

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

DISSERTAÇÃO

**UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO CURRICULAR ENTRE O
ENSINO DE FÍSICA E O TEMA SOLOS NO CURSO TÉCNICO EM
MEIO AMBIENTE DO INSTITUTO FEDERAL DO AMAPÁ – *CAMPUS*
LARANJAL DO JARI**

WILLIANS LOPES DE ALMEIDA

2016



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

**UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO CURRICULAR ENTRE O
ENSINO DE FÍSICA E O TEMA SOLOS NO CURSO TÉCNICO EM
MEIO AMBIENTE DO INSTITUTO FEDERAL DO AMAPÁ – *CAMPUS*
LARANJAL DO JARI**

WILLIANS LOPES DE ALMEIDA

Sob a Orientação do Professor
Gabriel de Araújo Santos

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
2016**

530

A447p

T

Almeida, Willians Lopes de, 1988-

Uma proposta de integração curricular entre o ensino de física e o tema solos no curso técnico em meio ambiente do Instituto Federal do Amapá - Campus Laranjal do Jarí / Willians Lopes de Almeida - 2016.

45 f.: il.

Orientador: Gabriel de Araújo Santos.

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

Bibliografia: f. 36-38.

1. Física - Teses. 2. Física - Estudo e ensino - Teses. 3. Condutividade elétrica - Teses. 4. Solos - Teses. 5. Ensino agrícola - Teses. 6. Instituto Federal do Amapá (Campus Laranjal do Jari) - Teses. I. Santos, Gabriel de Araújo, 1949-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola. III. Título.

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

WILLIANS LOPES DE ALMEIDA

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 28/07/2016

Prof. Dr. Gabriel Araújo dos Santos, UFRRJ
(Orientador)

Prof. Dr. Marcos Bacis Ceddia, UFRRJ

Prof. Dr. Sael Sánchez Lías

DEDICATÓRIA

À minha família que sempre me incentivou e me apoiou para que eu pudesse realizar este sonho.

À minha esposa e meus filhos os quais constituem peças fundamentais na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Gabriel de Araújo dos Santos por ter proporcionado esta orientação.

Ao Instituto Federal do Amapá pelo incentivo à qualificação profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola pelo importante papel que faz ao promover qualificação em nível de mestrado a servidores dos Institutos Federais.

A todos os meus amigos que durante essa jornada contribuíram para o êxito deste trabalho.

Aos alunos da turma do 3º ano de meio ambiente do ano de 2015 pela participação no trabalho.

A toda equipe do *campus* do Laranjal do Jari a qual forneceu todo apoio necessário para realização do trabalho.

RESUMO

ALMEIDA, Willians Lopes de. **Uma proposta de integração curricular entre o ensino de física e o tema solos no curso técnico em meio ambiente do Instituto Federal do Amapá – campus Laranjal do Jari**. 2016. 45 p. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Os conceitos e leis da física são amplamente utilizados em pesquisas que visam melhorar a qualidade ambiental, proporcionando bases teórico/práticas para solução dos problemas decorrentes da poluição do meio ambiente. Tais problemas são constituídos por diversos aspectos que vão desde a contaminação da água, do ar e do solo, até a modificação da paisagem. Em relação ao solo, este não se resume a um pedaço de chão; ele é bastante complexo e constituído por diversos elementos como matéria orgânica, água, ar e, principalmente, vida. Considerando a importância que o estudo do solo tem, vem a necessidade de levar este conhecimento ao ciclo básico da educação, de modo a despertar desde cedo os aspectos relativos à prática consciente de utilização deste elemento do ecossistema. Diante disto, percebe-se que há um leque de possibilidades para se trabalhar o tema no contexto escolar, dada a sua importância, facilidade de visualizar modificações decorrentes do mau uso ou ocupações desordenadas da terra e também o seu caráter transdisciplinar. Uma dessas possibilidades está no estudo da resistividade do solo, a qual atrela conhecimentos de física, bem como de composição e contaminação do solo. Muitos alunos questionam a importância de se estudar física considerando que este componente curricular não lhe será útil em sua vida cotidiana ou atuação profissional. Nessa perspectiva, pensar estratégias de ensino que envolva os alunos, tanto em seu contexto formativo como profissional, de modo a fazê-los reconhecer o papel da ciência na transformação da sociedade, representa a função que o educador tem e seu compromisso com uma educação cada vez melhor. Assim, com apoio da teoria da aprendizagem significativa, foi possível avaliar, frente à relação transdisciplinar existente entre a física e a temática solos, através do estudo da resistividade elétrica do solo num experimento de baixo custo, o reconhecimento e a aprendizagem de forma mais dinâmica e satisfatória. Com base nos resultados pode-se dizer que a proposta transdisciplinar, por meio da experimentação, a partir do conceito de resistividade elétrica como componente de integração curricular entre a física e solos, foi bem sucedida, haja vista a boa avaliação que os alunos empregaram no trabalho. O papel da experimentação no processo de ensino-aprendizagem no ensino de física, para este contexto, repercutiu em melhorias na aprendizagem dos alunos e os fizeram reconhecer as relações entre os dois componentes curriculares: física e solos. A estratégia metodológica utilizada neste trabalho contribuiu com a caracterização da formação profissional do técnico em meio ambiente e isto permitiu que os sujeitos pesquisados conseguissem compreender o conteúdo ensinado de forma mais significativa. Através dos resultados obtidos no pós-teste e na avaliação do trabalho por parte dos alunos, foi possível constatar que estes reconheceram a significância do conceito de resistividade elétrica do solo e experimentaram uma aprendizagem significativa, dado todo contexto que passaram ao longo da execução desta pesquisa.

Palavras-chave: Condutividade Elétrica, Ensino, Experimento, Física, Resistividade Elétrica, Solos.

ABSTRACT

ALMEIDA, Willians Lopes de. **A proposal for curriculum integration between physical education and the theme soils in the technical course in the environment of the Federal Institute of Amapá - *campus* Laranjal of the Jari.** 2016. 45 p. Dissertation (Master Science in Agricultural Education). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The concepts and laws of physics are widely used in research aimed at improving environmental quality, providing theoretical bases / practical solution to the problems of the environmental pollution. Such problems are made up of various aspects ranging from contamination of water, air and soil, to landscape changes. On the ground, this is not just a piece of ground; it is very complex and consists of several elements such as organic matter, water, air and especially life. Considering the importance that the study of soil has been the need to bring this knowledge to the basic cycle of education, in order to wake up early on the aspects of the practice of conscious use of this ecosystem element. Given this, it is clear that there is a range of possibilities to work with the subject in the school context, given its importance, ease of viewing changes resulting from the misuse or disorderly occupation of land and also its transdisciplinary character. One such possibility is the soil resistivity of the study, which harnesses knowledge of physics, as well as composition and soil contamination. Many students question the importance of studying physics considering that this curriculum component will not be useful to you in your everyday life or professional activities. In this perspective, thinking teaching strategies that engage students in both their educational background as a professional in order to make them recognize the role of science in the transformation of society, it is the role that the teacher has and his commitment to each education better. Thus, with the support of the theory of meaningful learning, could be assessed, opposite the existing transdisciplinary relationship between physical and thematic soil, through the study of soil electrical resistivity in a low cost experiment, recognition and learning more dynamically and satisfactory. Based on the results it can be said that the transdisciplinary proposal, through experimentation, from the concept of electrical resistivity as curriculum integration component between physics and soil, was successful, given the good evaluation that students employed in job. The role of experimentation in the teaching-learning process in physical education, in this context, reflected in improvements in student learning and made them recognize the relationships between the two curriculum components: physical and soils. The methodological strategy used in this study contributed to the characterization of vocational training in the technical environment and this allowed the study subjects were able to understand the content taught in a more meaningful way. The results obtained in the post-test and evaluation of the work by the students, it was found that they have recognized the significance of the concept of soil electrical resistivity and experienced a significant learning, given all the context that passed during the execution of this research.

Keywords: Electrical Conductivity, Education, Experiment, Physics, Electrical Resistivity, Soils.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Configuração usual de campo. Eletrodos MN para medir diferença de potencial e eletrodos AB responsáveis pela injeção de corrente elétrica (BRAGA, 2007). O símbolo V representa o voltímetro e o A o amperímetro.....	3
Figura 2 - Esquema para o arranjo Schlumberger (adaptado de SILVA, 2002).	4
Figura 3 - Esquema para o arranjo Wenner (adaptado de SILVA, 2002).	4
Figura 4 - Esquema geralmente empregado para o arranjo Dipolo-dipolo. Nota-se, neste caso, $c = b = a/5$ (adaptado de SILVA, 2002).	5
Figura 5 - Composição típica de um solo em boas condições para crescimento de plantas. 6	
Figura 6 - a) multímetros; (b) bateria de 9 V DC; (c) pontas de prova com encaixe para multímetro [são usadas três dessas para elaboração de um experimento]; (d) adaptação com encaixe para bateria de 9V conectado a uma ponta de prova e um engate tipo “jacaré”; (e) recorte de isopor nas medidas da bandeja; (f) bandejas de plástico transparente com dimensões de 14x27 cm ² contendo as porções de solo arenoso (esquerda) e argiloso (direita).	14
Figura 7 - Experimento montado, sendo: (A) – bateria de 9V; (B) – multímetros; (C) – uma base de isopor para dar sustentação aos eletrodos; (D) – eletrodos feitos a partir das pontas de prova do multímetro; (E) recipiente de plástico contendo amostra de solo.	15
Figura 8 - Adaptação com encaixe para bateria de 9V conectado a uma ponta de prova e um engate tipo “jacaré”;	17
Figura 9 - (a) pontas de provas com conexão para multímetros conforme descrito na figura 7; (b) conexão do item (a) ao multímetro que medirá d.d.p; (c) associação em série entre bateria e multímetro para que se meça a corrente elétrica; (d) configuração elétrica do experimento, sendo A representação do amperímetro (multímetro amarelo) e V a representação do voltímetro (multímetro escuro).	17
Figura 10 - utilização de um recorte de isopor para dar apoio aos eletrodos (pontas de prova do multímetro).	18
Figura 11 - a esquerda o experimento conforme os procedimentos descritos pelas figuras 8, 9 e 10; a direita o esquema elétrico que deve ser seguido para realizar as medições de resistividade elétrica da porção de solo.	18
Figura 12 - Preparação da atividade experimental no laboratório de física.	19
Figura 13 - Procedimento experimental.	20
Figura 14 - Recipientes contendo água destilada, água da torneira e água com sal.	21
Figura 15 - Realização da atividade experimental.	22
Figura 16 - Questionário pós-teste proposto aos alunos para que pudessem avaliar a atividade.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais minerais primários e seus respectivos nutrientes (elementos químicos) para as plantas. Fonte: Melo e Lima (2007).....	7
Tabela 2 - Materiais necessários para confecção do experimento.	16
Tabela 3 - Acertos por questão no pré-teste.	23
Tabela 4 - Acertos por questão no pós-teste.....	26
Tabela 5 - Respostas objetivas do questionário pós-teste.	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - primeira questão do pré-teste.....	23
Quadro 2 - Segunda questão do pré-teste. Resposta correta alternativa (b).	23
Quadro 3 - Terceira questão do pré-teste. Alternativa correta (b).	24
Quadro 4 - Quarta questão do pré-teste.	24
Quadro 5 - Quinta questão do pré-teste.	25
Quadro 6 - Sexta questão do pré-teste. Alternativa correta (c).	25
Quadro 7 - Sétima questão do pré-teste.	26
Quadro 8 - Respostas às justificativas da 2ª questão que mais chamaram atenção do pesquisador. E3 (estudante 3), E6 (estudante 6), E19 (estudante 19) e E28 (estudante 28).	34
Quadro 9 - Respostas às justificativas da 3ª questão. E7 (estudante 7), E9 (estudante 9) e E26 (estudante 26).	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Desempenho de cada aluno nos dois testes; o eixo das abcissas corresponde ao número do estudante na chamada e o eixo das ordenadas diz respeito à questão do teste. 29

Gráfico 2 - Comparativo entre o número de acertos nas questões do pré e pós-teste; no eixo das abcissas a questão correspondente e nas ordenadas a quantidade de acertos..... 31

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

- CTA:** Capacidade de troca aniônica;
- CTC:** capacidade de troca catiônica;
- CE:** Caminhamento Elétrico;
- CEFET-SVS:** Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul
- CO₂:** Dióxido de Carbono;
- Cu:** Cobre
- Ca:** Cálcio
- Ca²⁺:** cátion de cálcio;
- cm²:** Centímetro quadrado
- d.d.p:** diferença de potencial
- DC:** Corrente contínua
- E:** campo elétrico;
- Fe:** Ferro
- FUNBEC:** Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
- IFAP:** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá;
- I:** intensidade da corrente elétrica
- J:** densidade de corrente elétrica;
- K:** Potássio
- K⁺:** cátion de potássio;
- κ:** fator geométrico;
- Mo:** Molibdênio
- Mg:** Magnésio;
- Mg²⁺:** cátion de magnésio;
- Mn:** Manganês
- NO₃⁻:** ânion de nitrato;
- NaCl:** Cloreto de sódio;
- O₂:** Oxigênio;
- P:** Fósforo
- PEF:** Pesquisa no Ensino de Física
- PCN+:** Orientações complementares aos parâmetros curriculares nacionais;
- pH:** potencial hidrogênico;
- RSU:** resíduos sólidos urbanos;

SEV: Sondagem Elétrica Vertical;

SBF: Sociedade Brasileira de Física

SO₄²⁻: ânion de sulfato;

U: diferença de potencial

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

V: Volts

Zn: Zinco

σ : condutividade elétrica;

ρ : resistividade elétrica;

ρ_a : resistividade aparente

ΔV : diferença de potencial

μm : Micrômetro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. GERAL.....	2
2.2. ESPECÍFICOS.....	2
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
3.1. MÉTODO GEOFÍSICO DA ELETRORRESISTIVIDADE.....	2
3.2. SOLO: DO CONCEITO A IMPORTÂNCIA PARA O HOMEM.....	5
3.3. ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL.....	8
3.4. A TEMÁTICA SOLO NO CONTEXTO ESCOLAR E O ENSINO DE FÍSICA.....	9
3.5. TRANSDISCIPLINARIDADE COMO PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO CURRICULAR PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	10
3.6. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO DE FÍSICA.....	11
4. METODOLOGIA.....	11
4.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	11
4.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	12
4.2.1. 1ª ETAPA: ABORDAGEM TRADICIONAL.....	13
4.2.2. 2ª ETAPA: DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE ENSINO A SER UTILIZADA NO ESTUDO.....	13
4.2.2.1. 1º PASSO: MATERIAL NECESSÁRIO À MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	15
4.2.2.2. 2º PASSO: MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	16
4.2.2.3. 3ª ETAPA: APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE.....	18
4.2.2.4. 4ª ETAPA: ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1. ANÁLISE DO PRÉ-TESTE.....	22
5.2. ANÁLISE DO PÓS-TESTE.....	26
5.3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O PRÉ E O PÓS-TESTE.....	27
5.4. AVALIAÇÃO DO PESQUISADO SOBRE O TRABALHO.....	32
6. CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
APÊNDICES.....	39

1. INTRODUÇÃO

Os conceitos e leis da física são amplamente utilizados em pesquisas que visam melhorar a qualidade ambiental, proporcionando bases teórico/práticas para solução dos problemas decorrentes da poluição do meio ambiente. Segundo Oga (1996) apud Guimarães (2009), tais problemas são constituídos por diversos aspectos que vão desde a contaminação da água, do ar e do solo, até a modificação da paisagem. Em relação a estes aspectos destaca-se, aqui, a contaminação do solo, pois conforme relata Lima (2010): “*o homem sempre reconheceu o solo como um elemento fundamental de sua sobrevivência*”. Logo em face a este reconhecimento o cuidado para com este recurso natural do qual somos tão dependentes deve-se tornar rotina em nosso dia a dia.

