



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

LUIZ PAULO FERNANDES LIMA

ENSINO DE HIDROSTÁTICA VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE
FRUTOS E HORTALIÇAS, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA

FORTALEZA
2016

LUIZ PAULO FERNANDES LIMA

ENSINO DE HIDROSTÁTICA VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE
FRUTOS E HORTALIÇAS, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. João Hermínio da Silva

FORTALEZA
2016

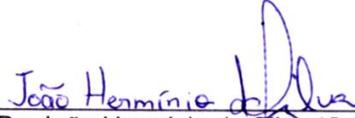
LUIZ PAULO FERNANDES LIMA

ENSINO DE HIDROSTÁTICA VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE
FRUTOS E HORTALIÇAS, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 23/09/2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. João Herminio da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Cariri - UFCA



Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Carlos Alexandre Barros de Almeida
Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN

S586p LIMA, Luiz Paulo Fernandes
Ensino de Hidrostática voltada para irrigação de frutos e hortaliças,
através da Aprendizagem Significativa - **Fortaleza**: UFC, 2016.
viii, 79 f.: il.;30cm.
Orientador: Prof. Dr. João Hermínio da Silva
Dissertação (mestrado) – UFC / Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física, 2016.
Referências Bibliográficas: f. 67-70.
1. Ensino de Física. 2. Hidrostática. 3. Aprendizagem Significativa.
I. LIMA, Luiz Paulo Fernandes. II. Universidade Federal do Ceará, Programa
de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Ensino de Hidrostática voltada
para irrigação de frutos e hortaliças, através da Aprendizagem Significativa.

Dedico esta dissertação à minha digníssima esposa.
Através dela pude perceber o potencial intelectual
que havia em mim e sua motivação me fez enxergar
além das minhas possibilidades.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Ao nosso Senhor Jesus, pelo dom da vida e fonte inesgotável de amor.

Aos meus pais Gilmar Lima e Gilene Fernandes, pelo cuidado e pela educação ao longo de tantos anos e que hoje frutifica.

À minha esposa Samya Mesquita, pelo companheirismo diário em todos os momentos, inclusive nos difíceis.

Aos familiares mais chegados (Gilmara e família; Adriano e família; Sr. Walber e D. Fátima) por toda força dada ao longo da caminhada.

Aos professores Peterson Fernandes e Alex Samyr Mesquita, pelo apoio acadêmico durante a árdua jornada acadêmica e profissional.

Ao professor Adriano Santiago, pela correção dos artigos, livreto, dissertação e, principalmente, pela amizade.

Ao IFRN e aos alunos, pela disponibilidade de tempo, espaço e dedicação ao longo da pesquisa.

Aos professores do mestrado que se disponibilizaram para me fornecer conhecimentos cada vez mais avançados.

Ao meu orientador professor Dr. João Hermínio da Silva, por sua paciência e disposição em me orientar durante este trajeto.

“Aquele que tentou e não conseguiu é superior àquele que nada tentou.”

(Arquimedes)

RESUMO

ENSINO DE HIDROSTÁTICA VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE FRUTOS E HORTALIÇAS, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Luiz Paulo Fernandes Lima

Orientador: Prof. Dr. João Hermínio da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O ensino de Física vem passando por transformações ao longo dos anos. Documentos oficiais mostram que há necessidades de buscar novas metodologias para o ensino. O método tradicional não é o mais adequado para a realidade que nossa sociedade atravessa. Diante deste quadro, esta pesquisa buscou observar a mudança de hábitos dos alunos do curso técnico integrado em Alimentos do IFRN, em Pau dos Ferros, no que se refere ao ensino/aprendizado de Física, com a utilização da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa, quando se compreende que houve estudo de caso, contendo também aspectos de pesquisa-ação. A proposta alternativa foi explorar situações de um ambiente de cultivo de frutos e hortaliças, expondo os alunos a experiências reais que, posteriormente, facilitasse o aprendizado de outros conceitos da hidrostática em aulas teóricas e práticas. Os resultados da pesquisa mostram que na maioria dos alunos evidenciou-se Aprendizagem Significativa e que houve participação total nas atividades práticas. Esta pesquisa gerou outros resultados como apresentação em eventos estaduais e nacionais, produção de materiais de irrigação de baixo custo e oficinas ofertadas em cidades do Rio Grande do Norte e do Ceará.

Palavras-chave: Ensino de Física, Hidrostática, Aprendizagem Significativa.

FORTALEZA
2016

ABSTRACT

Hydrostatic Teaching Directed For Irrigation Fruit And Vegetables Through Learning Meaningful

Physics education has been changing over the years. Many official reports show that there are some needs to seek new teaching methods. Traditional method is not the most suitable to describe our reality. Keeping that in mind, the present study proposes observations about behavior changes of the students enrolled in physics classes in a Food Technology High School course at Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia located in state of Rio Grande do Norte, Brazil, after the adoption of the Ausubel's Meaningful Learning Theory as alternative method. This case report shows a qualitative investigation exploring the contextualization of the physics teaching on the crops such as vegetable gardens and orchards. Students were exposed to real experiences provided a facilitated learning of the concepts of hydrostatics in both theoretical and practical classes. Our results reveals the majority of students presented meaningful learning and attended in practical activities. This search yielded other results as presented in state and national events, production of low-cost irrigation materials and workshops offered in the cities of Rio Grande do Norte and Ceará.

