compreensão da evaporação da água do solo na estufa enquanto os 41,7% restantes responderam que o solo perde umidade sem se referirem à evaporação da umidade do solo no interior da estufa.

Os alunos mostraram terem entendido o conceito de umidade do solo, que após medir a massa da amostra de solo ao retirar da estufa, verificaram que a diferença de massa correspondia à água evaporada do solo devido à temperatura do solo no interior da estufa.

Quanto à porosidade foi questionado o que os alunos entendiam por porosidade do solo e qual a importância prática da porosidade no manejo do solo (anexo III). Verificou-se que 70,8% dos alunos sabia o que é porosidade de um solo, 25% não sabiam e 4,2% não respondeu. No tocante à importância prática 54% dos alunos destacaram que solo compactado exposto à chuvas torrenciais causa erosão e não alimenta o lençol freático; enquanto 41,7% não a reconheceu e 4,2% não responderam.

O entendimento da porosidade como uma característica física do solo facilitou a compreensão do armazenamento de água e a diminuição acentuada da porosidade no solo (compactação) causando erosão e danificando o solo após chuvas torrenciais.

Partindo do conceito de densidade do solo (d_s) e de densidade das partículas (d_p), sabendo-se que o volume total de uma amostra de solo (v_t) é a soma do volume de solo (v_s) e o volume de poros (v_p) da amostra, foi solicitado que os alunos demonstrassem que a porosidade total do solo (P_t) é dada pela fórmula: $P_t = 1 - (d_s/d_p)$. Os resultados indicaram que 16,7% dos alunos conseguiram representar e demonstraram com certa dificuldade, 25% conseguiu representar e desenvolver a demonstração; 54% não conseguiu desenvolver a demonstração e 4,3% não respondeu.

Os alunos apresentaram dificuldade em relacionar as densidades e desenvolver a demonstração da relação matemática da porosidade com as densidades do solo e de partícula de solo.

Sobre a determinação da textura (anexo IV), buscou-se verificar se a prática laboratorial facilitou uma visão mais clara dos processos e conceitos físicos e químicos envolvidos na análise de textura do solo. Neste aspecto, 20,8% dos estudantes identificou os processos físico-químicos e os conceitos envolvidos nos procedimentos de laboratório; 25%

não identificou os processos físico-químico e os conceitos envolvidos nos procedimentos de laboratório; 45,7% conseguiu identificar alguns processos físico-químico porém não conseguiram relacionar com os conceitos e 8,5% dos alunos não respondeu.

Esses resultados demonstraram que os alunos apresentam dificuldade em conectar os fenômenos na prática laboratorial com os conceitos físicos e químicos.

No tocante às faixas de tamanho das frações de areia, silte e argila que compõe o solo e em que contribuíram as práticas no laboratório para a sua visão de modelo do conceito de solo. 33,3% conseguiu melhorar a visão do conceito de solo; 54,2% não conseguiu melhorar a visão do conceito de solo e 12,5% dos participantes não respondeu.

Verificou-se que o conceito de modelo em ciência não é compreendido por 54,2% e que apenas 33,3% respondeu que contribuiu para “entender melhor a formação do solo, sobre suas estrutura e as relações com o comportamento do solo”.

Verificou-se que as medidas de densidade, umidade, porosidade e a análise de textura não foram suficientes para que os alunos reelaborassem suas representações de modelo do conceito de solo.

Ao se analisar os resultados experimentais da tabela 1 referente ao Anexo V, foi solicitado que observassem os dados experimentais, comparassem as densidades do solo úmido e seco, e discutissem em grupo a razão da diferença encontrada.

Verificou-se que todos os grupos perceberam que a diferença entre as densidades de solo úmido e seco era devido a presença de água no solo.

Para um dos grupos que corresponde a 12,5% dos alunos, os solos arenosos retêm menos água que os solos argilosos.

Para três grupos os solos arenosos retêm menos água devido aos macro poros e solos argilosos retêm mais água devido aos microporos correspondendo a 37,5%;

As respostas apresentadas por dois grupos foram confusas correspondendo a 25% dos alunos e dois grupos não respondeu correspondendo a 25% do total de alunos.