Para Lima (2010) o solo não se resume a um pedaço de chão. Este é bastante complexo e constituído por diversos elementos como matéria orgânica, água, ar e, principalmente, vida. Ainda, Becker (2007) trás a concepção do geólogo Vassili Dokuchaev (1846-1903), considerado pai da Pedologia¹, o qual identifica o solo como um produto de interações complexas entre rochas, clima, plantas, animais, relevo e idade das paisagens. Assim, promover o estudo científico e disseminar o papel que o solo exerce na natureza constituem fatores primordiais para sua proteção, conservação e manutenção de um ambiente sadio e sustentável, haja vista que as pessoas têm pouca consciência e sensibilidade, o que contribui ainda mais na sua degradação (MUGGLER; SOBRINHO; MACHADO, 2006; BECKER, 2007). Portanto, valorizar este conhecimento na formação dos jovens tem uma contribuição bastante significativa em tais aspectos. Diante disto, percebe-se que há um leque de possibilidades para se trabalhar o tema solos no contexto escolar, dada a sua importância, facilidade de visualizar modificações decorrentes do mau uso ou ocupações desordenadas da terra e também o seu caráter transdisciplinar. Uma dessas possibilidades está no estudo da resistividade do solo, a qual atrela conhecimentos de física, bem como de composição e contaminação do solo.

O ensino de física muitas vezes se torna tradicional do ponto de vista conceitual, ou seja, aos alunos é dado um aglomerado de fórmulas antecedido de um conceito superficial presente nos livros didáticos. Relacionar a física com outras áreas do conhecimento é uma prática que valoriza o conhecimento científico e amplia o processo de ensino-aprendizagem. Portanto, propor estratégias de ensino que realmente possam fazer sentido aos alunos deve se tornar uma prática corriqueira em nossas escolas e algo fundamental para o ensino de física.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP) – *campus* Laranjal do Jari oferta o curso técnico em meio ambiente tanto na forma integrada ao ensino médio quanto na forma subsequente. Muitos alunos questionam a importância de se estudar física considerando que este componente curricular não lhe será útil em sua vida cotidiana ou atuação profissional. Nessa perspectiva, pensar estratégias de ensino que envolva os alunos, tanto em seu contexto formativo como profissional, de modo a fazê-los reconhecer o papel da ciência na transformação da sociedade, representa a função que o educador tem e seu compromisso com uma educação cada vez melhor. Com base neste raciocínio, e tendo como ponto de partida a constante indagação dos alunos no tocante a “*em que ou quando usar a física na área ambiental?*”, é que se pensou numa proposta metodológica para o ensino de física que visasse aproximar da realidade do educando uma das contribuições da física no contexto ambiental. Assim, valendo-se do suporte teórico que a teoria da aprendizagem significativa constitui para casos como deste trabalho, foi possível avaliar, frente à relação transdisciplinar existente entre a física e a temática solos, através do estudo da resistividade

¹ Pedologia é a ciência que estuda o solo.

elétrica do solo num experimento de baixo custo, o reconhecimento e a aprendizagem de forma mais dinâmica e satisfatória para estudantes do curso técnico em meio ambiente do IFAP – *campus* Laranjal do Jari.

Além da introdução e dos objetivos, este trabalho propõe mais quatro seções através das quais se montam as peças para o desenvolvimento do texto.

A seção 3 trás todo o aporte teórico no qual o estudo se baseou, onde se encontram os fundamentos da geofísica, a partir do método da eletrorresistividade com emprego da técnica de Wenner, demonstrando os conceitos essenciais do solo pertinentes ao trabalho e ainda uma caracterização do ensino de física, do papel da experimentação no ensino, bem como as possibilidades transdisciplinares e sua relação com as teorias cognitivas da aprendizagem e em especial sobre a aprendizagem significativa.

Na seção 4 encontram-se os procedimentos metodológicos que este trabalho seguiu, de forma que se verificará desde o tipo de pesquisa enquadrado neste estudo até a abordagem proposta através do experimento para o cálculo resistividade elétrica do solo.

Considerando o tratamento das informações levantadas na pesquisa, a seção 5, possibilita conhecer os resultados do estudo, bem como explicações para os fenômenos identificados.

Por fim, a seção 6, aborda a conclusão do estudo de forma a seguir o que fora proposto como objetivo na pesquisa.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar uma proposta transdisciplinar, com base na experimentação, tendo o conceito de resistividade elétrica como componente de integração curricular entre a física e solos.

2.2. Específicos

- ✓ Caracterizar o processo de ensino-aprendizagem no ensino de física com base na experimentação;
- ✓ Avaliar o uso de uma estratégia metodológica para o ensino de física relacionada a formação profissional do técnico em meio ambiente;
- ✓ Demonstrar a significância do conceito de resistividade elétrica do solo para alunos do curso técnico em meio ambiente do Instituto Federal do Amapá – *campus* Laranjal do Jari, tendo como suporte teórico a teoria da aprendizagem significativa;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Método geofísico da eletrorresistividade

Os métodos geofísicos constituem-se como técnicas indiretas de investigação e, por isso também são chamados de métodos não invasivos (CETESB, 1999); muitas são aplicações da geofísica, uma delas está, a partir dos métodos geoeletricos, na investigação de problemas de contaminação tanto do solo quanto das águas subterrâneas. Dentre os métodos geoeletricos destaca-se o método da eletrorresistividade, que consiste na injeção de corrente elétrica (contínua ou alternada) no solo a fim de se analisar estruturas da subsuperfície a partir das informações a cerca da resistividade elétrica. Este parâmetro físico é o mais susceptível a alterações na presença de contaminantes, além de constituir-se numa característica fundamental dos diferentes tipos de materiais existentes no ambiente geológico. (BRAGA, 2007; MOREIRA e BRAGA, 2009).

O emprego da eletrorresistividade está, fisicamente, relacionado com a lei de Ohm (equação 1).

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde \mathbf{j} representa a densidade de corrente elétrica que atravessa o material, \mathbf{E} é o campo elétrico produzido no entorno do mesmo e σ é uma constante, característica do material, denominada de condutividade elétrica. Se um material tem boa condutividade, então este oferece pouca resistividade à passagem de corrente elétrica. Assim, a relação entre a resistividade (ρ) e a condutividade elétrica (σ) pode ser observada pela equação 2.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad \text{Eq. (2)}$$

Geralmente o arranjo de desenvolvimento para aplicação do método da eletrorresistividade consiste na instalação de quatro eletrodos na superfície do terreno a ser estudado. Um par desses eletrodos serve para injetar corrente no solo, enquanto o outro mede a diferença de potencial estabelecida em razão da passagem de corrente (BRAGA, 2007). A figura 1 ilustra a situação.

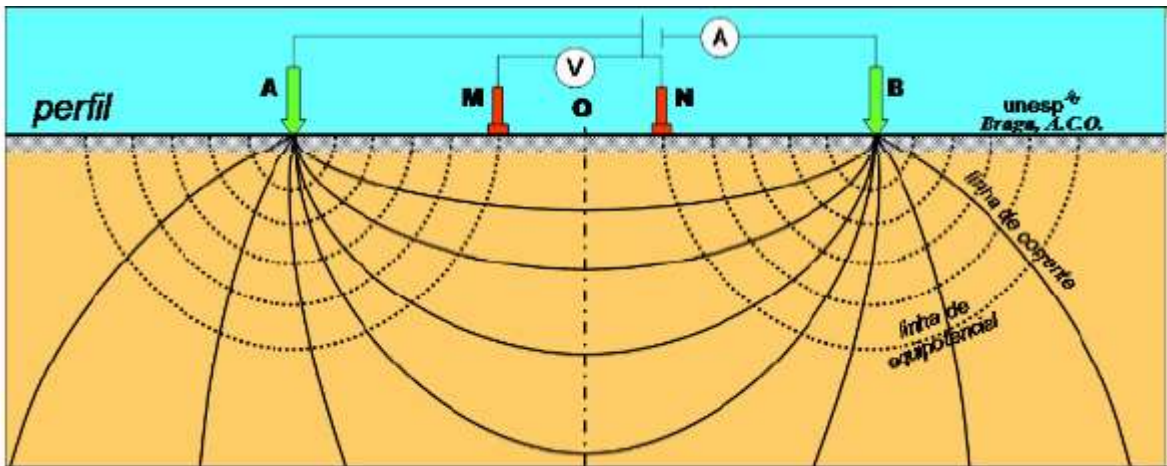


Figura 1 - Configuração usual de campo. Eletrodos MN para medir diferença de potencial e eletrodos AB responsáveis pela injeção de corrente elétrica (BRAGA, 2007). O símbolo V representa o voltímetro e o A o amperímetro.

Nesses termos, ainda pode-se escrever a resistividade elétrica de um meio isotrópico e homogêneo como função da diferença de potencial e da corrente elétrica de acordo com a equação 3.

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad \text{Eq. (3)}$$

Sendo ΔV : diferença de potencial entre os eletrodos MN; I : intensidade da corrente elétrica injetada a partir dos eletrodos AB e K é denominado fator geométrico, definido por:

$$k = 2\pi \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)^{-1} \quad \text{Eq. (4)}$$

Ocorre que o subsolo não se comporta como um meio homogêneo, mas sim heterogêneo. Com isso, para a equação 3 chamamos ρ de resistividade aparente (ρ_a), o que traduz uma média ponderada de todas as resistividades verdadeiras medidas no volume de material envolvido na investigação (BRAGA, 2007; SILVA, 2002).

Para caracterizar a subsuperfície através da eletrorresistividade, podem-se empregar as técnicas de Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e Caminhamento Elétrico (CE), sendo que a primeira consiste na investigação vertical e a segunda no detalhamento horizontal da área em questão. Dentre essas duas técnicas, os principais arranjos adotados em campo são: Schlumberger, Wenner e Dipolo-Dipolo (SILVA, 2002; NUNES, 2005; BRAGA, 2007).

O arranjo Schlumberger (figura 2) propõe dispor os quatro eletrodos em linha sendo a distância entre AB (eletrodos de corrente elétrica) superior a distância dos eletrodos MN (potencial elétrico). Para o arranjo Wenner (figura 3) também são alinhados os eletrodos e estes distribuídos de forma equidistante. Com respeito a configuração Dipolo-Dipolo, esta admite várias orientações a cerca dos pares AB e MN; a mais usual (figura 4) consiste no alinhamento dos eletrodos, contudo as distancias AB e MN são pequenas se comparadas com a distância entre seus centros, o que corresponde, geralmente, a 1/5 (SILVA, 2002; NUNES, 2005).

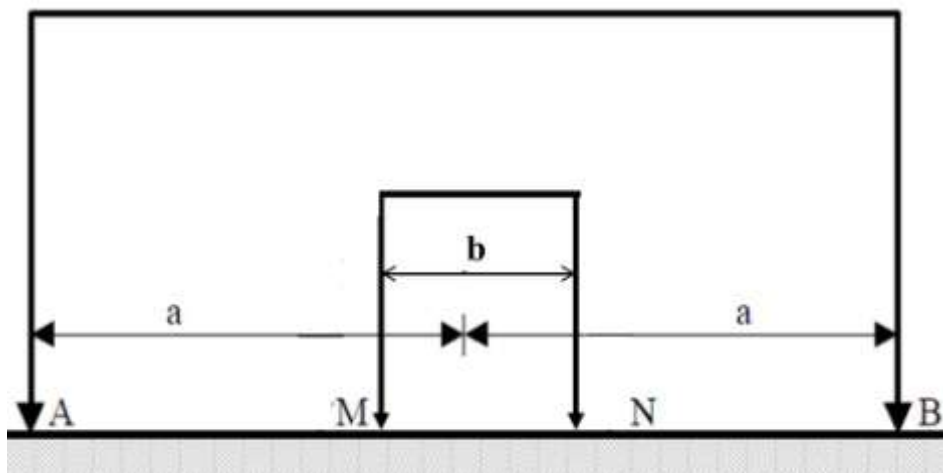


Figura 2 - Esquema para o arranjo Schlumberger (adaptado de SILVA, 2002).

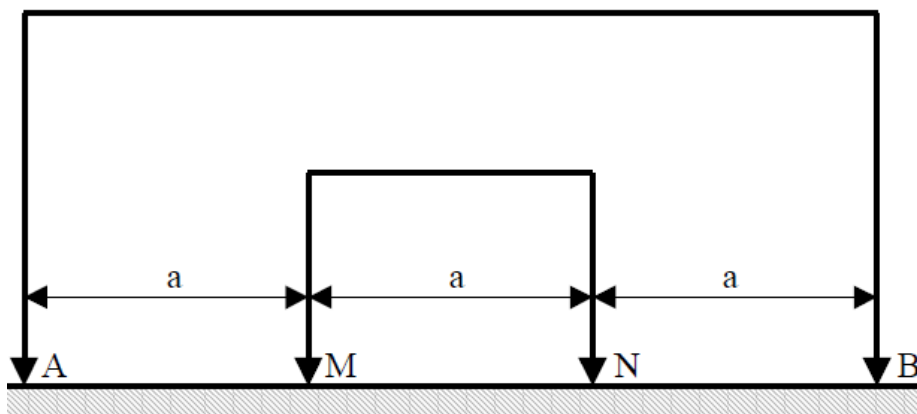


Figura 3 - Esquema para o arranjo Wenner (adaptado de SILVA, 2002).

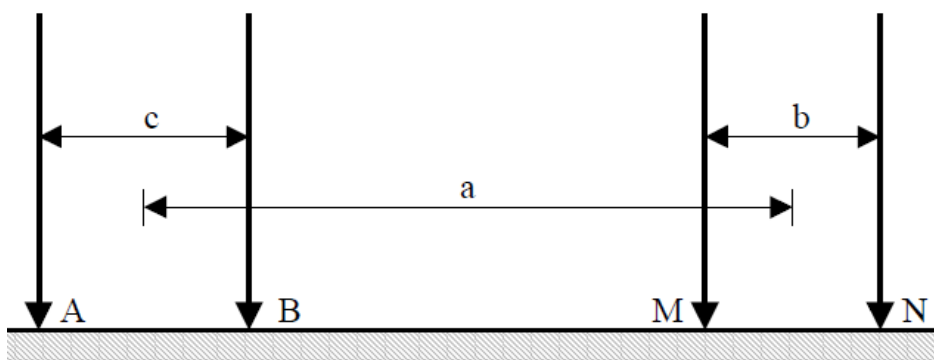


Figura 4 - Esquema geralmente empregado para o arranjo Dipolo-dipolo. Nota-se, neste caso, $c = b = a/5$ (adaptado de SILVA, 2002).

Tendo em vista que a equação 3 necessita de um fator geométrico K (dependente da disposição dos eletrodos), para cada arranjo obteremos, a partir da equação 4, os fatores geométricos das configurações Schlumberger, Wenner e Dipolo-Dipolo, respectivamente:

$$K_S = \pi \left(\frac{a^2}{b} - \frac{b}{4} \right) \quad \text{Eq. (5)}$$

$$K_W = 2\pi a \quad \text{Eq. (6)}$$

$$K_D = \pi \left(\frac{a^3}{b^2} - a \right) \quad \text{Eq. (7)}$$

Neste trabalho utilizou-se um experimento didático em que, a partir da metodologia geofísica da eletrorresistividade, cuja configuração do mesmo foi dado pela técnica de Wenner, tal qual se utilizou as equações 3 e 6 para se obter a seguinte equação:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{U}{I} \quad \text{Eq. (8)}$$

Onde ρ representa a resistividade elétrica do solo investigado, a vem a ser distância entre os eletrodos que, conforme já discutido, para o emprego da técnica de Wenner essa distância é mantida constante, U está representando a diferença de potencial (d.d.p) medida nos eletrodos para este fim, bem como I indica a intensidade da corrente elétrica injetada no material investigado. Portanto, a utilização da técnica de Wenner, como recurso no aparato experimental deste trabalho, se deu em razão da praticidade de manuseio do experimento (distância fixa entre os eletrodos) e pela fórmula (Eq. 18) utilizada para o cálculo da resistividade elétrica.