Keywords: Physics Education, Hydrostatic, Meaningful Learning.

FORTALEZA

2016

ix

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Sistema de gotejamento por garrafa PET	30
Figura 2	Aplicação da Física no sistema de gotejamento por garrafa PET	30
Figura 3	Sistema de gotejamento por xique-xique	31
Figura 4	Aplicação da Física no sistema de gotejamento por xique-xique	32
Figura 5	Sistema de microaspersor	32
Figura 6	Aplicação da Física no sistema microaspersor	33
Figura 7	Caixa d'água artesanal	33
Figura 8	Aplicação da Física na caixa d'água artesanal	34
Figura 9	Representação do processo de amolar faca	36
Figura 10	Representação do experimento de Torricelli na determinação da pressão atmosférica	37
Figura 11	Esquema de uma barragem	39
Figura 12	Sistema hidráulico de uma residência	39
Figura 13	Fluido escoando em tubo com áreas distintas	42
Figura 14	Sistema de irrigação localizado construído com EQUIPO	72
Figura 15	Sistema de irrigação localizado para frutos	72
Figura 16	Elaboração do sistema de irrigação para hortaliças	73
Figura 17	Sistema de irrigação localizado para hortaliças	73
Figura 18	Preparação dos microaspersores	74
Figura 19	Montagem dos microaspersores	74
Figura 20	Montagem da caixa d'água artesanal	75
Figura 21	Sistema de caixa d'água artesanal	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Habilidades referentes à competência representação e compreensão	26
Quadro 2	Habilidades referentes à competência investigação e compreensão	26
Quadro 3	Habilidades referentes à competência contextualização sociocultural	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Algumas substâncias e suas respectivas massas específicas	35
Tabela 2	Questionário aplicado no início e no fim da pesquisa	48
Tabela 3	Resultados do Questionário no início da pesquisa	53
Tabela 4	Resultados do Questionário no final da pesquisa	54

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	Massa específica	35
Equação 2	Pressão	36
Equação 3	Pressão hidrostática.	38
Equação 4	Princípio de Pascal	40
Equação 5	Empuxo	40
Equação 6	Vazão dos fluidos	41
Equação 7	Equação da continuidade dos fluidos	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Análise da precipitação acumulada	29
Gráfico 2 -	Aumento da pressão com a profundidade	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa	20
2.1.1	<i>Ensino Tradicional x Teoria da Aprendizagem Significativa</i>	20
2.1.2	<i>Condições para que ocorra a Aprendizagem Significativa</i>	21
2.1.3	<i>Estrutura cognitiva e conhecimentos subsunçores</i>	22
2.1.4	<i>Organizadores prévios</i>	22
2.1.5	<i>Evidências da Aprendizagem Significativa</i>	23
2.1.6	<i>Tipos de Aprendizagem Significativa</i>	24
2.2	Perspectiva para o Ensino de Física	24
2.3	Irrigação	28
2.3.1	<i>Sistemas de irrigação de Baixo Custo</i>	28
2.3.2	<i>Gestão de Recursos Hídricos em Pau dos Ferros</i>	29
2.3.3	<i>Aplicação da Física nos sistemas de irrigação de baixo custo</i>	30
2.4	A Física da Irrigação	34
2.4.1	<i>Conceitos Básicos</i>	35
2.4.2	<i>Fluidostática</i>	38
2.4.3	<i>Fluidodinâmica</i>	41
2.5	Características do Público Alvo	42
2.5.1	<i>Curso Técnico Integrado em Alimentos</i>	42
2.5.2	<i>Profissional da Área de Alimentos</i>	43
2.6	Projeto de Extensão	44
3	METODOLOGIA	46
3.1	Local da Pesquisa e Público Alvo	46
3.2	Estrutura da Pesquisa	47
3.3	Métodos de Coleta de Dados	49
3.4	Instrumentos de Coleta de Dados	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	Questionário	53
4.1.1	<i>Interpretação do Questionário</i>	54
4.2	Entrevista	54
4.2.1	<i>1ª Etapa da Entrevista</i>	55
4.2.2	<i>Interpretação dos resultados: 1ª Etapa da Entrevista</i>	57
4.2.3	<i>2ª Etapa da Entrevista</i>	58
4.2.4	<i>Interpretação dos resultados: 2ª Etapa da Entrevista</i>	59

4.2.5	<i>3ª Etapa da Entrevista</i>	60
4.2.6	<i>Interpretação dos resultados: 3ª Etapa da Entrevista</i>	62
4.3	Produção dos Materiais	62
4.4	Produto Final	63
4.5	Outros Resultados	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
7	APÊNDICE	71
7.1	Descrição dos materiais de irrigação desenvolvidos	71
7.1.1	<i>Sistema de irrigação localizada (garrafas PET)</i>	71
7.1.2	<i>Sistema de irrigação localizada (xique-xique)</i>	72
7.1.3	<i>Sistema de irrigação por microaspersores (artesanais)</i>	73
7.1.4	<i>Sistema de Irrigação por microaspersores (caixa d'água artesanal)</i>	74
8	ANEXOS	76

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física vem passando por grandes transformações nos últimos anos, principalmente devido à evolução acadêmica no que concerne à aprendizagem. Várias instituições vêm investindo nas pesquisas voltadas para o ensino, através de cursos de capacitação docente, bolsas de pesquisas, congressos e outras atividades correlatas (CARNEIRO, 2007).