Quando solicitado que os grupos observassem os dados experimentais e comparassem as porosidades obtidas com os resultados da análise textural, verificou-se que os grupos ao correlacionarem a textura do solo e a porosidade entenderam que a porosidade total é menor em solo com maior percentual de areia do que em solo com mais argila;

A porosidade de solo úmido é a mesma que a porosidade de solo seco; a porosidade de solo seco é maior por que a quantidade de macroporos aumentou após a evaporação da água ao passar pela estufa. Ao comparar as densidades com as porosidades obtidas, as respostas foram confusas.

As respostas mostraram que os alunos, através das correlações levantadas por eles, entre a presença de umidade (água) nos poros e a textura dos solos, favoreceram a percepção de que o solo armazena água.

A simulação da infiltração da água nos solos arenosos e argilosos e suas comparações através das medidas realizadas pelos alunos, após a apresentação da palestra “infiltração de água no solo” possibilitou aos alunos responderem a questionário do Anexo VI.

Ao serem questionados quais propriedades físicas que mais influenciam a taxa de infiltração da água, 37,5% respondeu que a porosidade, a textura, a densidade e a estrutura são as que mais influenciam; 12,5% respondeu a textura, a compactação e a porosidade; 12,5% a porosidade, a textura e o teor de matéria orgânica no solo; 4,2% a porosidade, a densidade e a textura; 12,5% a porosidade, textura e a estrutura do solo; 4,2% a porosidade, densidade, a permeabilidade e a textura; 4,2% a porosidade e o teor de matéria orgânica; 4,2% a textura e a porosidade; 4,2% a porosidade e 8,3% solos arenosos.

Após a demonstração e os cálculos da taxa de infiltração da água nas amostras das áreas 1 e 4, os alunos encontraram os resultados apresentados na tabela 2, explicaram que a diferença entre os resultados eram devido: 66,7% apontou a porosidade da amostra 1 ser

maior que a porosidade da amostra 4 sendo a textura predominantemente arenosa da amostra 1 e a textura argilosa da amostra 4; 25% apontaram a influência exclusiva da textura do solo e 8,3% a diferença entre as porosidades das amostras.

Ao verificar os percentuais apresentados verifica-se que 87,5% dos alunos estão convencidos de que a textura e a porosidade do solo influenciam na velocidade de infiltração da água no solo, o que tem boa concordância com as explicações de 66,7% ao compararem as taxas de infiltração das amostras das áreas 1 e 4. As respostas também demonstram que os alunos consideraram a densidade, a estrutura e a influência da presença de matéria orgânica como fatores de influência relevante.

Sobre a avaliação da metodologia do projeto (Anexo VII), segundo 83% dos estudantes a metodologia facilitou o aprendizado dos conceitos de física, para 12,5% não facilitou o aprendizado e 4,2% não respondeu.

Para 83% dos estudantes a metodologia possibilitou um maior entendimento do conceito de solo, as correlações entre as propriedades físicas do solo com a taxa de infiltração da água no solo e 4,2% dos alunos não respondeu.

Verificou-se que 83% afirmaram que a metodologia aplicada facilitou a sua representação do conceito de solo, para 12,5% não facilitou e 4,2% dos alunos não respondeu.

Quando perguntado sobre quais as habilidades técnicas vivenciadas nas práticas experimentais no laboratório e no campo foram obtidos os seguintes resultados:

Num total de 50% dos alunos destacaram que a capacidade de solucionar problemas, trabalhar em equipe e autonomia na aprendizagem;

Destacou a capacidade de resolver problemas e trabalhar em equipe - 4,2%;

Afirmou que trabalhar em equipe e a autonomia na aprendizagem - 4,2%;

A autonomia na aprendizagem - 4,2%; destacaram o trabalho em equipe - 16,7%.

Relataram que a coleta de amostras de solo com uma sonda; a análise de textura do solo; medição da massa utilizando uma balança digital; medição das dimensões do cilindro utilizando um paquímetro; preparo de uma solução de NaOH com uma concentração de 0,1 mol/litro; como usar uma pipeta; como usar uma peseta; como ligar e manusear uma estufa; cálculos de volume, umidade, densidade e porosidade usando dados experimentais - 21,7%.