3.2. Solo: do conceito a importância para o homem

O solo constitui um importante elemento para a manutenção e integração de seres num ecossistema, sendo que o mesmo surge a partir de uma série de ações entre o clima e os organismos que atuam sobre o material de origem (Lima e Lima 2007). Para Braga et. al. (2005), o solo pode ser considerado “*um manto superficial formado por rocha desagregada e, eventualmente, cinzas vulcânicas, em mistura com matéria orgânica em decomposição, contendo, ainda, água e ar em proporções variáveis e organismos vivos*”. Ainda, de acordo com a mesma fonte, o solo pode ter seu conceito atrelado a sua utilização como, por exemplo, para o agrônomo e o agricultor este elemento terá sua definição baseada nas suas características de suporte na produção agrícola, enquanto que para um engenheiro civil o solo está relacionado a sua capacidade de suportar cargas (“pesos”) ou de se transformar em

material de construção. Nesta perspectiva admite-se a importância do solo, também, à sua forma de utilização, seja na agricultura, na construção civil ou do ponto de vista ecológico.

Existem diversos elementos que constituem o solo, sendo que os principais são: água, ar, minerais e matéria orgânica, de modo que a proporção para cada um desses componentes pode variar de um solo para outro (BRAGA et. al., 2005). Num aspecto mais generalista e para boas condições de crescimento de plantas, esta proporção é bem aceita pela Ciência do Solo como sendo de: 45% de minerais, 25% de água, 25% de ar e 5% de matéria orgânica, porém não representa uma regra para tal (figura 5).

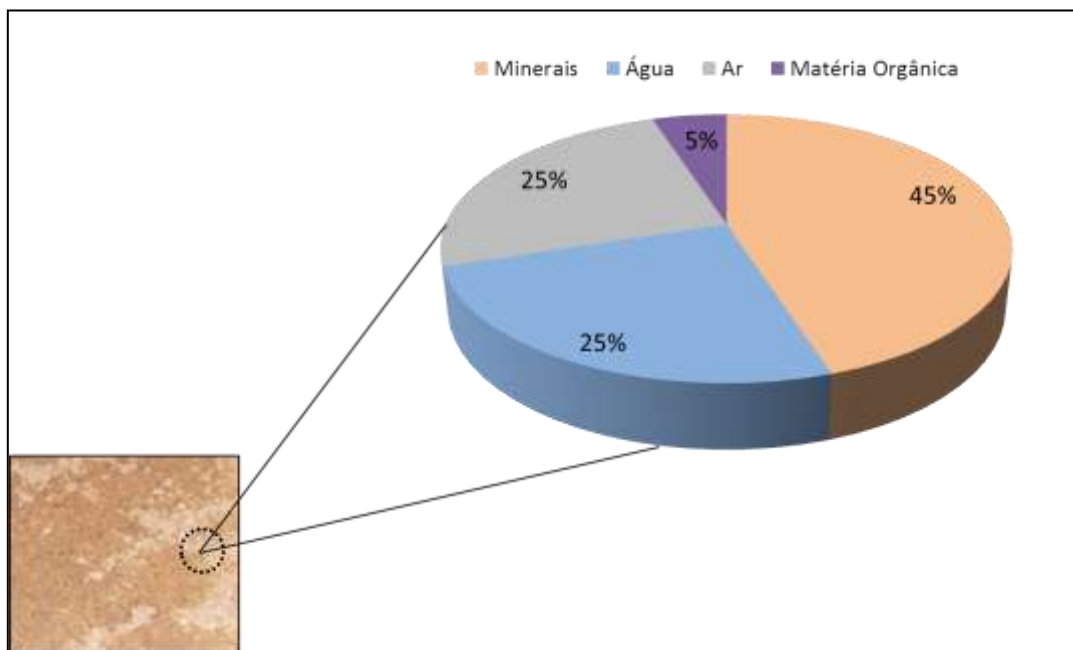


Figura 5 - Composição típica de um solo em boas condições para crescimento de plantas.

reflexos do material de origem deste e devido ao intemperismo². Já a matéria orgânica presente no solo é decorrente dos restos de vegetais e animais (biomassa) e, segundo Abbruzzini (2011) e Mielniczuk (2008), esta composição é considerada um dos indicadores mais úteis de qualidade do solo pelo fato de sua interação com diversos componentes deste meio exercerem efeitos diretos na retenção de água no solo, formação de agregados, potencial hidrogeniônico (pH), capacidade de troca catiônica (CTC), infiltração, densidade do solo, etc, o que na visão de Marques (2006) representam propriedades que tem grande importância para o entendimento de um manejo adequado da fertilidade dos solos. A água é responsável pelo transporte de nutrientes do solo às plantas e, portanto, forma-se a chamada solução do solo³, a qual apresenta quantidades menores, mas significativas, de sais em solução, de modo que muitos deles são componentes essenciais ao crescimento vegetal. Então, a partir desta característica é correto afirmar que o solo conduz eletricidade, haja vista que os sais presentes na solução garantem este fenômeno. Quanto ao ar presente no solo, Lima (2010) reforça que este é diferente do ar atmosférico, visto que o ar do solo encontra-se confinado nos poros deste; apresenta um teor de umidade maior em relação ao ar atmosférico, bem como a concentração de CO₂ (Dióxido de Carbono) também é mais elevada de modo que seja reduzido o teor de O₂ (Oxigênio).

² Processo de transformação da rocha em solo (MELO e LIMA, 2007, p. 32).

³ Denominação dada a água do solo em conjunto a sais em solução presentes neste meio (LIMA, 2010).

S
egu
ndo
Li
ma
(20
10)
, os
mi
ner
ais
que
con
stit
ue
m o
sol
o
são

A natureza elétrica da matéria tem bastante influência, direta e indiretamente, na vida do homem. As plantas – principais alimentos de animais dos quais os seres humanos se alimentam – para crescerem, sob condições ideais, necessitam de um solo cuja presença de cargas elétricas é fundamental e, portanto, existe uma forte relação entre a fertilidade e nutrição de plantas com esta propriedade intrínseca da matéria.

De acordo com Melo e Lima (2007), nas frações de areia e silte do solo encontram-se os chamados minerais primários dos quais as plantas retiram seus nutrientes. Estes elementos, através do intemperismo, chegam até a água do solo (solução do solo), permitindo que as plantas ao retirarem esta água absorva-os, o que levará a um melhor crescimento das mesmas visto que estes nutrientes funcionam como adubos naturais. A tabela 1 mostra tais minerais primários, bem como seus respectivos nutrientes (elementos químicos) disponíveis às plantas:

Tabela 1- Principais minerais primários e seus respectivos nutrientes (elementos químicos) para as plantas. Fonte: Melo e Lima (2007).

Minerais primários	Nutrientes contidos no mineral
Olivina	Mg, Fe, Cu, Mn, Mo, Zn
Piroxênio	Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn
Anfibólio	Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn
Biotita (mica preta)	K, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn
Muscovita (mica branca)	K
Ortoclásio (feldspato potássio)	K
Plagioclásio (feldspato cálcico)	Ca, Cu, Mn
Apatita	P, Ca, Fe, Mg

Os minerais secundários constituem quase que na totalidade a fração de argila do solo e são derivados de alterações ocorridas nos minerais primários. Apresentam-se na forma de coloides em tamanhos bem pequenos (menores que 2,0 μm) e contendo cargas na superfície, de modo a possibilitar a adsorção⁴ de íons (MELO e LIMA, 2007).

Solos predominantemente argilosos possuem mais cargas elétricas na superfície do que os arenosos. Tais cargas (maioria negativa) estão disponíveis em minerais da fração argila e da fração húmica da matéria orgânica do solo, de modo que chamamos capacidade de troca catiônica (CTC) ao conjunto de cargas negativas, e capacidade de troca aniônica (CTA) aquelas cargas positivas (MELO e LIMA, 2007; MAIA e LIMA, 2014). Cargas positivas geralmente ocorrerem em solos abundantes em óxidos de ferro e alumínio e em condições de baixo pH. O aumento de matéria orgânica e/ou do pH nesses solos favorecem o surgimento de cargas negativas, diminuindo a CTA e aumentando a CTC (MARQUES, 2006). A seguir destacam-se dois aspectos relevantes a este estudo em que a presença de cargas no solo tem contribuição significativa ao seu uso:

⁴ Adsorção de íons corresponde a atração dos íons de cargas opostas pelos íons dos minerais (MELO e LIMA, 2007).

a) Adsorção de íons no solo: dado o fenômeno da lixiviação⁵, alguns cátions e ânions são conduzidos ao lençol freático e, graças a presença de cargas elétricas no solo, este processo pode ser reduzido. Por exemplo, com a presença de cátions (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e ânions (SO_4^{2-} , NO_3^-) no solo, estes são dissolvidos pela água e compõem a solução do solo. A partir daí os cátions serão atraídos pelas cargas negativas presentes no solo (CTC) e os ânions pelas cargas positivas (CTA), logo a planta terá à sua disposição nutrientes indispensáveis ao seu desenvolvimento. Como os solos argilosos possuem mais cargas que os arenosos, as concentrações de nutrientes na solução do solo são baixas, ou seja, a planta consegue aproveitar bastante do que foi dissolvido (menor perda de nutrientes pela lixiviação), enquanto que em solos arenosos (poucas cargas elétricas) a solução do solo se mantém com grandes concentrações daqueles cátions e íons dissolvidos pela água, o que conferirá mais perdas às plantas pela lixiviação (MELO e LIMA, 2007).

b) Poluição ambiental: O consumo acelerado do homem de materiais perecíveis promove cada vez mais a geração de resíduos sólidos. O destino inadequado desses resíduos pode acarretar em danos para o local onde foram descartados e ainda trazerem riscos à saúde humana. Dentre os problemas decorrentes da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU) destacam-se a contaminação do solo e das águas subterrâneas. As cargas elétricas presentes no solo podem minimizar este impacto, pelo fato de funcionarem como uma “barreira química” a certos poluentes, ao passo que as cargas negativas (CTC) dele atraem (adsorvem) as positivas dos poluentes, enquanto que a CTA adsorve as cargas negativas de tais contaminantes, no entanto, ressalta-se que os elementos que estiverem na solução do solo serão lixiviados ao lençol freático e poderão contaminar as águas subterrâneas (MELO e LIMA, 2007).

3.3. Ensino de física no Brasil

Em diversas escolas comumente se ouve dos alunos que a física, enquanto disciplina do currículo escolar, é aquela mais difícil, chata e que de nada serve para eles (onde irão usá-la?). Essas queixas são reflexos da situação do ensino de física no País, haja vista que a didática deste componente curricular geralmente se dá de forma tradicional e tão pouco contextualizada e, conforme relata Silva (2010), “*é um ensino baseado na transmissão de conteúdos e informações através de aulas quase sempre expositivas, sem atividades experimentais e conteúdos que nada se ligam à realidade do aluno*”. Exemplo disso são os livros didáticos que insistem em trazer exercícios cujas frases iniciam com “*um corpo de massa*” ou “*um ponto material*” nos denotam uma ideia de física inacessível e vazia sem relação direta com o cotidiano do aluno, o que reforça ainda mais a desmotivação dos estudantes para com a mesma. Outro aspecto lembrado por Borges e Rocha (2012) é de que “*o ensino atual de Física no Brasil tem se restringindo, em sua maioria, a resolução de exercícios em preparação ao vestibular*”, porém há de se considerar que os testes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) – principal forma de ingresso no ensino superior do País – vem admitindo textos contextualizados em que física se relaciona com outras áreas do saber, como meio ambiente, por exemplo. Assim, é imprescindível que o professor torne a física um atrativo para o aluno, contextualize seus textos com a realidade do mesmo, como faz o ENEM, e que provoque neste alunado um censo crítico, científico e motivador de modo a elucidar o importante papel que esta ciência desempenha para a humanidade.

A fim de minimizar o problema da didática da física na Educação Básica, e alguns casos no Ensino Superior, diversos pesquisadores vêm publicando seus estudos onde apontam

⁵ Processo pelo qual a matéria orgânica e os sais minerais são removidos do solo, de forma dissolvida, pela percolação da água da chuva (LEMOS e GOMES, 2012, p. 121).

metodologias essencialmente importantes para área denominada de Pesquisa no Ensino de Física (PEF). De acordo com Sociedade Brasileira de Física⁶ (SBF), a PEF tem suas origens em órgãos como, por exemplo, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO) que, através da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), se empenhou na confecção e divulgação de materiais didáticos para o ensino médio. Ainda, segundo a mesma fonte, projetos de ensino de física já consolidados no exterior foram de grande valia para o início da pesquisa desta área no Brasil, visto que, também, foram criados, na década de 1960, os chamados Centros de Treinamento de Professores de Ciências nas cidades de Porto Alegre, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Recife. Desde então diversos grupos de pesquisa vem consolidando cada vez mais a PEF e produzindo materiais/produtos que permitam melhorar a aprendizagem da física no ensino básico, dando origem, então, as metodologias para o ensino de física as quais constituem uma gama propostas didáticas com este objetivo.

Tratando-se das metodologias para ensino de física, as atividades experimentais são amplamente utilizadas por pesquisadores da área, visto que esta ciência (Física) é essencialmente experimental. No trabalho publicado por Dickman e seus colaboradores (2009) os mesmos confirmam que a prática experimental para ensinar física não é valorizada pela maioria dos professores, pois, segundo os autores, estes docentes acreditam que tais atividades são muito trabalhosas e exigem tempo excessivo, bem como espaço e materiais específicos. Logo para esses professores o ensino de física não passa de quadros cheios de fórmulas cujo significado para seus alunos é reduzido tão somente à matemática. Deste modo é notável a importância que este recurso didático tem, como se vê nos argumentos de Borges e Rocha (2012), para proporcionar ao aluno uma aprendizagem mais completa e que possam fomentar ainda mais a vontade de aprender.

“[...] é fácil perceber a importância de experimentos em sala de aula. Já que estes trazem o conhecimento de uma forma mais palpável e acessível aos alunos. Dessa forma vê-se a necessidade de trabalhar com experimentos, principalmente àqueles que envolvem a participação direta dos alunos já que a pouca (ou nenhuma) prática experimental contribui com demais dificuldades já encontradas no processo de ensino-aprendizagem dessa ciência [...]”. (BORGES e ROCHA, 2012).

Tal explanação reforça a pesquisa em tela, uma vez que se permitiu ao aluno construir seu conhecimento numa perspectiva construtivista e baseada na experimentação considerando os motivos já descritos acima.