Entretanto, mesmo com tanta evolução nas pesquisas, ainda hoje ouvem-se relatos dos alunos quanto à dificuldade de aprendizagem no ensino da Física, pois muitos docentes ainda se baseiam na aprendizagem mecânica ou behaviorista, em que o professor é o detentor do conhecimento, e a aprendizagem ocorre apenas no ambiente de sala de aula. Sabe-se, porém, que o aluno não é um ser depositário, mas sim um ser pensador cuja educação tende a sua realização enquanto pessoa (LIBÂNEO, 1982).

Quando se observa o *ranking* do país na prova do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), a conclusão torna-se imediata. A prova é aplicada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) para medir o nível de habilidades de estudantes de diferentes países em três áreas do conhecimento: matemática, leitura e ciência. O exame ocorre a cada três anos para alunos na faixa etária dos 15 anos. Apesar de não ser um país-membro da OCDE, o Brasil participa do PISA desde 2000 cujo desempenho evoluiu nas últimas edições, mas os alunos brasileiros ainda ocupam as últimas posições. Em matemática, o Brasil é o 58^o; em leitura, é o 55^o e em ciências é o 59^o (PISA, 2012). Vale salientar que este *ranking* conta com a participação de 65 países.

Existe algum problema que permeia a educação brasileira, pois as habilidades e competências que deveriam ser observadas nos alunos de Ensino Médio estão bem longe de serem atingidas. Pozo e Crespo (2009) fazem o seguinte relato sobre o ensino de ciências:

Muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem explicá-las nem aplicá-las em novas situações. Esse é um déficit muito comum. Mesmo quando os professores acreditam que seus alunos aprenderam algo – e de

fato comprovam esse aprendizado por meio de uma avaliação -, o que foi aprendido se dilui ou se torna difuso rapidamente quando se trata de aplicar esse conhecimento a um problema ou situação nova, ou assim que se pede ao aluno uma explicação sobre o que ele está fazendo.

Diante deste quadro, há uma urgente necessidade de mudança na prática pedagógica. O aprendizado dos alunos não pode ser medido apenas através de provas escritas, pois se deve construir uma identidade científica que vá além das paredes de uma sala de aula. O ensino de Física deve ser totalmente voltado para a análise do cotidiano, das práticas vivenciadas diariamente pelos alunos. Neste sentido, Aleixandre e Sanmartí (1997) estabelecem cinco metas ou finalidades que parecem claramente possíveis de assumir no Ensino Médio:

- a) a aprendizagem de conceitos e construção de modelos;
- b) o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico;
- c) o desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas;
- d) o desenvolvimento de atitudes e valores;
- e) a construção de uma imagem da ciência.

Dentre tantas possibilidades de mudança no processo de ensino/aprendizagem, a utilização da Teoria de David Ausubel sobre aprendizagem significativa pode ser uma alternativa de ensino em que o conhecimento prévio do aluno, assim como seu interesse em aprender, podem trazer significados concretos ao ensino/aprendizagem de Física. Ou seja, quando se baseia o ensino a partir dos conceitos que o aluno já possui na sua estrutura de conhecimento acerca de algum conteúdo específico, pode-se obter respostas mais contundentes e a aprendizagem fará mais sentido para o aluno.

Nesta perspectiva, esta pesquisa objetiva verificar, através da substituição da aprendizagem mecânica pela aprendizagem significativa, a mudança de hábitos dos alunos do curso Técnico em Alimentos do IFRN, em Pau dos Ferros, no que se refere ao ensino/aprendizagem da Física. Trata-se de uma abordagem qualitativa, quando se compreende que houve estudo de caso, contendo também aspectos de pesquisa-ação. A proposta alternativa é explorar situações de um ambiente de cultivo de frutos e hortaliças, expondo os alunos a experiências reais que lhes permitam a criação de novos subsunçores que

facilitem, posteriormente, o aprendizado de outros conceitos da hidrostática em aulas teóricas e práticas.

O objetivo da pesquisa está relacionado com a mudança de hábitos dos alunos para o ensino de Física; para tanto, houve aplicação de questionário, entrevistas, produção de materiais, observação do comportamento dos alunos durante as aulas e a produção de um livreto sobre a Física da Irrigação.

No capítulo a seguir fala-se sobre as perspectivas do ensino de Física no Brasil. O que os PCN recomendam, quais pesquisas foram feitas sobre aprendizagem significativa, sobre ensino de hidrostática e sobre produção de materiais que tenham trazido mudanças nos processos de ensino/aprendizagem de Física.