Pode-se perceber que de acordo com os resultados apresentados os alunos demonstraram ter capacidade de resolver problemas, ter trabalhado em equipe e adquiriram autonomia, por intermédio de várias habilidades desenvolvidas nas práticas de laboratório.

Ao se questionar sobre a forma como representaria o solo analisado pelo seu grupo, obteve-se os seguintes resultados: gráfico em forma de pizza, pintado na superfície de isopor (1 representação na figura 16); breve descrição por escrito com desenhos em pizza (2 grupos); esferas coloridas de isopor de tamanhos diferentes em um aquário (1 representação na figura 19) ou por esferas coloridas usado em colar de tamanhos diferentes, dentro de um frasco de vidro transparente (2 representações); representação através de desenhos com percentual de componentes do solo e em forma piramidal e descrição por escrito (1 grupo); representação do solo em forma de pizza, usando os dados experimentais em uma planilha do Excel, usando o Power Point na impressão da representação (1 grupo na figura 18).



Figura 17 – Representação em isopor

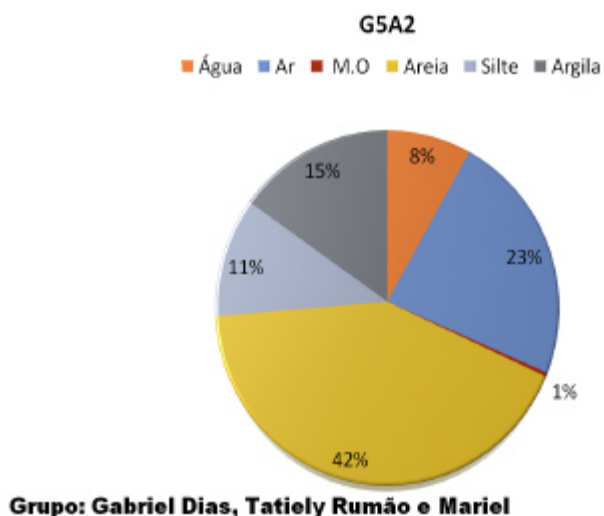


Figura 18- Representação no Power Point

A representação das partículas sólidas do solo, foi feita através de bolas de isopor de tamanhos e cores diferentes (pintadas) para cada tipo de partícula que compõe o solo (figura 19).



Figura 19 - Representação com bolas de isopor

As esferas de isopor de 35 mm de diâmetro representam as partículas de areia, as esferas de 23 mm de diâmetro representam as partículas de silte e as de 15 mm as partículas de argila e as esferas de silte e argila foram pintadas e colocadas dentro de um aquário de vidro transparente.

Após os alunos terem montado o modelo, verificaram que as esferas de silte e argila não tinham a mesma proporção que a esfera de isopor representando a areia, o valor médio das partículas de areia apresentadas na literatura é de aproximadamente 0,125 mm.

Verificou-se então que as esferas de isopor que representam o silte teriam que ser esferas de isopor de 6,72 mm e as de argila esferas de 0,28 mm de diâmetro ou seja elas não representavam as partículas de silte e argila na mesma proporção da areia.

Pode-se através de comparação na mesma escala, comparar os espaços “vazios” entre as argilas (micro poros), entre as partículas de silte e argila ou entre às de areia como sendo os macro poros e termos um valor aproximado do tamanho desses espaços “vazios” no modelo.

Tabela 3 - Comparação entre a representação, realidade e modelo

REFERENTES	REPRESENTAÇÃO(mm)	REALIDADE (mm)	MODELO(mm)
AREIA	35,00	0,125	35,00
SILTE	23,00	0,024	6,72
ARGILA	15,00	0,001	0,28
* MACROPOROS		= 0,06	
* MICROPOROS		= 0,06	

* (Vieira et.al, 1988.p.37)

Estas representações possibilitaram aos alunos ilustrarem o solo de uma forma artística, lúdica e criativa. O conhecimento simples de matemática, a utilização da planilha do Excel com o recurso gráfico de mídia do Power Point, a observação de propriedades como a porosidade (macroporos e microporos), a comprovação da existência de água ao se medir a umidade do solo por diferença de massa entre solo seco e úmido e a existência de ar nos espaços porosos ao ser observado pequenas bolhas de ar saindo da superfície da água no momento da infiltração da água na amostra de solo na simulação.