3.4. A temática solo no contexto escolar e o ensino de física

Considerando a importância que o estudo do solo tem, vem a necessidade de levar este conhecimento ao ciclo básico da educação, de modo a despertar desde cedo os aspectos relativos à prática consciente de utilização deste elemento do ecossistema. Para Muggler, Sobrinho e Machado (2006), este componente essencial do meio ambiente é pouco valorizado e até mesmo desconsiderado pelas pessoas, por isso estes autores sugerem uma “conscientização pedológica” mais efetiva a fim de estabelecer um processo educativo baseado na concepção de sustentabilidade existente na relação homem-natureza voltada à temática solos. Porém, na maioria das vezes, conforme destaca Becker (2007), verifica-se que a relevância dada a esse tema nos currículos do Ensino Fundamental e Médio do País é bastante reduzida ou até mesmo nula. Cabe ressaltar que a temática solos configura-se como um excelente recurso didático para se trabalhar de forma transdisciplinar, visto que se pode

⁶ Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/comissoes/pef/Documento-da-Comissao-Pesquisa-em-Ensino-de-Fisica.pdf> Acesso em 12/04/2015.

utilizá-la em conjunto com diversos componentes curriculares, tais como a física, química, biologia, geografia, história, etc.

No âmbito do componente curricular física, tem-se uma série de possibilidades a serem trabalhadas juntamente com a temática solos, como é o caso da compactação do solo onde se trabalham os conceitos de pressão; escoamento superficial e infiltração da água no solo em que as concepções de cinemática podem ser facilmente observadas; a condução de eletricidade pelo solo – tema desta pesquisa – considerando que neste ponto pode-se trabalhar tanto as questões de eletricidade quanto de poluição ambiental e crescimento de plantas a partir desta característica. É nesta perspectiva que o ensino de física ganha subsídios para propiciar uma didática mais clara e próxima da realidade/contexto do aluno, desmistificando a concepção de física abstrata que muitos dos estudantes do ciclo básico têm a respeito de tal, além disso, o professor de física contribuirá para valorização do tema solo no currículo escolar e poderá instigar em seu público a tão sonhada “consciência pedológica” já comentada neste tópico, promovendo, então, um senso de cuidado e/ou de conservação deste recurso natural.

3.5. Transdisciplinaridade como proposta de integração curricular para o ensino de física

A ideia de transdisciplinaridade, segundo Oliveira (2012), recorre à necessidade de integração entre as disciplinas, ou seja, nesse aspecto deve haver diálogo entre as áreas do saber, ao passo que juntas permitam a construção do conhecimento de forma mais dinâmica. Corroborando com ideia, Bicalho e Oliveira (2011), afirmam que ela atinge níveis mais profundos de interação entre as ciências, ou seja, representa “*aquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas*” (NICOLESCU, 1999). Logo, baseado no avanço que o mundo contemporâneo está submetido, a prática disciplinar deverá ficar cada vez menos recorrente, uma vez que as tecnologias podem contribuir com o desenvolvimento de ações conjuntas entre diferentes ciências que tenham interesse num assunto comum e, nesta perspectiva, a promoção de pesquisas em educação faz refletir tais atitudes as quais reforçam questões de aprendizagem.

Pode-se dizer, então, que o uso da transdisciplinaridade no âmbito da pesquisa em ensino de ciências, e em especial da física, está fortemente relacionado à questão da integração entre os saberes dos diversos componentes curriculares que norteiam o universo escolar da educação básica. Reforçando-se a ideia aqui apresentada, encontramos nas orientações complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+), para o componente curricular física, a seguinte proposição de aula baseada na interação entre componentes curriculares:

“Reconhecer na análise de um mesmo fenômeno as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos. Por exemplo, no ciclo da água, compreender que a Física releva os aspectos das transformações de estado e processos de circulação, enquanto a química trata das diferentes reações e papel das soluções, enquanto a Biologia analisa a influência nas cadeias alimentares e o uso do solo (BRASIL, 2002, p. 67)”.

É neste contexto que este trabalho se identifica, ou seja, representa uma estratégia metodológica na construção do conhecimento, por meio de um tema (solos), o qual foi discutido de forma integrada/articulada, a partir da experimentação, entre os componentes curriculares física e solos no curso técnico em meio ambiente.

3.6. Aprendizagem significativa e o ensino de física

As teorias cognitivas de aprendizagem, de acordo com Lakomy (2008), procuram explicar o processo de construção do conhecimento humano e desenvolvimento da inteligência, o que nos leva a conhecer como se processa interiormente a aprendizagem.

Há muito elas são utilizadas na área do ensino de física. Um exemplo é o trabalho de Werlang, Schneider e Silveira (2008) onde o problema de investigação dos autores consistiu na constante indagação, por parte de discentes dos cursos técnicos em Agricultura e Zootecnia integrados ao Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul (CEFET-SVS)⁷, sobre a aplicabilidade dos conceitos da física nas disciplinas técnicas e/ou nas suas futuras vivências profissionais. Os autores trabalharam a temática dinâmica dos fluidos tendo como referencial a teoria de Vygotsky, a qual compõe uma das teorias cognitivas de aprendizagem.

A aprendizagem significativa proposta em 1985 por David Ausubel (1918 – 2008) integra o conjunto de teorias cognitivas da aprendizagem. Para Valadares (2011), esta teoria tem um caráter construtivista. Assim, este autor define o ato de aprender significativamente quando o indivíduo adquire a nova informação a partir de um conhecimento prévio ou estrutura cognitiva prévia. Moreira (2012) comenta que a aprendizagem significativa deve ser substantiva e não arbitrária, ou seja, o objeto/conteúdo o qual se pretende ensinar tem que ser algum tal que seja relevante dentro da estrutura cognitiva prévia do aprendiz. Este autor ainda discute que a ação de aprender significativamente não promove um esquecimento total do conteúdo, o que pode acontecer é uma perda de significados e se o esquecimento for total, com certeza houve aprendizagem mecânica.

Ausubel enfatizou a diferença entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, onde na primeira as informações são absorvidas pelo indivíduo sem associá-las a conceitos pré-existentes, já na segunda as novas informações são aprendidas com base em conceitos pré-existentes do indivíduo, ou seja, as tarefas de aprendizagem mecânica ou por memorização relacionam-se com a estrutura cognitiva, porém de maneira arbitrária (AUSUBEL, 2003; LAKOMY, 2008). Por exemplo, ensinar dinâmica de fluidos para um curso técnico em agricultura sem contextualizá-lo com a vivência do profissional ocasionaria uma aprendizagem mecânica, ao passo que se a aprendizagem de dinâmica dos fluidos fosse introduzida, valendo-se da experiência cotidiana dos alunos, ao se observar, por exemplo, os sistemas irrigação, isto ocasionaria uma aprendizagem significativa, corroborando, portanto, aos preceitos enraizados no PCN+ de física o qual vislumbra que: “[...] os jovens adquiram competências para lidar com as situações que vivenciam ou que venham a vivenciar no futuro [...]” (BRASIL, 2002).

Alguns trabalhos na literatura (SANTINI e TERRAZZAN, 2006; WERLANG, SCHNEIDER e SILVEIRA, 2008; LIMA, 2010; SILVA, 2010) apontam resultados positivos em metodologias que tratam o ensino de física de forma vinculada com a formação técnica dos alunos, o que reforça ainda mais a utilização desta proposta neste trabalho.

4. METODOLOGIA

4.1. Classificação da pesquisa

Considerando esta pesquisa, em sua abordagem, como um processo de ensino, o estudo foi caracterizado como qualitativo, uma vez que se fez necessário avaliar se houve aprendizagem a partir da proposta apresentada. Ainda sobre a abordagem, a pesquisa também

⁷ Hoje transformado em Instituto Federal Farroupilha – Campus São Vicente do Sul.

se enquadraram como quantitativa, já que foi possível medir o desempenho dos alunos ao executarem o trabalho.

Em relação a sua natureza, a pesquisa foi classificada como aplicada, pois, conforme Silveira e Córdova (2009), uma pesquisa aplicada “*objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos*”, haja vista que fora realizada a vinculação entre os conhecimentos da física com a atuação profissional do técnico em meio ambiente nas situações que envolviam aspectos de contaminação do solo baseadas no parâmetro físico da resistividade elétrica.

No que concerne aos objetivos, o estudo foi definido como descritivo já que se propôs a relatar uma questão de ensino-aprendizagem do conceito de resistividade elétrica por meio do tema solos.

Sobre os procedimentos adotados na pesquisa, esta pode ser entendida como pesquisa-ação em virtude da ação do pesquisador em propor melhorias para sua prática e para o aprendizado dos educandos. Seguindo esta linha de raciocínio, Tripp (2005), reforça a utilização desta pesquisa no âmbito educacional confirmando que a mesma “*é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos*”, sendo, portanto, um procedimento adequado a este trabalho, de maneira que o pesquisador (professor) interagiu com os sujeitos pesquisados (alunos) tanto na construção dos conceitos teóricos quanto na elaboração e aquisição de dados no experimento proposto, com intuito de proporcionar uma aprendizagem que pudesse fazer sentido à formação do estudante.

Neste aspecto os instrumentos de coleta consistiram de um questionário misto (apêndice A) – para aquisição do pré e pós-teste – de um experimento de baixo custo cuja construção e manipulação, por parte dos pesquisados, permitiu que estes reconhecessem os aspectos levantados nesta pesquisa. Ainda se utilizou como instrumento outro questionário (apêndice B), também de caráter misto, que permitiu aos estudantes avaliar o trabalho e, com isso, foi possível levantar argumentos que sustentaram as conclusões da pesquisa com base nos relatos dos pesquisados.

4.2. Desenvolvimento da pesquisa

O trabalho se deu no período de 16 a 20 de novembro de 2015 nas dependências (laboratório de física e sala de aula) do IFAP – *campus* Laranjal do Jari. Primeiramente solicitou-se do Diretor de Ensino daquela instituição autorização para realização da pesquisa (Apêndice C) e, tendo sido autorizado o trabalho pela escola, procedeu-se com a solicitação de autorização por parte dos alunos através do Termo de Livre Esclarecido e do Consentimento para Participação da Pessoa como Sujeito (Apêndices D e E) em que aqueles cuja idade era menor de 18 anos deveriam ser assinados por seus pais ou responsáveis legais. Ressalta-se que fora proporcionado ao público pesquisado toda a informação pertinente ao trabalho tanto de forma escrita, como consta no termo, como de forma verbalizada em sala de aula onde se exauriu eventuais dúvidas sobre suas participações no projeto de pesquisa desta dissertação. Após tais procedimentos, foi possível organizar o desenvolvimento deste trabalho em quatro etapas, em que os sujeitos pesquisados corresponderam a 28 alunos da 3ª série do curso técnico em meio ambiente, na forma integrada⁸, pois nesta etapa da formação os

⁸ A forma integrada é aquela etapa da formação dos alunos da educação profissional técnica de nível médio em que os estudantes cursam de forma conjunta, na mesma instituição, tanto o currículo da formação geral (física, biologia, matemática, português, etc.) como os componentes constituintes da formação técnica (solos, recursos hídricos, climatologia etc.).

mesmos cursam os fundamentos da eletricidade, no âmbito do componente curricular física, e aspectos relacionados a solos no componente curricular de mesmo nome.

4.2.1. 1ª Etapa: Abordagem tradicional

O primeiro momento da pesquisa consistiu na abordagem tradicional dos conteúdos previstos para os estudos de **tensão elétrica, corrente elétrica, leis de Ohm e circuito associado em série** (aula convencional) na disciplina de física. Com isso foi possível estabelecer bases conceituais desses assuntos e, a princípio, proporcionar uma aprendizagem superficial dos temas pertinentes a este estudo, o que também contribuiu para dar subsídios a ações futuras mais profundas e significativas dos conteúdos lecionados. Esta etapa do trabalho ocorreu em sala de aula em que os conteúdos mencionados acima foram trabalhados ao longo do 2º bimestre letivo, o que durou cerca de 20 aulas no total.

4.2.2. 2ª Etapa: Definição da estratégia de ensino a ser utilizada no estudo

Este trabalho se apoiou nas ideias da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e, como forma de proporcionar um ensino que pudesse fazer mais sentido ao estudante, utilizou-se um experimento de baixo custo que permitiu integrar os componentes curriculares de física e solos, ambos lecionados na 3ª série do curso de meio ambiente da forma integrada do *campus* Laranjal do Jari do IFAP, como base no conceito de resistividade elétrica do solo.

O experimento realizado tratou-se de uma adaptação para o ensino, proposta pelo pesquisador, de uma metodologia bastante utilizada no campo da Geofísica Aplicada, denominada método da eletrorresistividade, a qual já teve seus fundamentos discutidos na seção 3.1 deste trabalho. A figura 6 apresenta uma visão geral das peças que constituíram a formulação do experimento e a figura 7 mostra o equipamento já montado.

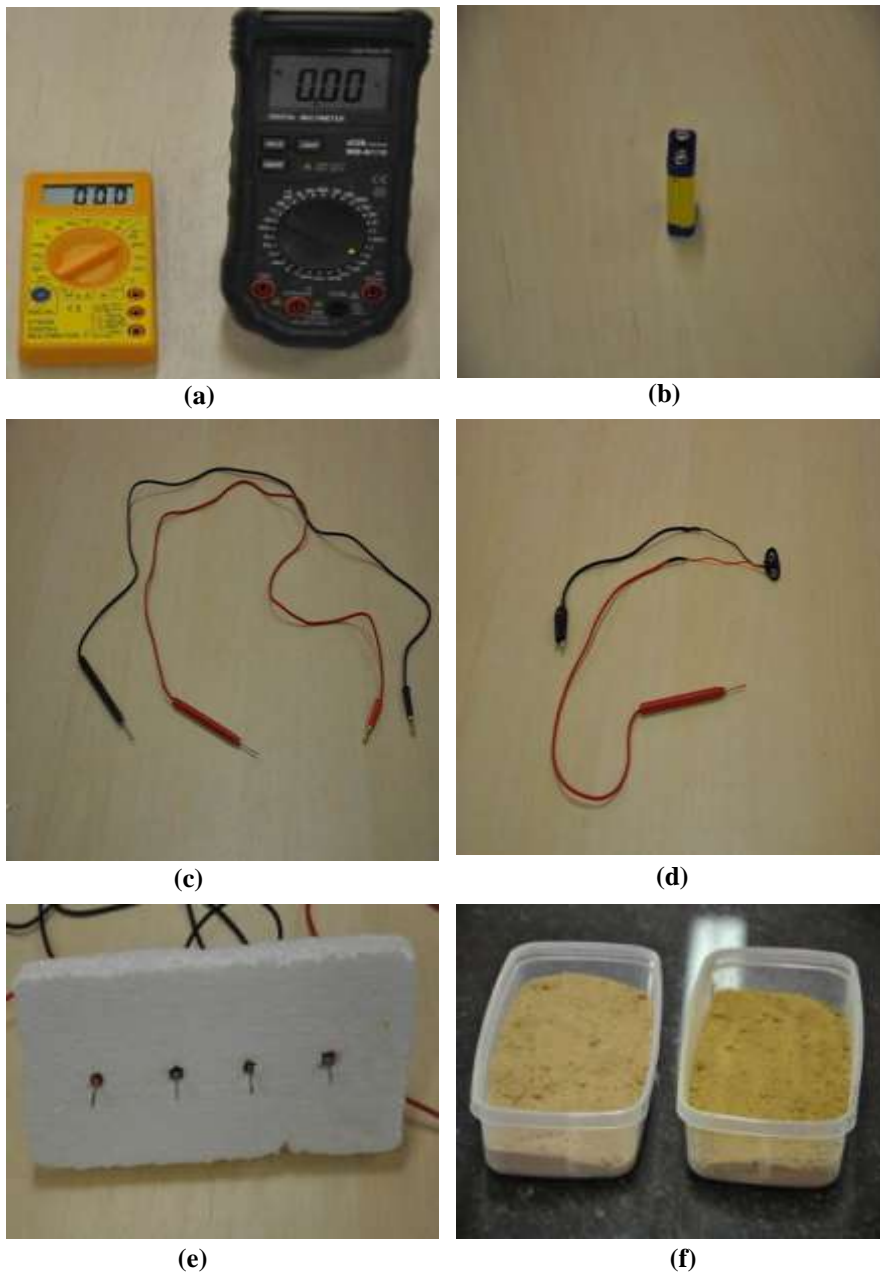


Figura 6 - a) multímetros; (b) bateria de 9 V DC; (c) pontas de prova com encaixe para multímetro [são usadas três dessas para elaboração de um experimento]; (d) adaptação com encaixe para bateria de 9V conectado a uma ponta de prova e um engate tipo “jacaré”; (e) recorte de isopor nas medidas da bandeja; (f) bandejas de plástico transparente com dimensões de 14x27 cm² contendo as porções de solo arenoso (esquerda) e argiloso (direita).