No terceiro capítulo aborda-se fundamentação teórica em que se baseia esta pesquisa. Discorre-se sobre as ideias de Ausubel a respeito da aprendizagem significativa e os pontos mais importantes de sua teoria, bem como sua aplicação e observação da existência ou não dela.

No quarto capítulo explicam-se os conceitos físicos de hidrostática que se aplicam à irrigação e que foram trabalhados ao longo da pesquisa com os alunos.

No quinto capítulo descreve-se toda a metodologia aplicada durante a pesquisa, como os perfis dos alunos envolvidos, do projeto de extensão aplicado na instituição de ensino e do problema enfrentado pela comunidade local.

No sexto capítulo apresentam-se os resultados da pesquisa, identificando cada aspecto dos objetivos citados neste trabalho, os materiais desenvolvidos durante a pesquisa e as premiações adquiridas pelos alunos a partir dos materiais desenvolvidos.

Nas considerações finais expõe-se a análise final da construção da proposta desta pesquisa, destacando as potencialidades e as dificuldades, demonstrando perspectivas e trazendo propostas para melhoria do ensino de Física no País.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Teoria da Aprendizagem Significativa*

2.1.1 Ensino Tradicional x Teoria da Aprendizagem Significativa

O ensino tradicional refere-se à maneira de trabalhar a educação mais frequente no Brasil, em que Ausubel define como aprendizagem mecânica.

Para Moreira (2011), a aprendizagem mecânica é sem significado, ou seja, não há relação com o cotidiano do aluno, não há relevância para sua vida; é puramente memorização, voltada para resolução de trabalhos e provas e é facilmente esquecida, apagada da memória do indivíduo.

Lima (2007) destaca que o ensino tradicional possui algumas peculiaridades:

Nesse modelo de ensino, há uma tendência do professor em ser bastante rígido com relação à disciplina, em que normalmente os alunos devem permanecer em silêncio com o propósito de ouvir a fala do professor, restringindo a comunicação entre eles. O ritmo individual de aprendizagem de cada aluno costuma ser ignorado, cabendo a cada aluno esforçar-se para assimilar a matéria e acompanhar o ritmo das aulas estabelecido pelo professor. (p. 43)

A Teoria da Aprendizagem Significativa pode ser entendida como algo que estuda o desenvolvimento do aprendizado do aluno. É o conceito mais importante na teoria de Ausubel. É a aprendizagem em que novas ideias, símbolos e conceitos relacionam-se de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aluno já sabe. “Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende” (MOREIRA, 2011, p. 13).

Na concepção de Costa (2007):

O indivíduo não passa diretamente de um estágio para outro mais avançado. A aprendizagem ocorre por meio da construção de várias teorias intermediárias. Esse processo se dá a partir de tentativas e erros no qual o indivíduo parte de conhecimentos já acomodados e segue construindo suas próprias teorias. (p. 27)

Uma vez que o aluno possui conhecimentos básicos na sua estrutura cognitiva, novos conceitos serão adquiridos e, quando relacionados com os antigos, potencialmente enriquecendo, modificando, construindo e diversificando os seus conhecimentos.

2.1.2 Condições para que ocorra a Aprendizagem Significativa

As duas condições essenciais para que ocorra a aprendizagem significativa é que o aprendiz manifeste uma disposição para aprender e que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo.

A primeira condição não está diretamente associada à motivação, ou ao interesse mostrado pela disciplina. O aluno tem que estar predisposto a relacionar os novos conhecimentos aos já existentes. Moreira e Masini (2001, p. 23) afirmam que “[...] independente de qual potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz é simplesmente memorizá-lo [...], tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos ou sem significados”. No entanto, quando o aluno deseja aprender, faz-se necessária a utilização de materiais potencialmente significativos.

Materiais potencialmente significativos podem ser livros, vídeos, laboratórios e aulas, porém devem ter significados lógicos que se associem com os conhecimentos prévios que os alunos têm em sua estrutura cognitiva e que sirvam de ideias-âncora relevantes para que este material possa ser relacionado com elas. Em outras palavras, o foco não deve ser no material e sim no aluno, pois, a partir daquilo que ele já sabe, o professor deve buscar novos materiais que possam evoluir os conhecimentos do indivíduo.

Moreira e Masini (2001, p. 23) afirmam que este aspecto depende de duas condições: a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do aluno:

Quanto à natureza do material, deve ser logicamente significativa, suficientemente não-arbitrária e não-aleatória em si, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não-arbitrária a ideias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Quanto à natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável.

2.1.3 Estrutura cognitiva e conhecimentos subsunçores

No desenvolvimento do ser humano há vários estágios de evolução nos padrões de ação física e mental e que estão associados a atos específicos de inteligência. Tais padrões são conhecidos como estrutura cognitiva. Outros psicólogos estudaram sobre ela, como Piaget, Bruner e Vygotsky, entretanto, para Ausubel, a estrutura cognitiva prévia (conhecimentos prévios e organização hierárquica) é o principal fator que afeta a aprendizagem e a absorção de novos conhecimentos.

Moreira (2001, p. 26) afirma que “A clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, em um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área”.