A simulação da infiltração de água em uma amostra de solo demonstra experimentalmente as hipóteses teóricas da estrutura, composição e propriedades possivelmente previstas no modelo.

A pesquisa também possibilitou aos alunos representar o solo através de uma forma artística, lúdica e criativa. As atividades permitiram melhorar as suas visões de modelo do solo e a compreensão da fenomenologia envolvida na dinâmica da infiltração da água no solo. A construção de modelos é também apontada pelos PCN's, principalmente no contexto do Ensino de Ciências da Natureza.

É essencial também trabalhar com modelos, introduzindo-se a própria idéia de modelos, através da discussão de modelos microscópicos. Para isso, os modelos devem ser construídos a partir da necessidade explicativa dos fatos, em correlação direta com os fenômenos macroscópicos que se quer explicar (PCNEM, 2000, p.25)

Quanto a aplicação da metodologia de projetos os alunos responderam que:

Quadro 3 - Resultados obtidos sobre aplicação da metodologia de projeto.

Item	Satisfatório	Regular	Insatisfatório
Relação entre teoria e prática	67,5%	16,7%	
Contextualização dos conhecimentos	54%	29,2%	
Articulação Interdisciplinar	50%	33,3%	
Desenvolvimento da criatividade	50%	29,2%	4,2%
Interação professor/aluno	70,8%	8,5%	4,2%
Autonomia dos alunos	25%	54%	4,2%

Obs: quatro alunos não responderam, o que representa 16,6%

Observando o quadro verifica-se que a metodologia de projeto favoreceu a melhoria da relação professor/aluno, proporcionou uma melhoria na relação entre a teoria e a prática dos conteúdos abordados, promovendo articulação interdisciplinar satisfatória, contextualizando os conceitos das disciplinas envolvidas nas práticas de laboratório, promovendo uma mudança na participação e interesse dos alunos.

4.2.1 Reflexos sócio-educativos

Várias foram as impressões colhidas junto aos alunos com relação ao tamanho das partículas estimadas em função da porcentagem de cada fração granulométrica, merecendo destaque aquelas no tocante aos espaços formados entre partículas por ocasião da agregação, devidamente representadas pelas seguintes menções:

A porosidade varia conforme o tamanho das partículas nós usamos uma peneira de diâmetro 0,053 mm, para reter a areia e todo o silte e argila do solo passa para o bécker na análise da textura do solo no laboratório (aluno 1).

Os resultados da análise permitiram aos alunos correlacionar o tamanho das partículas com o tamanho e o percentual de poros que, por sua vez, influenciam na taxa de infiltração de água no solo, no volume de água armazenada no solo quer em decorrência de chuvas ou por ocasião da irrigação, bem como a sujeição destes solos aos efeitos da compactação. Neste aspecto merece destaque os seguintes comentários dos participantes do projeto:

A porosidade se relaciona ao tamanho das partículas do solo, em que os poros podem ser maiores ou menores, relacionando-se com a capacidade do solo absorver água, deixar a água penetrar nele e a absorção de nutrientes (aluno 2).

Porque aprendemos como retirar a umidade do solo e a calcular depois de ser retirado da estufa (aluno 3).

A análise dos resultados permitiu aos alunos vislumbrar as diferenças entre os solos das áreas analisadas e inferir sobre as expectativas no tocante aos resultados da densidade do solo e da porosidade, tal qual se depreende dos depoimentos apresentados a seguir:

[...] O solo analisado pelo meu grupo, foi um solo arenoso e com isso teriam maior facilidade de infiltração de água, pois possui partículas maiores e maior quantidade de macroporos, que são espaços vazios entre as partículas, que são disponíveis para a permanência e entrada de água, tendo menor quantidade de microporos não seguram matéria orgânica e nutrientes (aluno 4).

Para os alunos ficou evidente o conceito de porosidade do solo e que um solo com predominância de partículas maiores formam poros de maior tamanho como nos solos arenosos. Também ficaram convencidos de que as partículas menores formam poros de menor tamanho, os quais também ocorrem em muito maior quantidade em solos argilosos.