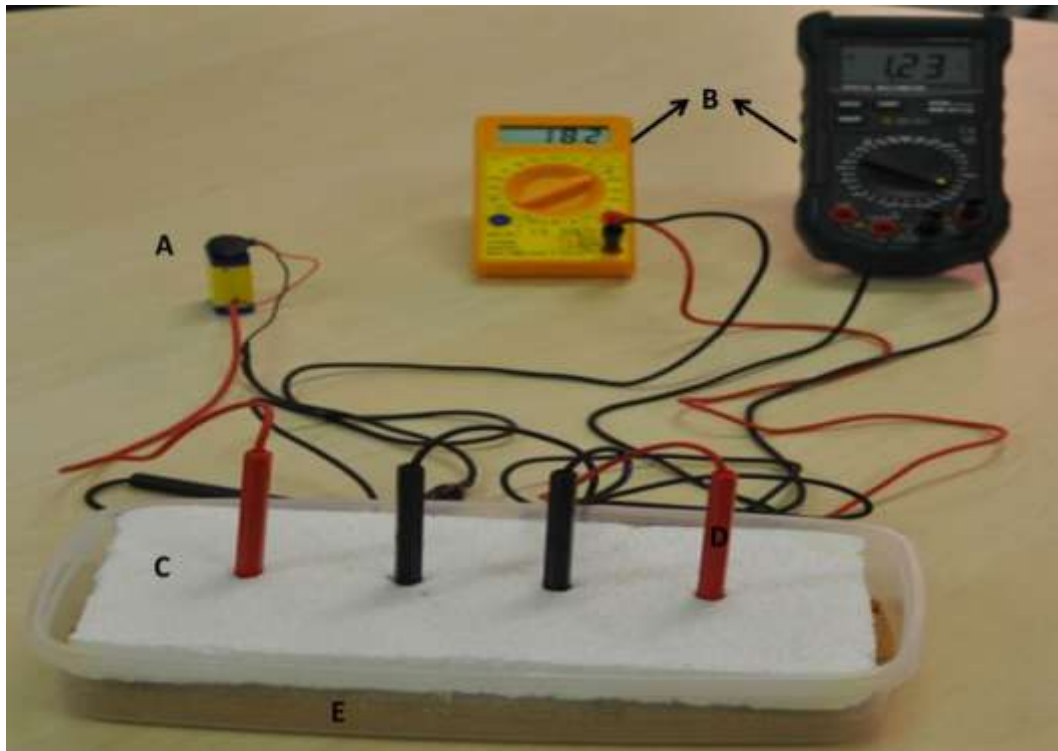


Figura 7 - Experimento montado, sendo: (A) – bateria de 9V; (B) – multímetros; (C) – uma base de isopor para dar sustentação aos eletrodos; (D) – eletrodos feitos a partir das pontas de prova do multímetro; (E) recipiente de plástico contendo amostra de solo.

A seguir serão mencionados os materiais e os passos utilizados para confecção deste experimento.

4.2.2.1. 1º Passo: material necessário à montagem do experimento

O material utilizado para confecção do experimento é relativamente fácil de ser adquirido e de baixo custo. A tabela abaixo os descreve conforme função na experiência.

Tabela 2 - Materiais necessários para confecção do experimento.

MATERIAL	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO NO EXPERIMENTO
Multímetro	2	Em cores diferentes que podem ser simples ou mais sofisticados.	Um dos aparelhos medirá corrente elétrica e outro a tensão elétrica.
Bateria	1	9,0 V (DC).	Fonte de tensão elétrica e responsável pela injeção de corrente na camada de solo.
Ponta de prova (tipo 1)	4	Com encaixe para serem conectadas em multímetro.	Eletrodos para injeção e recepção de corrente elétrica que atravessará a camada de solo.
Ponta de prova (tipo 2)	1	Com encaixe para ser conectada na bateria em uma das extremidades e na outra com engate tipo “jacaré”.	Eletrodos para injeção e recepção de corrente elétrica que atravessará a camada de solo.
Recipiente de plástico	1	Transparente e com dimensões aproximadas de 14x27 cm ²	Receberão a porção de solo.
Recorte de isopor	1	Com dimensões idênticas as do recipiente plástico	Ajudará no apoio dos eletrodos sobre a camada de solo.
Solo	2 porções	Uma porção de solo argiloso e outra de arenoso.	Material cuja resistividade será calculada.

Os materiais listados na tabela acima correspondem à montagem de apenas um experimento; neste trabalho foram elaborados cinco experimentos. A seguir demonstram-se as fotos dos materiais citados na tabela 2 a fim de que se tenha melhor compreensão dos elementos constituintes da atividade experimental.

4.2.2.2. 2º Passo: montagem do experimento

Realiza-se a conexão do item d da figura 7 a uma bateria de 9V conforme consta na figura 8 (itens a, b e c).

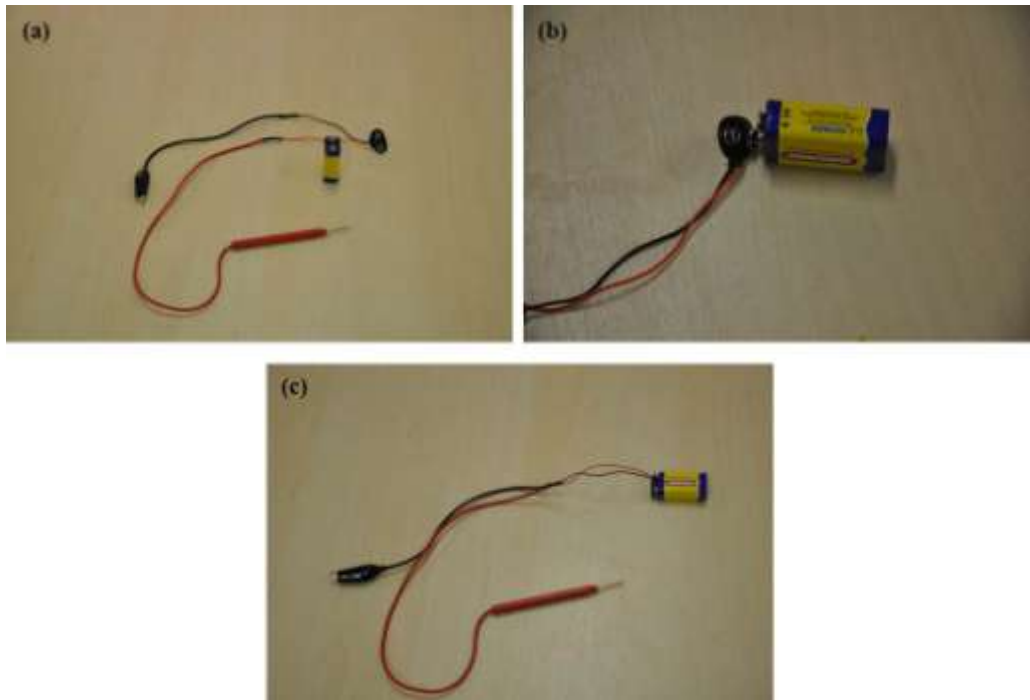


Figura 8 - Adaptação com encaixe para bateria de 9V conectado a uma ponta de prova e um engate tipo “jacaré”;

Em seguida conectam-se as pontas de provas (item c da figura 7) aos multímetros, a fim de se estabelecer uma associação em série entre um dos equipamentos e o conjunto bateria + ponta de prova descrito na figura 8. Esta associação permitirá a medição da corrente elétrica; o outro multímetro irá medir a d.d.p. entre os eletrodos de corrente. Este esquema está representado na figura 9 (itens a, b, c e d).

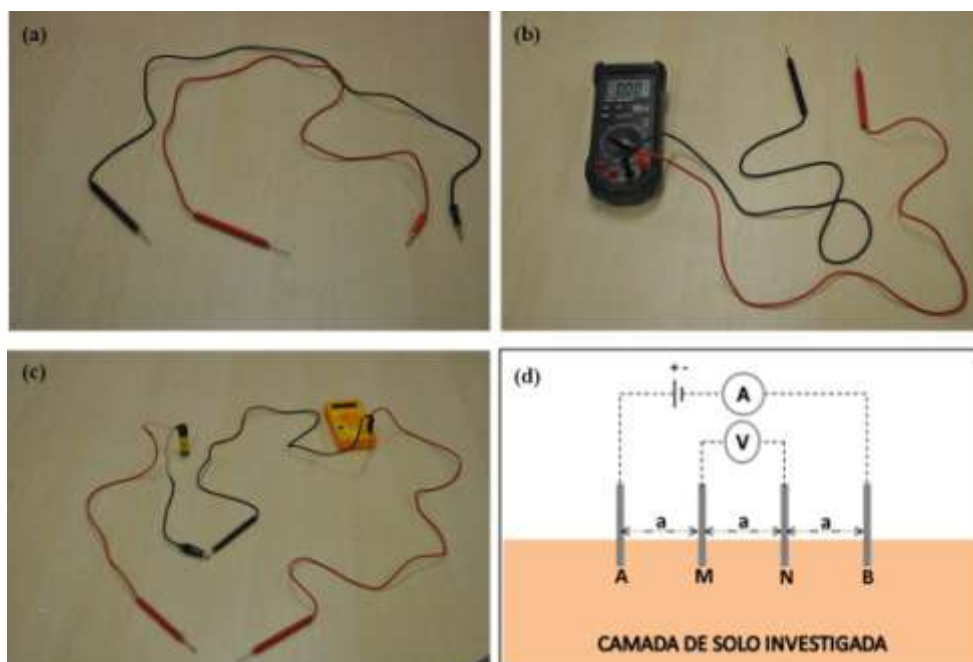


Figura 9 - (a) pontas de provas com conexão para multímetros conforme descrito na figura 7; (b) conexão do item (a) ao multímetro que medirá d.d.p; (c) associação em série entre bateria e multímetro para que se meça a corrente elétrica; (d) configuração elétrica do experimento, sendo A representação do amperímetro (multímetro amarelo) e V a representação do voltímetro (multímetro escuro).

Para dar maior apoio aos eletrodos (pontas de prova dos multímetros) na sua inserção a camada de solo, foi utilizado um recorte de isopor nas dimensões do recipiente de plástico. A figura 10 (itens a, b, c e d) demonstra esse procedimento dando uma visão de como o experimento deve ficar com o auxílio de material.

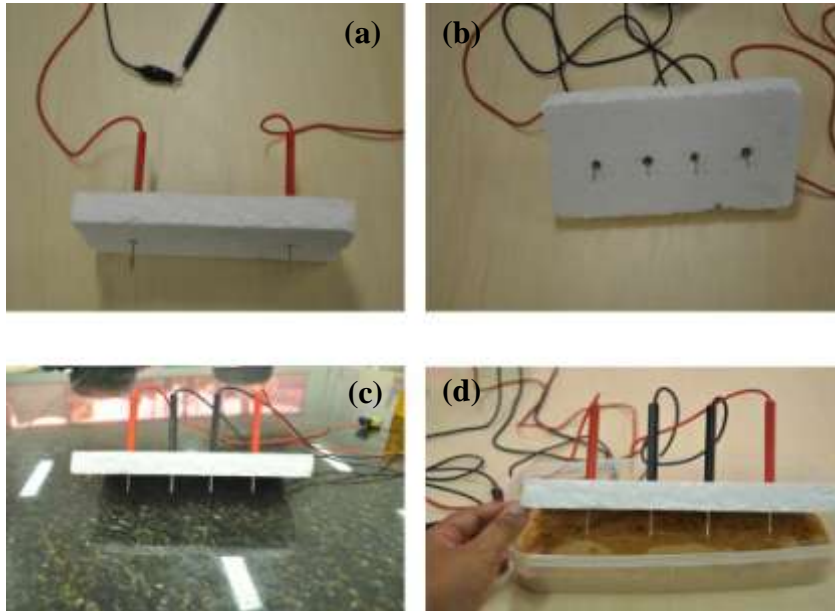


Figura 10 - utilização de um recorte de isopor para dar apoio aos eletrodos (pontas de prova do multímetro).

Por fim, o experimento deverá estar conforme os procedimentos descritos até aqui e destacado na figura 11.

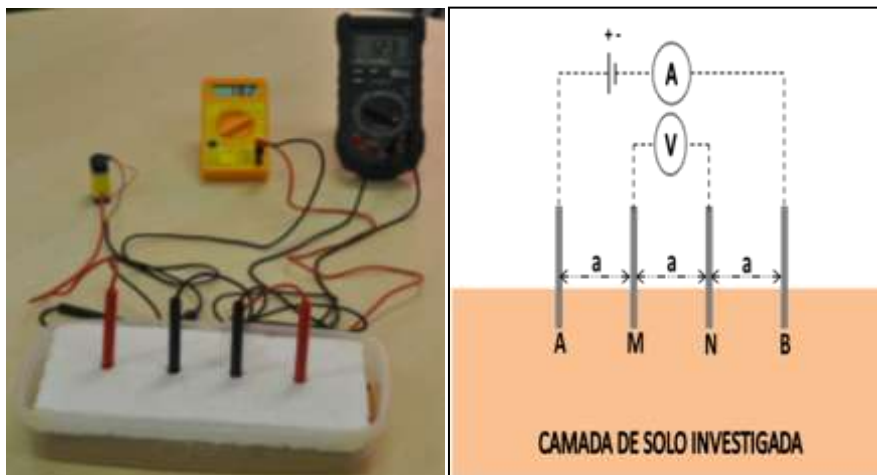


Figura 11 - a esquerda o experimento conforme os procedimentos descritos pelas figuras 8, 9 e 10; a direita o esquema elétrico que deve ser seguido para realizar as medições de resistividade elétrica da porção de solo.

4.2.2.3. 3ª Etapa: aplicação do pré-teste

Em sala de aula, aplicou-se para os alunos as 7 questões constituintes do pré-teste (apêndice A). Tais questões foram elaboradas com intuito abordar a temática solos na perspectiva do componente curricular física, ou seja, uma relação entre as áreas. Com isso, foi

possível identificar um “instante inicial” da pesquisa, de modo a conhecer o nível de compreensão que os sujeitos pesquisados haviam adquiridos a respeito dos assuntos abordados em sala de aula na disciplina física e sua relação com a área ambiental, em especial o tema solos.

4.2.2.4. 4ª Etapa: atividade experimental

A quarta etapa ocorreu no laboratório de física e consistiu na execução da proposta experimental (descrita em 4.2.2.2) a qual se baseou no assunto de *resistividade elétrica do solo*. Neste ponto do trabalho, houve uma interação entre o componente curricular **física**, com conteúdo de leis de Ohm, corrente elétrica, diferença de potencial e associação de resistores, e o componente curricular **solos**, com abordagem dos tipos de solo (arenoso e argiloso) e os aspectos de contaminação ambiental destes. A figura a seguir mostra o início desta etapa do trabalho.



Figura 12 - Preparação da atividade experimental no laboratório de física.