Os conhecimentos prévios funcionam como ideias primordiais os quais Ausubel chama de subsunçores, ou seja, conhecimentos que se relacionam com outros preexistentes, adquirindo novos significados. Desta maneira, considera-se que conhecimentos subsunçores podem ser conceitos existentes na estrutura cognitiva, concepções, modelos mentais, representações sociais, dentre outros.

2.1.4 Organizadores prévios

Organizadores prévios são materiais que servem de introdução e são apresentados antes dos materiais que serão aprendidos. Tem como função servir de ponte entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que ele deve aprender, porém a aprendizagem necessita ser significativa.

Moreira (2011, p. 105) afirma que os organizadores prévios explicitam a relação dos novos conhecimentos àqueles que o aprendiz já possui:

Os organizadores prévios podem tanto fornecer “ideias-âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem.

Os organizadores prévios devem identificar o conteúdo relevante, explicitar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem, dar uma visão geral do material em maior nível de abstração e prover contextos ideais que possam ser usados para assimilar significativamente novos conhecimentos.

2.1.5 Evidências da Aprendizagem Significativa

Uma avaliação coerente que demonstre evidências da aprendizagem significativa vai além de aplicação de testes e seus possíveis resultados. Pozo e Crespo (2009, p. 89) fazem a seguinte afirmação:

Uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando “compreende” esse material; e compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo para as próprias palavras.

Para Gagné (1971), existe uma hierarquia de tipos de aprendizagem os quais podem ser simples associações de estímulos a complexas soluções de problemas. Cada tipo de aprendizagem está associado a uma necessidade de utilização:

- a) aprendizagem de signos (reflexo condicionado);
- b) aprendizagem estímulo-resposta (série de ligações estímulo-resposta);
- c) aprendizagem de associações verbais (tipo complexo de aprendizagem em cadeia);
- d) aprendizagem de discriminações múltiplas (processos de associação e discriminação);
- e) aprendizagem de conceitos (entendimento de propriedades abstratas);
- f) aprendizagem de princípios (relação entre dois ou mais conceitos);
- g) aprendizagem de resolução de problemas (elaboração de um novo princípio combinando princípios já aprendidos);

Para Ausubel, evidenciar a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é capaz de resolver problemas inesperados, não familiares e que requeiram máxima transformação do conhecimento existente. Ou seja, quando o aprendiz for capaz de demonstrar aprendizagem por estímulo-resposta, por discriminações múltiplas, por conceituação e, principalmente, por resolução de problemas, tem-se uma maneira de observar que, de fato, houve aprendizagem.

Outra maneira direta e objetiva para observar se a aprendizagem significativa ocorreu está explicitado por Moreira & Masini (2001, p. 17):

Solução de problemas é, sem dúvidas, um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. [...] Outra possibilidade é solicitar aos estudantes que diferenciem ideias relacionadas, mas não idênticas, ou que identifiquem os elementos de um conceito ou proposição [...]. Além dessas, uma outra alternativa para testar a ocorrência da aprendizagem significativa é a de propor ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem, sequencialmente dependente de outra, que não possa ser executada sem o perfeito domínio da precedente.

2.1.6 Tipos de Aprendizagem Significativa

Existem três formas de aprendizagem significativa: por subordinação, por superordenação e pelo modo combinatório.

A aprendizagem subordinada ocorre quando o novo conceito é ancorado em um conceito mais geral da estrutura cognitiva do aluno. Por exemplo, no ensino de densidade, a subordinação ocorre com os conceitos de massa e volume, assim como pressão se subordina aos conceitos de força e área que o aluno já possui.

A aprendizagem superordenada ocorre quando o novo conceito se reestrutura com conceitos já existentes. Pressão hidrostática superordena com os conceitos de densidade e pressão, ocorrendo uma reorganização na estrutura cognitiva do aluno.

A aprendizagem combinatória ocorre quando conceitos novos se relacionam com uma parte da estrutura cognitiva como um todo, utilizando vários conceitos sem se subordinar ou superordenar a outros conceitos existentes. Quando desafiados a elaborar um sistema de irrigação, os alunos combinaram os conceitos de pressão hidrostática, gravidade e pressão atmosférica com outros não existentes como gotejamento e microaspersão.

2.2 *Perspectiva para o Ensino de Física*

O ensino de Física no Brasil tomou um novo rumo desde que o Ministério da Educação (MEC) lançou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 1995. O ensino de Física voltou-se para a formação do aluno enquanto cidadão contemporâneo, atuante na sociedade, podendo intervir e participar de sua realidade. Desta maneira, mesmo que o aluno de Ensino Médio não volte a estudar Física, ele será capaz de entender e explicar os fenômenos naturais a sua volta, bem como a tecnologia que o rodeia.

Para que esta nova perspectiva de ensino atue contundentemente, faz-se necessário o desenvolvimento de competências e habilidades. Somente assim a Física servirá para a cidadania e finalmente terá significados reais no cotidiano das pessoas.