A porosidade são os espaços vazios entre as partículas do solo, em que são compreendidos em macro e micro poros, podendo ter água e ar em determinada porcentagem (aluno 5).

Sabendo qual a porosidade do solo, temos o conhecimento da sua permeabilidade, capacidade de infiltrar água no perfil do solo. Se a permeabilidade for grande, pode haver perda de nutrientes por lixiviação, o que traz muito prejuízos econômicos, assim como também afeta o desenvolvimento radicular das plantas (aluno 6).

Por outro lado, quanto maior o volume de poros, menor é a massa do solo por unidade de volume, ou seja, menor a sua densidade e maior a porosidade, sendo o inverso também verdadeiro. Entretanto, poros menores geram maior resistência à passagem da água, diminuindo a velocidade de infiltração, ao contrário dos poros maiores que favorecem a infiltração mais rápida da água no solo devido ao menor atrito das moléculas nas paredes dos poros. Esta constatação é confirmada pelos comentários de alguns alunos:

A porosidade do solo vai interferir na capacidade de penetrar e absorver a água, se o solo possui pouca porosidade não poderá absorver bem a água e com isso o solo perde a capacidade de absorver. Com isso o fluxo de massa e com a falta de nutrientes não há desenvolvimento produtivo (aluno 7).

Enfim, aparentemente alguns alunos deduziram que a textura do solo interfere na densidade do solo que decorre da manifestação da porosidade do solo e vai determinar a velocidade de infiltração e a capacidade de armazenamento de água no solo.

5 CONCLUSÕES

A metodologia utilizada possibilitou maior interesse dos alunos, que ficou demonstrado pelo entusiasmo durante as atividades desenvolvidas, isto promoveu um melhor entendimento do conceito de solo e uma visão contextualizada do comportamento da água no solo, em face das características da textura e de suas correlações com as grandezas físicas como massa, densidade, porosidade e umidade estudadas no Ensino Médio e Profissional.

O estudo das grandezas massa, volume, densidade, umidade, porosidade e a proporção dos elementos que compõem o solo passaram a ter mais sentido para os alunos, acima de tudo por realizarem atividades de campo e laboratório, proporcionando aos alunos a oportunidade de conhecerem os solos das áreas estudadas no Campus Santa Teresa. Os procedimentos de análise de textura do solo realizados no Laboratório de Física de Solo, feitos em grupo e sob a orientação do Professor e do Técnico do laboratório possibilitaram aos alunos adquirirem habilidades e competências, tornando-os mais independentes como técnicos e futuros profissionais capacitados em analisar a textura de solo. Os equipamentos disponíveis no Laboratório de Física de Solo tais como balança digital de precisão, estufa, mesa agitadora horizontal, termômetro digital, peseta, bureta, bécker e provetas, mostraram outra dimensão do conhecimento técnico científico, possibilitando também uma nova visão da fenomenologia da ciência do solo.

As atividades do projeto possibilitaram ainda aos alunos a vivência do trabalho em equipe ao permitirem que eles interagissem com equipamentos e materiais. Após a coleta de solo, as equipes num ambiente laboratorial, aprenderam como manipular os instrumentos de medidas. Esta dinâmica de trabalho facilitou a conexão entre os conceitos de física e a prática de análise de solo no laboratório, promovendo uma aprendizagem significativa.

O trabalho também exigiu que os alunos utilizassem alguns conhecimentos simples de matemática no cálculo da porosidade total do solo (macroporos e microporos), a comprovação da existência de água ao se medir a umidade do solo por diferença de massa entre solo seco e úmido e a existência de ar nos espaços porosos ao se observar pequenas bolhas de ar saindo da superfície da água no momento da infiltração da água na amostra de solo na simulação, motivou os alunos a fazerem representações da estrutura do solo.

Estas representações ou modelos produzidos pelos alunos mostraram o solo de uma forma artística, lúdica e criativa, tornando a atividade mais agradável de ser desenvolvida, por ser uma das formas básicas de expressar a aprendizagem significativa obtida em uma atividade pedagógica, sendo importante na aquisição e comprovação de conhecimento científico.