Os 28 alunos dividiram-se e se organizaram em cinco equipes, de modo que para cada uma foi disponibilizado o material necessário à preparação do experimento conforme descrito em 4.2.2.2. Antes de proceder com a atividade experimental, algumas perguntas foram atribuídas à turma, a saber: *o solo conduz eletricidade? O que ocorre se abrimos um circuito em série? Que tipo de solo pode apresentar mais cargas, arenoso ou argiloso? A presença de contaminantes no solo altera as cargas presentes nele? Um solo com muita concentração salina acarreta em prejuízos para este? Que propriedade física pode nos dizer que um solo apresenta uma concentração salina elevada?*

As indagações acima ajudaram, juntamente com o roteiro da atividade (figura abaixo), a montar a abordagem dos conceitos de física e solos através da experiência, assim procedeu-se com a montagem deste e execução do procedimento experimental de acordo com o que se segue:

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Equipe: _____ / _____ /
 _____ / _____ /
 _____ / _____

- 1) Monte a configuração do experimento e anote a distância entre os eletrodos; _____ (lembrando que esta distância deve ter valor fixo);
- 2) Realize a medição da corrente elétrica e da d.d.p. no solo argiloso e arenoso seco;
- 3) Faça o cálculo da resistividade elétrica conforme equação 1 e em seguida proceda o cálculo da condutividade elétrica conforme equação 2.

ARGILOSO				ARENOSO			
I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹	I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹

- 4) Retire os eletrodos e irrigue tanto o solo arenoso quanto o argiloso com água. Proceda com os passos 1 a 3 novamente;

ARGILOSO (com água destilada)				ARENOSO (com água destilada)			
I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹	I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹

- 5) Retire os eletrodos e carregue as bandejas com porções de solo seco. Em seguida irrigue tanto o solo arenoso quanto o argiloso com uma solução de água da torneira. Proceda com os passos 1 a 3 novamente;

ARGILOSO (com água da torneira)				ARENOSO (com água da torneira)			
I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹	I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹

- 6) Retire os eletrodos e carregue as bandejas com porções de solo seco. Em seguida irrigue tanto o solo arenoso quanto o argiloso com uma solução de água e sal. Proceda com os passos 1 a 3 novamente;

ARGILOSO (com água com sal)				ARENOSO (com água com sal)			
I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹	I (A)	U (V)	ρ ($\Omega.m$)	σ ($\Omega.m$) ⁻¹

Escreva suas conclusões:

Equação 1: Para o cálculo da resistividade usa-se, a partir do método geofísico da eletrorresistividade, a técnica de Wenner: $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{U}{I}$, onde ρ representa a resistividade elétrica do solo investigado, a é a distância entre os eletrodos, U é a d.d.p. e I a intensidade da corrente elétrica.

Equação 2: para o cálculo da condutividade elétrica considere que esta propriedade física é, na verdade, o inverso da resistividade: $\sigma = \frac{1}{\rho}$

Figura 13 - Procedimento experimental.

Cada grupo teve acesso a amostras de solo argiloso e arenoso e sua utilização se deu conforme o proposto no roteiro da experiência. Então, trabalhou-se com porções de solo seco, saturado com água destilada, saturado com água da torneira e saturado com uma solução de água com sal. Dessa forma os alunos puderam visualizar os diferentes comportamentos dos fenômenos elétricos em cada situação.



Figura 14 - Recipientes contendo água destilada, água da torneira e água com sal.

Então após a explicação dos objetivos do trabalho, foi pertinente apresentar aos alunos a equação 8 a qual se utilizou para encontrar os valores de resistividade elétrica do solo, com base na técnica de Wenner de acordo com o exposto na seção 3.1, em cada situação a qual o solo havia sido submetido.

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{U}{I} \quad \text{Eq. (8)}$$

Na equação acima, ρ representa a resistividade elétrica da porção de solo investigada; a corresponde a distância entre os eletrodos (conforme figura 11), de tal forma que com auxílio de uma régua os estudantes mediram um espaçamento de 5,0 cm entre os eletrodos e mantendo sempre constante esse afastamento a fim de atender o proposto pela técnica de Wenner; U é o valor da tensão elétrica medida entre os eletrodos MN (conforme figura 11) e I indica a intensidade da corrente elétrica injetada no solo (conforme figura 11).

Também foi trabalhado o conceito de condutividade elétrica como forma proporcionar uma compreensão mais abrangente dos conceitos elétricos propostos, haja vista que este parâmetro físico se trata do inverso da resistividade (equação 2), onde σ representa a condutividade elétrica e ρ , como já descrito, a resistividade.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad \text{Eq. (2)}$$



Figura 15 - Realização da atividade experimental.

Dessa forma os alunos realizaram o experimento e em cada passo proposto pelo procedimento puderam testar hipóteses para os fenômenos que visualizavam o que permitiu a eles um reconhecimento da física de forma integrada ao tema solos (transdisciplinaridade).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise do pré-teste

Com a aplicação do pré-teste foi possível identificar o ponto de partida com relação aos conhecimentos que os alunos haviam adquiridos somente na aula tradicional. O teste valeu-se de 7 questões de múltipla escolha sendo sua realização de forma individual pelo público pesquisado. Para cada questão foi atribuído peso 1 em razão de não se constatar um nível de complexidade significativo entre os problemas, assim a nota máxima que um aluno poderia tirar no teste era igual a 7,0 pontos. A tabela 3 mostra o número de acertos em cada questão.

Tabela 3 - Acertos por questão no pré-teste.

Pré Teste		
Acertos por questão		
1	17	60,7%
2	28	100,0%
3	26	92,9%
4	13	46,4%
5	11	39,3%
6	11	39,3%
7	10	35,7%

A primeira questão visou conhecer se os alunos reconheciam algumas propriedades físicas as quais se empregam na área de solos.

Quadro 1 - primeira questão do pré-teste.

A física, enquanto ciência básica, possui diversas aplicações na área ambiental. Por exemplo, as leis da termodinâmica constituem ferramentas essenciais no estudo de fenômenos climáticos. Dessa forma, é de suma importância que tenhamos uma compreensão da física e seu papel no desenvolvimento científico da humanidade. Das propriedades físicas abaixo, qual (ais) pode (m) ser empregadas na área de solos?

I. Corrente elétrica

II. Resistividade elétrica

III. Movimento uniforme

IV. Energia cinética

Indique a alternativa correta

a) somente I é verdadeira

b) II e III são verdadeiras

c) Somente III é falsa

d) III e IV são verdadeiras

e) I e II são verdadeiras

A resposta correta seria alternativa (e) em que, das propriedades apresentadas, corrente e resistividade elétrica se enquadravam na situação. O percentual de acertos para esta questão foi razoável (60,7%), ou seja, 17 alunos acertaram a primeira questão. Isto mostrou que para os 11 estudantes que não responderam corretamente esse exercício ainda havia dúvida em tais conceitos e suas aplicações, algo que a atividade experimental poderia corrigir.

O objetivo da segunda questão (quadro 2), era verificar se os alunos reconheciam a relação de dependência entre d.d.p e corrente elétrica e o teste apresentou 100% de acertos para a mesma. Logo, nesse aspecto abordado, a aula tradicional supriu a formação do conhecimento.

Quadro 2 - Segunda questão do pré-teste. Resposta correta alternativa (b).

Ao se estabelecer uma d.d.p (diferença de potencial entre dois pontos) surgirá, neste, uma:

- a) inversão elétrica
- b) corrente elétrica
- c) carga elétrica estacionária
- d) fase elétrica
- e) estrutura elétrica

Com a terceira questão (quadro 3), objetivava-se saber se o conceito de resistividade elétrica estava claro para os alunos a partir das aulas tradicionais.

Quadro 3 - Terceira questão do pré-teste. Alternativa correta (b).

Sobre o conceito de resistividade elétrica é correto afirmar que este:

- a) *corresponde ao quanto de energia química é possível se acumular em um material;*
- b) *é uma propriedade que define o quanto um material se opõe à passagem de corrente elétrica;*
- c) *representa uma quantidade de elétrons livres num dado material;*
- d) *está diretamente associado ao grau de ionização de um material;*
- e) *resulta da inversão de polaridade numa corrente elétrica alternada;*

O resultado demonstrou que somente seis estudantes (21,4%) não haviam compreendido o conceito de resistividade elétrica. Por outro lado os demais (78,6%) que acertaram a questão já traziam consigo a ideia do assunto a partir da abordagem tradicional. Este dado se mostrou um tanto relevante, pois o trabalho experimental fora realizado em grupo, então haveria possibilidade de troca de conhecimento entre aqueles que já tinham o conceito de resistividade claro para si (22 alunos) com aqueles que ainda precisariam estabelecer tal assunto para seu conhecimento (6 alunos).

O quadro 4 apresenta a quarta questão do teste em que se pretendia analisar se os alunos conseguiriam compreender a relação inversa entre resistividade e condutividade elétrica. Neste exercício houve a inserção de uma situação prática onde um solo fora irrigado com alta de concentração de NaCl e outro não.

Quadro 4 - Quarta questão do pré-teste.

Comparando-se um solo cuja irrigação se deu com alta concentração de NaCl (cloreto de sódio) com outro que não sofreu tal procedimento, pode-se afirmar que:

- a) *este apresentará maior fertilidade;*
- b) *este apresentará maior resistividade elétrica;*
- c) *este apresentará menor resistividade elétrica;*
- d) *este apresentará maior facilidade de absorção de nutrientes pelas plantas;*
- e) *este ficará com pH neutro*

Deste modo esperava-se que os alunos respondessem assinalando a alternativa (c), ou seja, ao se aumentar os sais, como no exemplo usando NaCl, haverá maior condutividade elétrica e por conseguinte menor resistividade elétrica. Assim, constatou-se que apenas 46,4% dos pesquisados conseguiram assimilar essa relação inversa entre as duas propriedades numa

situação prática. Isso permitiu entender que nas situações aplicadas da física, como é o caso do solo, os alunos não se sentiram seguros em seus conhecimentos a partir das aulas tradicionais.

A quinta questão (quadro 5) foi proposta a fim de conhecer se os conceitos de associação em série e paralelo estavam presentes na aprendizagem dos alunos.

Quadro 5 - Quinta questão do pré-teste.

Para se medir a corrente elétrica que passa em um circuito devemos ligar o amperímetro em _____ e se quisermos medir a d.d.p deste circuito o voltímetro deverá ser ligado em _____.

- a) fase e neutro*
- b) neutro e fase*
- c) série e série*
- d) paralelo e série*
- e) série e paralelo*

O resultado dos acertos foram relativamente baixos se comparados com outras questões. Cerca de 60,71% de erros em que se esperava como resposta a alternativa (e). Nesse aspecto pode-se dizer que as respostas, em sua maioria erradas, enquadraram-se conforme o previsto, pois como é uma situação que envolve equipamentos (amperímetro e voltímetro) é, de fato, difícil para o estudante compreender bem apenas com aulas tradicionais, sem que se possa manusear tais dispositivos.

Com resultado similar ao da questão anterior, o sexto problema (quadro 6) se deu a fim ratificar a ideia de condutividade e resistividade elétrica. Então foram propostas alternativas que mostravam propriedades físicas (algo parecido com primeira questão) de modo que uma delas permitia identificar o problema de salinidade do solo.

Quadro 6 - Sexta questão do pré-teste. Alternativa correta (c).

Sobre a salinidade do solo indique a propriedade física que pode ser usada para identificar este problema:

- a) massa do solo*
- b) potencial de redução da solução do solo*
- c) resistividade do solo*
- d) constante eletrostática da camada de solo*
- e) constante paramétrica do solo*

Esta questão compreendeu a necessidade de, mais uma vez, confirmar o conhecimento que os alunos tinham a respeito de resistividade elétrica, o qual é tema foco deste trabalho. Somente 39,3% dos pesquisados acertaram este problema. Neste sentido, volta-se ao argumento de que quando há situação prática no problema existe uma dificuldade por parte dos estudantes em correlacionar o conceito aprendido com tal situação.

A última pergunta (quadro 7) do teste retoma outra situação prática de aplicação dos conceitos de física na temática solos. Objetivou-se com esta mais uma vez a relação entre resistividade e condutividade elétrica.

Quadro 7 - Sétima questão do pré-teste.

O aterro a céu aberto ou lixão constitui uma das modalidades de destinação final dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Neste é comum encontrarmos um líquido denominado chorume que, além da contaminação do solo, este líquido pode infiltrar-se e, dependendo da geologia do local, alcançar o lençol freático, o que proporciona risco à saúde pública. Sobre as características do chorume, este se apresenta em cor escura, odor nauseante e elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO); origina-se a partir de processos biológicos, químicos e físicos de matéria orgânica em decomposição e ao entrar em contato com materiais geológicos diminui a resistividade elétrica natural deles, o que ocasiona um aumento de:

- a) resistência elétrica do solo em questão*
- b) potencial hidrogênico (pH) no local*
- c) condutividade elétrica do solo em questão*
- d) acidez do solo em questão*
- e) átomos neutros no solo em questão*

Com a diminuição da resistividade elétrica é natural haver aumento de condutividade elétrica, ou seja, esperava-se que os alunos marcassem a alternativa (c), no entanto, somente 35,7% acertaram a mesma, o que demonstra ser um quantitativo baixo e que denota novamente a concepção de que no problema prático (aplicação em solos) há uma dificuldade da parte dos estudantes em reconhecer os conceitos de física apresentados.

5.2. Análise do pós-teste

Após a execução da atividade experimental, estabeleceu-se um “instante final” da pesquisa em que consistiu avaliar o conhecimento gerado a partir do trabalho proposto. Assim, aplicou-se novamente o pré-teste, que agora passa a ser denominado pós-teste a fim de estabelecer parâmetros comparativos entre os dois “instantes” do trabalho. A tabela a seguir revela os resultados deste teste.

Tabela 4 - Acertos por questão no pós-teste.

Pós Teste		
Acertos por questão		
1	25	89,3%
2	28	100,0%
3	22	78,6%
4	20	71,4%
5	13	46,4%
6	24	85,7%
7	21	75,0%

Verificando-se os dados da tabela 4, consta-se que em todos os aspectos houve avanço na compreensão dos conceitos de física, no tocante a resistividade elétrica. De forma ideal, a segunda questão manteve seu índice de 100% de acertos; apenas a quinta questão teve uma

melhoria tímida no percentual de acertos. Isto pode ser explicado em razão de o experimento proposto ser algo novo para os alunos e ainda ser a primeira vez que os mesmos estavam manipulando equipamentos do tipo multímetro.

5.3. Análise comparativa entre o pré e o pós-teste

Com os dois resultados (pré e pós-teste) foi possível determinar se houve ou não um processo de aprendizagem, através da diferença entre esses dados, a partir da atividade proposta.

Partindo-se de uma análise individual sobre a evolução na aprendizagem de cada aluno (gráfico 1) considerando o seu desempenho nos testes, percebeu-se que para a maioria a tarefa experimental contribuiu na projeção de acertos no pós-testes.