O ensino de Física não deve ser focado em apenas uma metodologia, ou um tipo de material. As competências e habilidades serão desenvolvidas de maneira mais eficaz, à medida que os instrumentos metodológicos vão sendo diversificados. Moreira (2000, p. 95) relata que:

Creio que cada uma destas vertentes tem seu valor, mas também suas limitações e, até mesmo, prejuízos para o ensino da Física, na medida que forem exclusivas. Julgo que é um erro ensinar Física sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja. Por exemplo, ensinar Física somente sob a ótica da Física do cotidiano é uma distorção porque, em boa medida, aprender Física é, justamente, libertar-se do dia-a-dia. De modo semelhante, ensinar Física apenas sob a perspectiva histórica, também não me parece uma boa metodologia porque para adquirir/construir conhecimentos o ser humano, normalmente, não precisa descobri-los, nem passar pelo processo histórico de sua construção. Tampouco o microcomputador seria um bom recurso metodológico, se for usado com exclusividade, dispensando a interação pessoal, a troca, ou negociação, de significados que é fundamental para um bom ensino de Física.

Percebe-se, na fala de Moreira, que o tradicionalismo deve ser deixado de lado e devem-se buscar novas metodologias para avançar com o ensino de Física no País. Ideias como Aprendizagem Significativa, Transposição Didática, Pedagogia de Projetos entre outras são extremamente relevantes nesta nova identidade que o ensino vem buscando e que podem conclusivamente atingir os objetivos que os PCN vêm propondo há tantos anos.

Os PCN sugerem algumas competências e habilidades que são esperados dos alunos da disciplina de Física no final do ensino médio. Para permitir interação com outras áreas do conhecimento, as competências em Física já foram organizadas de forma a explicitar tais vínculos. Elas foram divididas em três categorias: representação e compreensão; investigação e compreensão; contextualização sociocultural.

As tabelas a seguir mostram um resumo das habilidades desenvolvidas correlatas a cada competência sugerida pelos PCN.

Quadro 1: Habilidades Referentes à Competência Representação e Compreensão.

Fonte: PCN+, BRASIL, 2002.

Competências	Habilidades
<i>Representação e compreensão</i>	<i>Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.</i>
	<i>Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.</i>
	<i>Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar, de forma clara e objetiva, o conhecimento aprendido através de tal linguagem.</i>
	<i>Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.</i>
	<i>Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.</i>

Quadro 2: Habilidades Referentes à Competência Investigação e Compreensão.

Fonte: PCN+, BRASIL, 2002.

Competências	Habilidades
<i>Investigação e compreensão</i>	<i>Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.</i>
	<i>Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.</i>
	<i>Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o "como funciona" de aparelhos.</i>
	<i>Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.</i>
	<i>Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.</i>

Quadro 3: Habilidades Referentes à Competência Contextualização Sociocultural.

Fonte: PCN+, BRASIL, 2002.

Competências	Habilidades
<i>Contextualização sociocultural</i>	<i>Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.</i>
	<i>Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.</i>
	<i>Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.</i>
	<i>Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.</i>
	<i>Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.</i>

A aplicação de metodologias que contemplem as competências e habilidades durante as aulas de Física fará com que o ensino fique cada vez mais rico, contextualizado e voltado para a prática, para a resolução de problemas reais. Basta que os professores se mostrem interessados em realizar uma mudança real e profunda no ensino de Física no Brasil.

Muitos pesquisadores buscam novas metodologias e ideias para melhoria do ensino de Física no país. Diversas dissertações e outros tantos artigos têm sido publicados anualmente sobre tal temática. Repensar a maneira de ensinar a Física é fundamental para a evolução do processo de ensino/aprendizagem.

A Física abrange assuntos do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico, logo não se pode desvincular o ensino de Física da prática, dos significados e do cotidiano. A escola, os professores e a sociedade precisam tomar consciência da nova postura que a educação vem tomando nos últimos anos.

“Os alunos da educação científica precisam não tanto de mais informação (embora possam precisar também disso), mas sobretudo de capacidade para organizá-la e interpretá-la, para lhe dar sentido. E, de maneira muito especial, como futuros cidadãos, mais do que tudo, vão precisar de capacidade para buscar, selecionar e interpretar a informação. A escola não pode mais proporcionar toda a informação relevante, porque esta é muito mais móvel e flexível do que a própria escola; o que ela pode fazer é formar os alunos para que possam ter acesso a ela e dar-lhe sentido, proporcionando capacidades de aprendizagem que permitam uma assimilação crítica da informação”. (POZO & CRESPO, 2009, p. 24)

A pesquisa realizada por Lima (2008) observou a mudança de interesse dos alunos do curso Técnico em Agroindústria pela disciplina de Física utilizando a Aprendizagem Significativa como inspiração. Contextualizaram o ensino da termodinâmica com uma aplicação prática na pasteurização do leite. Ao final da pesquisa, percebeu-se que os alunos conseguiam relacionar com maior facilidade, o ensino da Física com outras áreas como setor de agropecuária, meio ambiente, fábricas e residências.

Santini e Terrazzan (2006) realizaram o ensino de Física com equipamentos agrícolas. Dividiram a pesquisa em três momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Durante a pesquisa, incluíram aprendizagens nos campos conceitual, procedimental e atitudinal e contemplaram algumas competências e habilidades desejadas a serem desenvolvidas em Física de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

No interior do estado do Rio Grande do Sul, Costa (2007) propôs explorar os conhecimentos prévios e a realidade do estudante do Ensino Médio de uma escola estadual, como fonte motivadora para a aprendizagem. Associou a hidrostática com a vivência trazida pelos estudantes, com o questionamento da teoria interligada com a prática, como forma de construção do conhecimento significativo. Utilizou o laboratório como local onde haveria materiais adequados para que a aprendizagem acontecesse de forma prática e significativa.