A aplicação do conceito de concentração estudado em Química, realizada na prática de Laboratório no processo de separação das partículas do solo, de conhecimentos simples de matemática, a utilização da planilha do Excel com o recurso gráfico de mídia Power Point, as representações artísticas, dos conceitos de Física no entendimento, na compreensão e na aquisição do conhecimento adquiridos pelos alunos no estudo da infiltração da água que ocorre no solo, mostraram a importância da interdisciplinaridade na metodologia de projetos no processo de ensino e aprendizagem utilizada neste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

- ARRUDA, M. A. de T. & ANJOS, I. G. dos. **Física na escola atual: mecânica**. São Paulo: Atual, 1993. V. 1. 374p.
- BECK, F.L. et al. **Projeto pedagógico: ensino de graduação**. Porto Alegre: Departamento de solos da UFRGS, 2000. 26 p. (Boletim técnico, n. 6).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A. e MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006.
- BRADY, B. **Natureza e propriedades do solo**. 2. ed. São Paulo: Livraria Freitas Bastos S.A, 1968
- BRANDÃO, R. V; VEIT, E.A. Fenômenos físicos e modelos científicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18. , 2009, Vitória. **Formação continuada de professores em serviço: educação de qualidade para uma sociedade da aprendizagem...** Disponível em: < <http://www.snef2009.org>>. Acesso em: 28 jan. 2009.
- BUNGE, M. **Ciência e desenvolvimento**. São Paulo: Itatiaia Limitada, v.11. 1989. 136 p. (O homem e a ciência)
- BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, v. 72. 1974. 243 p. (Debates)
- COELHO, F.S. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.
- CHAGAS, A.P. **Argilas: essência da terra**. São Paulo: Moderna, 1996 (Coleção Polêmica)
- COLL, C. **O Construtivismo na Sala de Aula**. São Paulo: Ática, 1998. p.27.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2008. p. 69. (Coleção Leitura).
- GASPAR, A. **Física: mecânica**. São Paulo: Ática, 2002. v. 1. p. 300-304.
- HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- KLEIN, V. A. **Física do Solo**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008.
- KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectivas, v.115, 2006. 260 p. (Coleção Debates).

LIBÂNEO, J. C. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação. In: LIBÂNEO, J. C. e SANTOS, A. (Orgs). **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas, SP: Alínea, 2005.

LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: Fundamentos teórico-metodológicos**. 14. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2000. v. 2. p. 192-195.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. p. 153.

MOREIRA, M. A. ; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982. p. 94.

MOURA, D.G. e BARBOSA, E.F. **Trabalhando com Projetos: Planejamento e Gestão de Projetos Educacionais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

NICOLESCU, Basarab. **Manifesto da transdisciplinaridade**. 3. ed. São Paulo. Triom, 1999.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos projetos: etapas, papéis e atores**. São Paulo: Érica, 2005.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J.C. de; QUAG, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. São Paulo: IAC (SP), 2001.

SANTOS, Akiko. **Didática sob a ótica do pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2003.

SEMTEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ - Ensino médio. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília; MEC-SEMTEC, 2002.

TAVARES, D.E. Aspectos da história deste livro. In: FAZENDA, Ivani (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1999. p. 30.

VIEIRA, L.S. et al. **SOLOS: Propriedades, classificação e manejo**. Brasília: MEC/ABEAS, 1988. p. 37.

7 ANEXOS

- I- Questionário referente a determinação da densidade.**
- II- Questionário referente a determinação da umidade do solo**
- III- Questionário referente a determinação da porosidade do solo.**
- IV- Questionário referente a atividade de determinação da textura do solo.**
- V - Questionário referente a análise dos resultados experimentais.**
- VI- Questionário referente à demonstração da Infiltração da água no solo**
- VII- Questionário avaliativo da metodologia aplicada no desenvolvimento deste projeto.**
- VIIIA- Roteiro de elaboração de relatório de laboratório de Física.**
- VIIIB - Determinação da densidade (método do anel volumétrico), umidade e porosidade total.**
- IX- Roteiro de laboratório- Preparo de dispersante químico.**
- X- Roteiro de laboratório de Física de solo- Análise Granulométrica – Método da pipeta.**
- XI- Certificado do curso “Metodologia de Projetos no estudo das grandezas físicas na análise textural dos solos realizada em laboratório, visando uma aprendizagem significativa”.**

ANEXO I

Questionário referente a atividade de determinação de densidade

- 1- Qual é a precisão da balança e do paquímetro utilizado?
- 2- Considerando que você mediu e calculou o volume do cilindro para determinar a densidade do solo, explique porque a densidade calculada é a densidade aparente do solo?