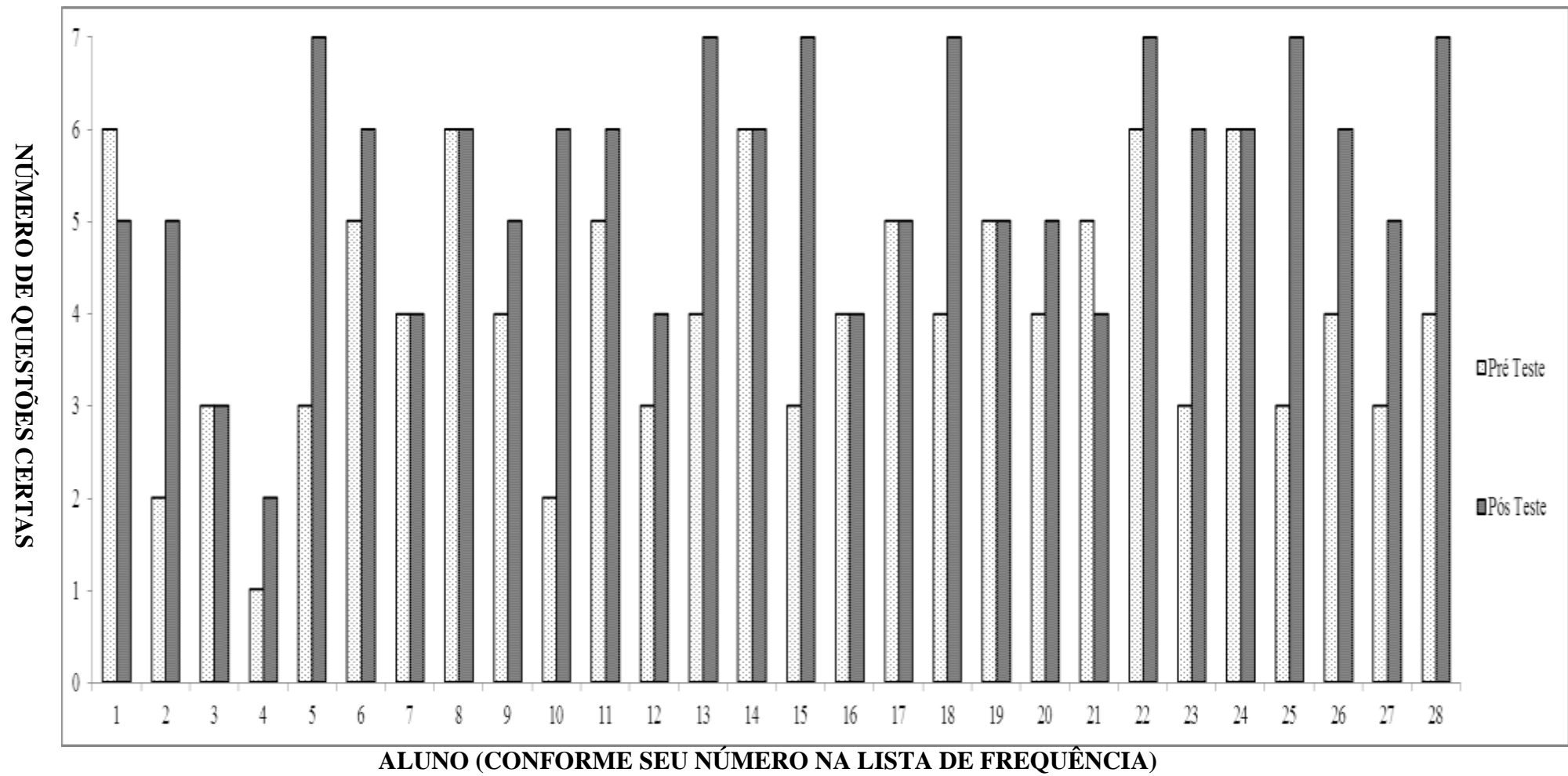


Gráfico 1 - Desempenho de cada aluno nos dois testes; o eixo das abcissas corresponde ao número do estudante na chamada e o eixo das ordenadas diz respeito à questão do teste.

Sobre o gráfico acima surgem dois comentários pertinentes, a saber: seis estudantes (3, 7, 16, 17, 19 e 24), o que compreende a 21,4% dos pesquisados, não tiveram diferença de acertos entre as questões do pré e pós-teste. Isto pode ser explicado pelo fato de em algum momento da atividade tais alunos não estavam totalmente concentrados na tarefa; dois alunos (1 e 21), 7,1% dos pesquisados, obtiveram diferença negativa entre os testes, ou seja, a nota do pós-teste foi menor que do pré-teste. Este fato pode estar relacionado a diversas questões, no entanto, há indícios que a falta de atenção na hora de resolver o problema pode ter levado a este resultado. Dessa forma, o número de pesquisados cujo resultado se mostrou com variação positiva remete uma amostra (71,4%) relativamente boa para se concluir a respeito do trabalho.

Veja-se, de forma geral, através do gráfico 2, que em todas as questões houve uma diferença positiva no que tange aos acertos. Isso permite dizer que a proposta experimental proporcionou melhoria no aprendizado dos alunos. Cabe destacar duas situações que o gráfico demonstra: a segunda questão cuja diferença foi nula, conforme se esperava, uma vez que no pré-teste a referida questão teve 100% de acertos, e sobre a quinta questão, em que a diferença do pré-teste para o pós-teste foi pequena se comparada com as demais (7,1%), pode-se dizer que isto se deu, de acordo com o que já fora comentado anteriormente, em tendo em vista a não familiaridade dos estudantes com instrumentos de laboratório como o caso do multímetro e ainda pelo fato da experiência proposta ser algo totalmente novo e diferente para eles.

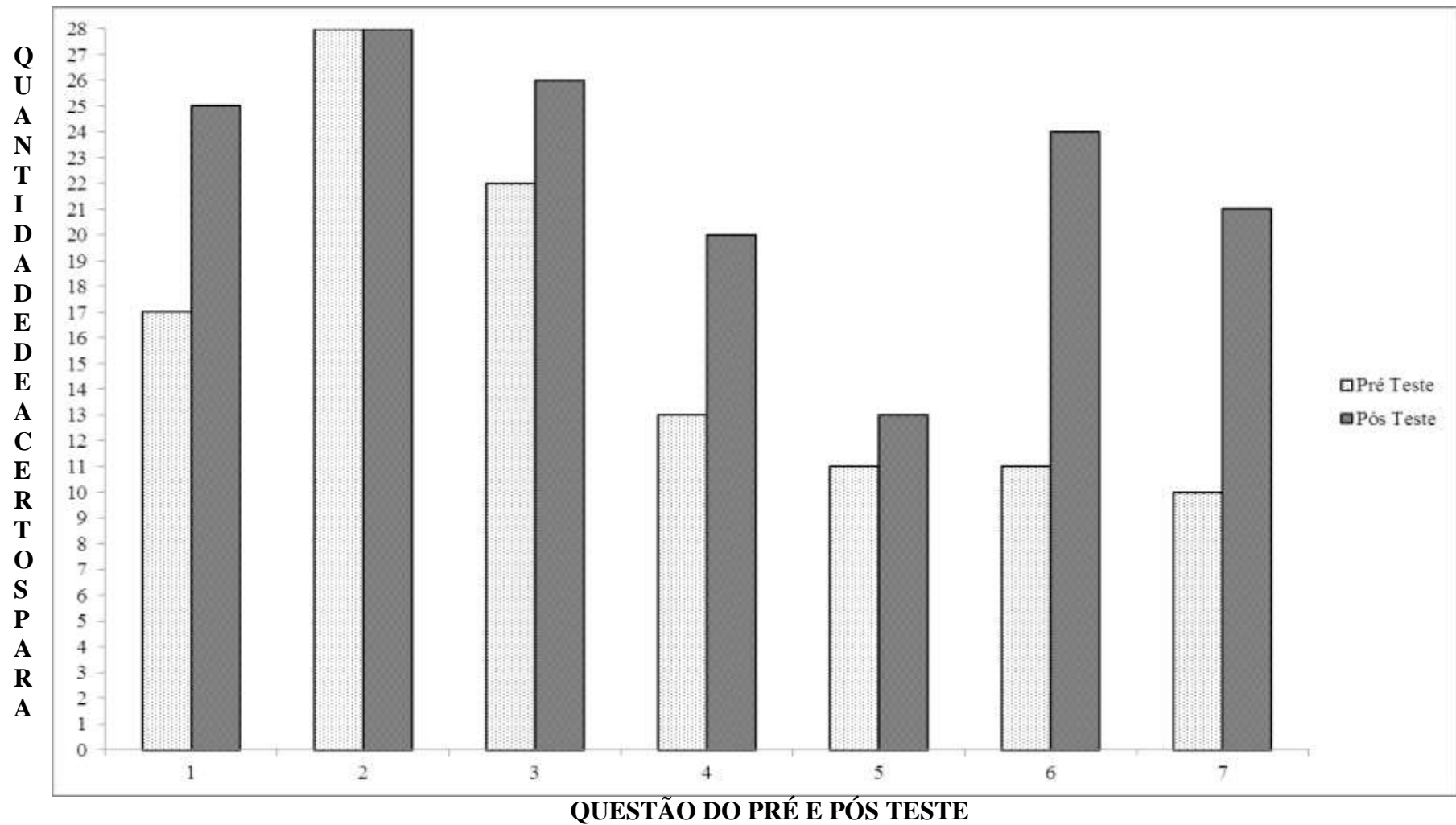


Gráfico 2 - Comparativo entre o número de acertos nas questões do pré e pós-teste; no eixo das abscissas a questão correspondente e nas ordenadas a quantidade de acertos.

A análise do gráfico 2 ainda permite mostrar que a média nas notas obtidas no pré e no pós-teste, respectivamente, foram de 4,03 e 5,46 e isso correspondeu, em média, a um aumento em cerca de 20,4% de questões respondidas certas. Obteve-se um desvio padrão de 1,34 para o pré-teste e de 1,31 para o pós-teste. De acordo com Larson e Farber (2010), o desvio padrão indica o quanto um dado se desvia da média, ou seja, quanto mais espalhados estiverem os dados, maior será este desvio. Assim, conforme se esperava, o desvio padrão diminuiu após aplicação do experimento, embora esta diferença tenha sido muito pequena, o que, porém, não inviabiliza o resultado, pois foi observado um aumento na média de acertos do pós-teste. Logo percebe-se que de certa forma houve melhoria na compreensão dos conceitos dos quais se pretendia ensinar através dos exercícios após implementação da atividade experimental.

5.4. Avaliação do pesquisado sobre o trabalho

A fim de conhecer a visão do aluno sobre a pesquisa e seus elementos, após o término de todos os procedimentos, foi aplicado um questionário (figura 16) contendo cinco perguntas para que o pesquisador pudesse corroborar nas conclusões a cerca do trabalho em tela.

QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

Aluno (a): _____

1) Você conseguiu relacionar os conceitos da Física aqui apresentados com a temática Solos?

Sim () Não ()

2) Em relação aos conhecimentos de Física que você tinha antes de participar desta tarefa, a proposta aqui executada ampliou tais conhecimentos?

Sim () Não ()

Justifique:

3) A aprendizagem adquirida nesta experiência fez sentido pra você em relação sua futura prática profissional?

Sim () Não ()

Justifique:

4) Como você avalia o trabalho?

() Bom () Regular () Ruim

5) Faça uma avaliação sobre sua aprendizagem neste trabalho.

() Consegui aprender melhor os conceitos de resistividade e sua relação com o tema solos

() Consegui aprender razoavelmente os conceitos de resistividade e sua relação com o tema solos

() não consegui aprender os conceitos de resistividade e sua relação com o tema solos

Figura 16 - Questionário pós-teste proposto aos alunos para que pudessem avaliar a atividade.

As perguntas objetivas foram tabuladas e encontram-se na tabela 5. Tais resultados mostraram que houve consenso entre os pesquisados em duas perguntas (1 e 2), ou seja, todos os alunos afirmaram ter conseguido relacionar os conceitos pretendidos de física com a temática solos e a atividade experimental ampliou os seus conhecimentos se comparado com antes desta tarefa.

Tabela 5 - Respostas objetivas do questionário pós-teste.

Pergunta	Respostas		Percentual
1	Sim	28	100,0%
	Não	0	0,0%
2	Sim	28	100,0%
	Não	0	0,0%
3	Sim	25	89,3%
	Não	3	10,7%
4	Bom	27	96,4%
	Regular	1	3,6%
	Ruim	0	0,0%
5	i)	22	78,6%
	ii)	6	21,4%
	iii)	0	0,0%

A segunda pergunta ainda solicitava dos alunos que justificassem sua resposta; abaixo pode-se ler as transcrições de alguns estudantes, pois não seria relevante escrever os comentários de todos já que as respostas foram bem próximas, no entanto, as quatro que serão apresentadas chamaram a atenção em sua abordagem.

Quadro 8 - Respostas às justificativas da 2ª questão que mais chamaram atenção do pesquisador. E3 (estudante 3), E6 (estudante 6), E19 (estudante 19) e E28 (estudante 28).

E3 – <i>“Pois não sabia em detalhes que havia tanta relação da física com solos”.</i>
E6 – <i>“Alguns conceitos que eu já sabia, mas que consegui fixar melhor e entender com a prática, exemplificada no experimento”.</i>
E19 – <i>“Ampliou, porque, foi apresentado por meio de um exemplo prático, o que facilita o entendimento do assunto; e além disso, quando um assunto de uma matéria é explicada com exemplos de outra, a absorção do conhecimento torna-se maior, já que é relacionado assuntos ‘diferentes’”.</i>
E28 – <i>“Pois com a prática foi muito melhor em relação a compreender a o que as duas matérias tem em comum, e as suas ligações”.</i>

Com base no argumento apresentado pelo estudante 3, é possível identificar que o experimento tornou mais claro a aplicação da física, que no caso se deu na área de solos. Reportando-se ao escrito pelo estudante 6, verifica-se o fundamento da aprendizagem significativa inserido neste contexto, uma vez que tal aluno admitia uma estrutura cognitiva prévia dos assuntos de eletricidade e solos e, com aplicação deste processo de aprendizagem baseado na experimentação, os conceitos foram melhor compreendidos para ele de modo que ampliou o seu conhecimento e proporcionou uma aprendizagem mais eficaz. As falas dos alunos 19 e 28 complementam-se e referem-se ao processo transdisciplinar estabelecido entre a física e solos através da experimentação proposta, ou seja, para esses estudantes a

aprendizagem foi mais significativa em razão da integração entre os dois componentes curriculares.

A terceira questão trouxe 89,3% dos pesquisados concordando que a aprendizagem adquirida, com base no experimento, fez sentido para eles inclusive em relação as suas futuras atuações profissionais. Os demais sujeitos pesquisados (três) não concordaram com esta proposição porque não se viam atuando na área ambiental, conforme se vê nos argumentos transcritos abaixo.

Quadro 9 - Respostas às justificativas da 3ª questão. E7 (estudante 7), E9 (estudante 9) e E26 (estudante 26).

E7 – “Não, pois a área que pretendo seguir não está relacionada com física, solos ou com o meio ambiente”.
E9 – “Não acho que terei que fazer tal experiência”.
E26 – “Devido não querer seguir na área ambiental ou que tenha relação a física”.

Cabe ressaltar que tais estudantes, como percebe-se pelas outras respostas, apenas responderam negativamente porque não se viam atuando na área ambiental, porém o experimento conduziu uma boa aprendizagem com os mesmos, conforme dados já discutidos.

A quarta pergunta se propôs a avaliar o trabalho de forma a classificá-lo entre bom, regular e ruim. Portanto, a pesquisa foi avaliada como sendo boa através de 96,4% dos pesquisados.

Sobre a quinta pergunta, de certa forma, todos puderam ter seus conhecimentos ampliados e aprendizado mais profundo dos assuntos abordados, porém este quantitativo correspondeu a 78,6%, ao passo que 21,4% teve um aprendizado razoavelmente melhorado com a atividade proposta.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados pode-se dizer que a proposta transdisciplinar, por meio da experimentação, a partir do conceito de resistividade elétrica como componente de integração curricular entre a física e solos, foi bem sucedida, haja vista a boa avaliação que os alunos empregaram no trabalho.