Barbosa (2014) analisou a situação do ensino de Física em uma escola pública do Ceará. Ele buscou verificar o que promovia o interesse ou o desinteresse pela Física e produziu um material potencialmente significativo que serviu como suporte didático para os professores, baseando-se nas sugestões dos alunos.

2.3 Irrigação

2.3.1 Sistemas de irrigação de Baixo Custo

O sistema de irrigação de baixo custo consiste em utilizar materiais muito baratos ou reaproveitáveis para a criação dos sistemas hidráulicos, podendo ser realizado de duas maneiras: por gravidade ou por bombas.

Quando se utiliza a gravidade, a água passará livremente por um conduto. Este método tem como principal característica a atuação da pressão atmosférica na superfície livre da água. Rios, canais, calhas e drenos são exemplos de condutos livres de seção aberta. Quando se utilizam bombas, elas podem funcionar através de combustíveis como diesel e gasolina ou através de energia elétrica. Neste caso, quem atua na água é um equipamento mecânico, transferindo energia para ela. A altura que uma bomba pode lançar a água depende da pressão que ela exerça.

Dentre os diversos métodos de realizar uma irrigação, dois se apresentam como importantes e usuais meios para fazer uma irrigação de baixo custo e que trazem considerável economia de energia: gotejamento e microaspersão.

Na irrigação por gotejamento, a água é aplicada de forma pontual através de gotas diretamente ao solo. Estas gotas infiltram-se formando um padrão de umedecimento do solo denominado “bulbo-úmido”. Estes bulbos podem ou não se encontrar com a continuidade da irrigação e formar uma faixa úmida. Neste método de irrigação, muitas vantagens podem ser observadas: maior qualidade na irrigação, melhor rendimento da água, conservação dos recursos hídricos, flexibilidade de trabalho do agricultor, menos doenças nos vegetais, menos ervas daninhas invasoras e eficiências em solos difíceis. Infelizmente, há também

desvantagens como: mudar o sistema de trato do solo, os pequenos orifícios podem facilmente ser obstruídos e não são todas as culturas que germinam bem nesse tipo de irrigação.

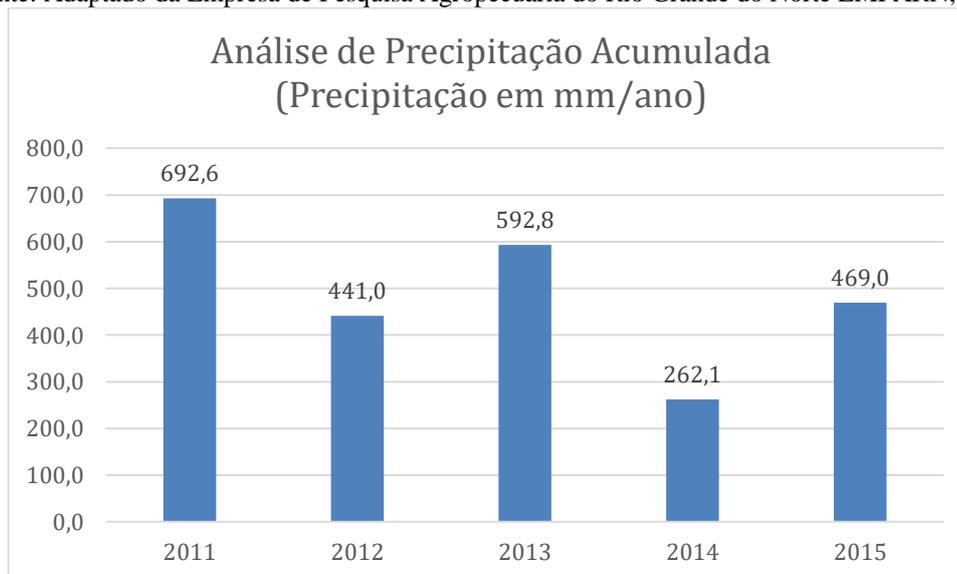
No processo de irrigação por microaspersão, a aplicação da água no solo resulta da fragmentação de um jato d'água lançado a certa pressão no ar atmosférico por meio de um simples orifício ou por dispositivos aspersores. Neste método de irrigação, as vantagens estão associadas à dispensa do preparo do terreno, controle da pressão da água, possibilidade de economia de mão de obra e possibilidade de economia de água. As limitações vão desde a má distribuição de água na cidade, probabilidade de desenvolvimento de algumas doenças na planta até a impossibilidade de uso devido à salinização da água.

2.3.2 Gestão de Recursos Hídricos em Pau dos Ferros

A cidade de Pau dos Ferros encontra-se no Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte, região caracterizada pelo semiárido e, conseqüentemente, pela escassez de água. O impacto da seca atinge a população afetada, tanto na área social como na econômica.