ANEXO II

Questionário referente a atividade de determinação da umidade do solo

1- Ao colocar a amostra de solo na estufa a 105 °C por 24 horas, o que ocorre com o solo?

2- Esta atividade em laboratório contribuiu para uma melhor compreensão da relação entre a umidade e o tipo de textura do solo?

Sim () Não ()

Explique por que?

ANEXO III

Questionário referente a determinação da porosidade do solo

- 1- O que você entende por porosidade do solo?
- 2- Qual a importância prática da porosidade no manejo do solo?
- 3- Partindo do conceito de densidade do solo(d_s), densidade das partículas(d_p) e sabendo-se que o volume total de uma amostra de solo(v_t) é a soma do volume de solo(v_s) e o volume de poros(v_p) da amostra, mostre que a porosidade total do solo(P_t) é:

$$P_t = 1 - (d_s/d_p)$$

ANEXO IV

Questionário referente a atividade de determinação da textura do solo

1- A prática de laboratório possibilitou uma visão mais clara dos processos físicos e químicos envolvidos no processo de análise de textura do solo?

Sim () ; Não ()

2- Descreva os processos físico e químico utilizado para separar as partes sólidas do solo.

3- Quais os conceitos físicos e químicos que fazem parte do processo de análise de textura do solo?

4- Quais são as faixas de tamanho das frações de areia, silte e argila que compõe o solo?

5- Em que contribuiu as praticas no laboratório para a sua visão de modelo do conceito de solo?

ANEXO V

Questionário referente a análise dos resultados experimentais

- 1- Observe os dados experimentais, compare as densidades do solo úmido e seco e discuta em grupo a razão da diferença encontrada.
- 2- Observe os dados experimentais, compare as umidades obtidas com os resultados da análise textural, discuta e descreva as conclusões encontradas.
- 3- Observe os dados experimentais, compare as porosidades obtidas com os resultados da análise textural, discuta e descreva as conclusões encontradas.
- 4- Observe os dados experimentais e compare as densidades com as porosidades obtidas, discuta e descreva as conclusões encontradas.

ANEXO VI

Questionário referente à demonstração da Infiltração da água no solo

- 1- Quais as propriedades físicas do solo que mais influenciam na velocidade de infiltração da água no solo?
- 2- Observando a demonstração experimental, compare e explique as diferenças das velocidades de infiltração média dos solos arenoso (área 01) e do solo argiloso (área 04)?

ANEXO VII

IFES - Campus Santa Teresa

Questionário avaliativo da metodologia aplicada no desenvolvimento deste projeto.

1- A metodologia facilitou o aprendizado dos conceitos de física?

2- A metodologia possibilitou um maior entendimento do conceito de solo, as correlações entre as propriedades físicas do solo com a velocidade de infiltração da água no solo?

Sim () Não () Não responderam ()

3- A metodologia aplicada facilitou a sua representação do conceito de solo?

Sim () Não () Não responderam ()

Como você representaria o solo analisado pelo seu grupo?

4-1 Promoveu a articulação disciplinar ajudando na compreensão de conteúdos de Física e as outras disciplinas. Sim () Não ()

4.2 Ajudou a contextualizar os conteúdos trabalhados com a realidade do ensino agrícola.

() Sim Não ()

5- Quais as habilidades técnicas que você vivenciou nas práticas experimentais no laboratório e no campo?