O papel da experimentação no processo de ensino-aprendizagem no ensino de física, para este contexto, repercutiu em melhorias na aprendizagem dos alunos e os fizeram reconhecer as relações entre os dois componentes curriculares: física e solos.

A estratégia metodológica utilizada neste trabalho contribuiu com a caracterização da formação profissional do técnico em meio ambiente e isto permitiu que os sujeitos pesquisados conseguissem compreender o conteúdo ensinado de forma mais significativa.

Através dos resultados obtidos no pós-teste e na avaliação do trabalho por parte dos alunos, foi possível constatar que estes reconheceram a significância do conceito de resistividade elétrica do solo e experimentaram uma aprendizagem significativa, dado todo contexto que passaram ao longo da execução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABBRUZZINI, T. F. **Qualidade e quantidade da matéria orgânica do solo em cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar**. 2011. 93 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1 ed. Portugal: Paralelo editora, 2003. 243p.
- BECKER, E. L. S. Solo e Ensino. **Vidya**. Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 73-80, jul-dez de 2007.
- BICALHO, L. M.; OLIVEIRA, M. Aspectos conceituais da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade e a pesquisa em ciência da informação. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**. Santa Catarina, v. 16, n. 32, p. 1-26, 2011.
- BORGES, J. C. S.; ROCHA, I. R. Análise e reflexões sobre a formação docente e o ensino de física experimental no Rio Grande do Norte. **Holos**. Natal, v. 3, p. 159-171, 2012.
- BRAGA, A. C. O. **Módulo: Geofísica Aplicada nos Estudos de Captação e Contaminação das Águas Subterrâneas**. Rio Claro, SP: UNESP/RC, 2007. 79p. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/BRAGA/Geofisica/Geoeletricos-V4.pdf>> Acesso em 02 de Agosto de 2015.
- BRAGA, B. et. al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: PEARSON, 2005. 318p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Métodos Geofísicos**. São Paulo, 1999. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/anexos/download/6200.pdf> Acesso em 02 de Agosto de 2015.
- DICKMAN, A. G. et. al. **Atividade experimental de baixo custo no ensino de física: construindo um viscosímetro**. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18, 2009. Vitória, 2009.
- GUIMARÃES, C. P. **Aplicações de indicadores da qualidade ambiental em um aterro sanitário no norte de Mato Grosso**. 2009. 79 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2009.
- LAKOMY, A. M. **Teorias Cognitivas de Aprendizagem**. 2 ed. Curitiba: Ibpx, 2008. 93p.
- LARSON, R. FARBER, B. **Estatística Aplicada**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 640p.
- LEMONS, C. F.; GOMES, J. J. **Glossário Ambiental: as palavras mais em estudos ambientais**. Belo Horizonte: Clube de Autores, 2012.
- LIMA, A. O. **Uso da metodologia de projetos visando uma aprendizagem significativa de física: um estudo contextualizado das propriedades do solo**. 2010. 63 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.
- LIMA, V. C.; LIMA, M. R. de. Formação do solo. *In*: Universidade Federal do Paraná - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. **O solo no meio ambiente: abordagem para**

professores do ensino fundamental e médio a alunos do ensino médio. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (UFPR), 2007. Cap. 1, p 01-10.

MAIA, G. N.; LIMA, M. R. de. Experimentoteca de Solos: cargas do solo. *In: Universidade Federal do Paraná - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Programa solos na escola.* Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (UFPR), 2014. Disponível em: <<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/experimentotecasolos10.pdf>> Acesso em 10 de abril de 2015.

MARQUES, R. Caracterização química da fertilidade do solo. *In: SIRTOLI, A. E. et. al. Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos metodológicos.* Curitiba: UFPR, 2006, cap. 6, p. 99-123.

MELO, V. F.; LIMA, V. C. Composição do solo, crescimento de plantas e poluição ambiental. *In: Universidade Federal do Paraná - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio a alunos do ensino médio.* Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (UFPR), 2007. Cap. 4, p 27-48.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. *In: SANTOS, G. A. et. al. Fundamentos de matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.* 2 ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. 654p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+): ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em 15 de abril de 2015.

MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Revista Qurriculum.** Laguna (ES), n. 25, p. 29-56, 2012. Disponível em: <<http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20QURRICULUM/25%20-%202012/02.pdf>> Acesso em 20 de abril de 2015.

MOREIRA, C. A.; BRAGA, A. C. O. Caracterização geoelétrica de contaminante provenientes da decomposição de resíduos sólidos domiciliares. **Revista Ambiente e Água.** Taubaté, v. 4, n. 2, p. 106-114, 2009.

MUGGLER, C. C.; SOBRINHO, F. A. P.; MACHADO, V. A. Educação em Solos: princípios, teorias e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa. v. 30, p. 733-740, 2006.

NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade.** São Paulo: Trion, 1999. 165p.

NUNES, L. P. M. **Caracterização geoelétrica da área de curtume localizado no distrito Icoraci, Belém – PA.** 2005. 88p. Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

OLIVEIRA, T. S. Interdisciplinaridade, Multidisciplinaridade ou Transdisciplinaridade. *In: Interfaces no Saber Psicológico, 5., 2012, Santa Maria. Anais...* Santa Maria: UNIFRA, 2012, p. 1-8.

SANTINI, N. D.; TERRAZZAN, E. D. Ensino de Física com Equipamentos Agrícolas numa Escola Agrotécnica. **Revista Experiências no Ensino de Ciências.** Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 50-61, 2006.

SILVA, R. C. S. **Aplicação dos métodos geofísicos elétrico e magnético na determinação de unidades sedimentares costeiras tropicais em Bragança, nordeste do Pará.** 2002. 63p. Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

SILVA, N. M. da. **Uma intervenção Metodológica no Ensino de Física para alunos do Curso Técnico em Agropecuária: Construindo um Coletor Solar com Materiais de Baixo Custo.** 2010. 75 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E. SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa.** Porto Alegre: editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>> Acesso em 03 de dezembro de 2014.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa.** São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VALADARES, J. A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista.** Porto Alegre. v.1, n.1, p. 36-57, 2011.

WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L. da. Uma Experiência de Ensino de Física de Fluidos com Uso de novas Tecnologias no Contexto de uma Escola Técnica. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** São Paulo, v.30, n.1, p. 1503, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A: ATIVIDADE APLICADA NO PRÉ E PÓS-TESTE

1) A física, enquanto ciência básica, possui diversas aplicações na área ambiental. Por exemplo, as leis da termodinâmica constituem ferramentas essenciais no estudo de fenômenos climáticos. Dessa forma, é de suma importância que tenhamos uma compreensão da física e seu papel no desenvolvimento científico da humanidade. Das propriedades físicas abaixo, qual (ais) pode (m) ser empregadas na área de solos?

I. Corrente elétrica

II. Resistividade elétrica

III. Movimento uniforme

IV. Energia cinética

Indique a alternativa correta

a) somente I é verdadeira

b) II e III são verdadeiras

c) Somente III é falsa

d) III e IV são verdadeiras

e) I e II são verdadeiras

2) Ao se estabelecer uma d.d.p (diferença de potencial entre dois pontos) surgirá, neste, uma:

a) inversão elétrica

b) corrente elétrica

c) carga elétrica estacionária

d) fase elétrica

e) estrutura elétrica

3) Sobre o conceito de resistividade elétrica é correto afirmar que este:

a) corresponde ao quanto de energia química é possível se acumular em um material;

b) é uma propriedade que define o quanto um material se opõe à passagem de corrente elétrica;

c) representa uma quantidade de elétrons livres num dado material;

d) está diretamente associado ao grau de ionização de um material;

e) resulta da inversão de polaridade numa corrente elétrica alternada;

4) Comparando-se um solo cuja irrigação se deu com alta concentração de NaCl (cloreto de sódio) com outro que não sofreu tal procedimento, pode-se afirmar que:

a) este apresentará maior fertilidade;

b) este apresentará maior resistividade elétrica;

c) este apresentará menor resistividade elétrica;

d) este apresentará maior facilidade de absorção de nutrientes pelas plantas;

e) este ficará com pH neutro

5) Para se medir a corrente elétrica que passa em um circuito devemos ligar o amperímetro em _____ e se quisermos medir a d.d.p deste circuito o voltímetro deverá ser ligado em _____.

a) fase e neutro

b) neutro e fase

c) série e série

d) paralelo e série

e) série e paralelo

6) Sobre a salinidade do solo indique a propriedade física que pode ser usada para identificar este problema:

a) massa do solo

b) potencial de redução da solução do solo

c) resistividade do solo

d) constante eletrostática da camada de solo

e) constante paramétrica do solo

7) O aterro a céu aberto ou lixão constitui uma das modalidades de destinação final dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Neste é comum encontrarmos um líquido denominado chorume que, além da contaminação do solo, este líquido pode infiltrar-se e, dependendo da geologia do local, alcançar o lençol freático, o que proporciona risco à saúde pública. Sobre as características do chorume, este se apresenta em cor escura, odor nauseante e elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO); origina-se a partir de processos biológicos, químicos e físicos de matéria orgânica em decomposição e ao entrar em contato com materiais geológicos diminui a resistividade elétrica natural deles, o que ocasiona um aumento de:

a) resistência elétrica do solo em questão

b) potencial hidrogênico (pH) no local

c) condutividade elétrica do solo em questão

d) acidez do solo em questão

e) átomos neutros no solo em questão

APÊNDICE B: AVALIAÇÃO DO TRABALHO PELOS ALUNOS

Aluno (a): _____

1) Você conseguiu relacionar os conceitos da Física aqui apresentados com a temática Solos?

Sim () Não ()

2) Em relação aos conhecimentos de Física que você tinha antes de participar desta tarefa, a proposta aqui executada ampliou tais conhecimentos?

Sim () Não ()

Justifique:

3) A aprendizagem adquirida nesta experiência fez sentido pra você em relação sua futura prática profissional?

Sim () Não ()

Justifique:

4) Como você avalia o trabalho?

() Bom () Regular () Ruim

5) Faça uma avaliação sobre sua aprendizagem neste trabalho.

() Consegui aprender melhor os conceitos de resistividade e sua relação com o tema solos

() Consegui aprender razoavelmente os conceitos de resistividade e sua relação com o tema solos

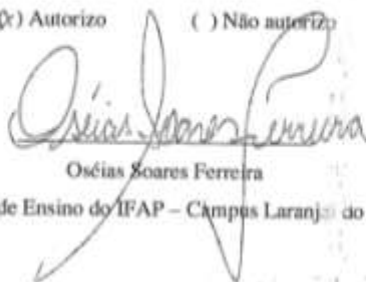
() não consegui aprender os conceitos de resistividade e sua relação com o tema solos

APÊNDICE C: AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Senhor Diretor, venho por meio deste solicitar autorização para realização de pesquisa referente ao curso stricto sensu, em nível de mestrado, do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola (PIGEA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. A pesquisa será realizada junto a turma MAB 3A e desenvolvida nas dependências do IFAP-Campus Laranjal do Jari no período de 18/11/2015 a 20/11/2015, de forma que poderá ocorrer em turno diferente daquele em o participante está cursando, no entanto, o pesquisador avisará de forma prévia caso ocorra tal necessidade. Não serão divulgados nomes em nenhuma circunstância durante o desenvolvimento ou publicação da pesquisa e será possível, a qualquer tempo, por parte do participante, retirar o consentimento, sem qualquer prejuízo pessoal ou institucional. Esclareço que não acarretará custos ao participante, bem como não haverá compensação financeira pela participação do sujeito. Em alguns momentos da pesquisa serão feitos registros fotográficos, vídeos e áudios a fim de melhor embasamento na elaboração dos resultados.

Laranjal do Jari - AP, 16 de Novembro de 2015.

Autorizo () Não autorizo



Oséias Soares Ferreira

Diretor de Ensino do IFAP – Campus Laranjal do Jari

APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Participante ou Responsável.

Solicito autorização para realizar atividades de pesquisa vinculadas ao curso stricto sensu, em nível de mestrado, do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola (PPGEA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. Informo que todas as informações coletadas serão apresentadas apenas para fins acadêmicos e científicos da área objeto de estudo. O trabalho aqui proposto objetiva avaliar uma proposta de ensino de física, com base na experimentação, tendo o conceito de resistividade elétrica como componente de integração curricular entre a física e a temática solos. O participante da pesquisa realizará um pré-teste sobre questões voltadas resistividade elétrica e sua relação com o tema solos e, após essa etapa, participará de uma atividade experimental conexas ao tema proposto; em seguida será aplicado o pós-teste e para que então seja comparado com os resultados do pré-teste e, assim, verificar se houve uma aprendizagem de forma mais significativa do tema em estudo. O participante ainda responderá um questionário a fim de que se avalie o trabalho em discussão. Caso os resultados desta pesquisa sejam positivos, a mesma implicará num material didático que poderá auxiliar melhores práticas de ensino de física que tenham vinculação com a área ambiental. Os procedimentos durante a realização da pesquisa não implicarão riscos à saúde dos participantes e tão pouco se constrangerão ao responder os formulários. Serão feitos registros fotográficos, vídeos e áudios a fim de que se tenha melhor embasamento na elaboração dos resultados. O trabalho será desenvolvido ao longo desta semana (18/11/2015 a 20/11/2015) e poderá ocorrer em turno diferente daquele em o participante está cursando, no entanto, o pesquisador avisará de forma prévia caso ocorra tal necessidade. As atividades serão desenvolvidas nas dependências do IFAP-Campus laranjal do Jari. Não serão divulgados nomes em nenhuma circunstância durante o desenvolvimento ou publicação da pesquisa e será possível, a qualquer tempo, retirar o consentimento, sem qualquer prejuízo pessoal ou institucional. Esclareço que não acarretará custos ao participante, bem como não haverá compensação financeira pela participação do sujeito.

Contatos para obter maiores informações sobre a pesquisa:

Pesquisador responsável: Willians Lopes de Almeida, e-mail: willians.almeida@ifap.edu.br, telefone (96) 991257223

Orientador: Prof. Dr. Gabriel de Araújo Santos, e-mail: gasantos@ufrj.br

Comitê de Ética da UFRRJ: (21) 2681-4707; 2682-1220

APÊNDICE E: CONSENTIMENTO PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, autorizo a realização da pesquisa com o (a) aluno (a) _____, turma MAB 3A, nas dependências do IFAP-Campus Laranjal do Jari, e declaro que fui devidamente informado e **esclarecido** pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da mesma. Foi-me garantido que posso retirar meu **consentimento** a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Pesquisador: Willians Lopes de Almeida, telefone (96) 99125-7223, e-mail willians.almeida@ifap.edu.br

Laranjal do Jari - AP, _____ de Novembro de 2015.

Responsável pelo participante



Pesquisador

APÊNDICE E: DOAÇÃO DE UM KIT EXPERIMENTAL AO IFAP – CAMPUS LARANJAL DO JARI

Eu, Willians Lopes de Almeida, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, venho por meio deste doar, ao Instituto Federal do Amapá – Campus Laranjal do Jari, um kit para execução de experimento que consiste na verificação da resistividade e condutividade elétrica do solo o qual foi desenvolvido como minha pesquisa de mestrado com os alunos do 3º ano do curso de meio ambiente desta instituição. O kit experimental consiste em:

2 multímetros digital;

2 recipientes de plástico com dimensões 14 x 27 cm²;

2 pares de eletrodos com ponta de prova para multímetro;

1 conector para bateria de 9V com uma das extremidades ligada a “jacaré” e a outra extremidade ligada a uma ponta de prova para multímetro;

1 bateria de 9V;

Laranjal do Jari, 19 de novembro de 2015.

Recebido por: _____

Ely Mendonça

Responsável pela Laboratório de Física