Capacidade de solucionar problemas. ()

Trabalhar em equipe. ()

Autonomia na aprendizagem ()

Outras:

6. Avaliação da metodologia por projetos de trabalho, assinale apenas um conceito para cada item especificado.

Método por projeto de trabalho

Item	Satisfatório	Regular	Insatisfatório
Relação entre teoria e prática			
Contextualização dos conhecimentos			
Articulação Interdisciplinar			
Desenvolvimento da criatividade			
Interação professor/aluno			
Autonomia dos alunos			

ANEXO VIII A

IFES – CAMPUS SANTA TERESA LABORATÓRIO DE FÍSICA DE SOLO

Alunos:

Roteiro

Introdução

Fundamentação teórica

Material utilizado

Procedimento experimental

Dados e Cálculos

Conclusões

Bibliografia

ANEXO VIII B

IFES – CAMPUS SANTA TERESA LABORATÓRIO DE FÍSICA DE SOLO

Alunos :

Prof: Ananias O. Lima

Determinação da densidade (método do anel volumétrico), umidade e porosidade total.

Área experimental:

Procedimentos de análise de laboratório

1. Determinar o volume do anel ou cilindro (v_t).
2. Coletar uma amostra indeformada do solo e ajustar o solo no cilindro.
3. Colocar o cadinho na balança e tará-la, transferir o material do cilindro para o cadinho e pesar novamente para determinar a massa do solo úmida (m_{su}).

Obs: precisão da balança

4. Colocar a amostra em estufa por 24 horas a 105 °C, pesar ao retirar da estufa e calcular a massa do solo seco (m_{ss}).

5. Determinar a densidade aparente do solo.

$$d = m_{su} / v_t$$

6. Calcular a umidade atual do solo (U_{as}) pela expressão:

$$U_{as} = [(m_{su} - m_{ss}) / m_{ss}] \times 100$$

7. Calculo da porosidade total do solo: ($d_p = 2,65 \text{ g/cm}^3$)

$$Pt = 1 - (d / d_p)$$

8. Explique por que neste procedimento estamos determinando a densidade (aparente) do solo.

ANEXO IX

**IFES – CAMPUS SANTA TERESA
LABORATÓRIO DE FÍSICA DE SOLO**

Alunos:

Prof: Ananias O. Lima

Preparo de dispersante químico (NaOH a 0,1 mol/litro)

Procedimentos:

- 1- Pesar a massa de 40g de NaOH;
- 2- Fazer a dissolução de NaOH em água destilada;
- 3- Transferir para um balão de 1litro e completar com água destilada para obter a solução de NaOH na concentração de 1 mol/litro;
- 4- Retirar com a bureta 10ml de NaOH do balão a 1mol/litro e colocar em balão de 100ml;
- 5- Completar o balão de 100ml com água destilada utilizando a peseta, obtendo-se assim a solução de 0,1mol/litro.

ANEXO X

IFES – CAMPUS SANTA TERESA LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO

Alunos:

Prof: Ananias O. Lima

Análise Granulométrica – Método da pipeta

Área Experimental :

Procedimentos de análise

1. Preparar a TFSA (em peneira de 2 mm)
2. Colocar 10 g de TFSA em recipiente plástico com 10 esferas
3. Adicionar 50 ml de solução de NaOH 0,1 Mol / litro
4. Agitar por uma noite em mesa agitadora orbital a 175 rpm
5. Lavar a amostra em peneira 0,053 mm (areia fina), agora transferindo para becker devidamente pesados.
6. Colocar em estufa a 105°C para secar.
7. Ao fazer a lavagem da areia, transferir a argila e o silte para proveta de 1000 ml.
8. Completar o volume com água destilada.
9. Agitar por um minuto.
10. Deixar em repouso por 4 min e então introduzir a ponta da pipeta (10 cm) na proveta e pipetar 25 ml (silte + argila) em becker previamente pesado.
11. Introduzir termômetro dentro da suspensão contendo silte + argila durante 1 min
12. Fazer a leitura do termômetro (ver na tabela o tempo de sedimentação) da fração argila para uma profundidade de 5 cm.
13. Decorrido o tempo, introduzir a ponta da pipeta (5 cm) na proveta e pipetar 25 ml (argila) em becker previamente pesado
14. Levar a estufa 105°C para secar
15. Depois de seco, esfriar em dessecador e pesar novamente (não se esquecer de descontar o peso do recipiente).
16. Aplicar as fórmulas:
Areia: $A\% = (m_a \times 100) / TFSA$
Argila: $Ar\% = (m_{arg.} \times 40) \times 100 / TFSA$
Silte: $St\% = \{(argila + silte) - argila\} \times 40 \times 100 / TFSA$

ANEXO XI