De acordo com a Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, a barragem municipal que abastecia a cidade se encontra com apenas 0,45% de sua capacidade com um volume atual de 248.692 m³ de água. O Gráfico 1 mostra a disponibilidade de chuvas ao longo do ano, registrado nos últimos cinco anos.

Gráfico 1 – Análise de precipitação acumulada
Fonte: Adaptado da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte EMPARN, 2015



“Em vista a esse cenário, as conseqüências têm avançado no campo socioeconômico como o comércio, oferecimento de bens, serviços, qualidade de vida da população e

desigualdades socioespaciais. A baixa do leito do Rio Apodi Mossoró, no trecho que passa por Pau dos Ferros, por exemplo, fez com que as áreas, antes alagadas, dessem lugar a empreendimentos comerciais e moradias em locais de risco” (PEREIRA et, al., 2015).

Em virtude desta problemática, o ensino de Física veio propor uma maneira de realizar um uso consciente da água na região, em que os alunos seriam capazes de gerir seus próprios recursos hídricos, dispondo de materiais de baixo custo, trazendo economia para suas casas.

2.3.3 Aplicação da Física nos sistemas de irrigação de baixo custo

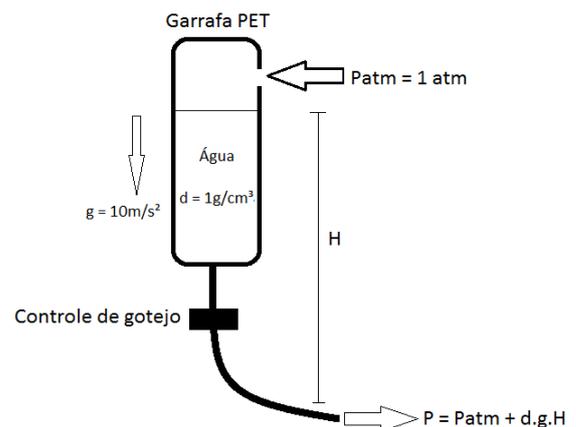
2.3.3.1 Sistema de irrigação localizada (garrafa PET)

Neste tipo de sistema de irrigação, como mostram as Figuras 1 e 2, a abertura lateral servirá para fazer a reposição de água no reservatório e para que a pressão atmosférica faça influência na água, a fim de que ela desça através do conduto. O ar entra na garrafa PET e a água sai pelo EQUIPO o qual tem um dispositivo que controla a quantidade de água que deseja ser gotejada. O tamanho do conduto utilizado influenciará na pressão hidrostática final; finalmente, percebe-se que a pressão é proporcional a coluna de água em um tubo.

Figura 1: Sistema de gotejamento por garrafa PET
Fonte: www.afloricultura.com



Figura 2: Aplicação da Física no sistema de gotejamento por garrafa PET
Fonte: Autor



2.3.3.2 Sistema de irrigação localizada (xique-xique)

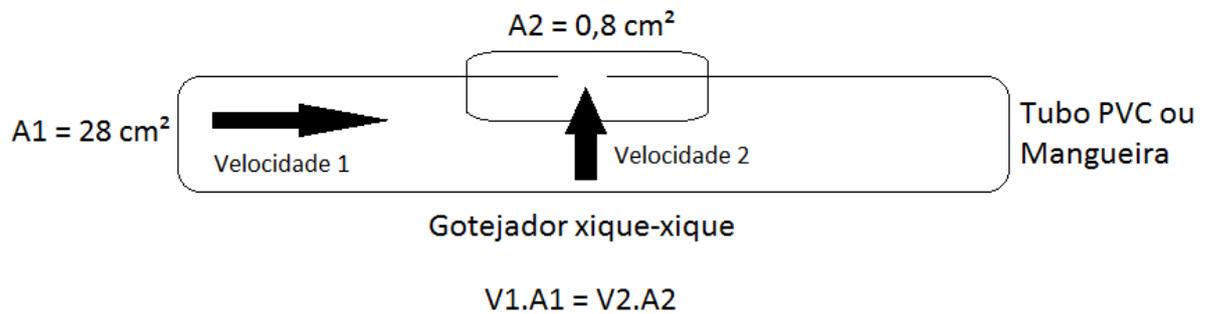
Neste tipo de sistema de irrigação, a pressão dentro dos tubos PVC (pressão hidrostática) faz com que a água passe por todo encanamento, distribuindo uniformemente a água através dos furos. A vazão pode ser controlada por um sistema abre e fecha ou por um dispositivo eletrônico acoplado à torneira. A área do tubo é maior do que a do orifício, logo a velocidade da água no tubo é inferior à do furo, fazendo com que a água saia com grande velocidade, como representados nas Figura 3 e 4. O pedaço de mangueira colocado sobre o orifício faz com que a energia cinética da água diminua, evitando que ela saia na forma de jatos. A Equação da Continuidade nos permite prever a relação entre as velocidades da água no tubo e no orifício.

Figura 3: Sistema de gotejamento por xique-xique

Fonte: www.sna.agr.br/sistema-de-irrigacao-por-gotejamento-podera-ser-alternativa-na-agricultura/



Figura 4: Aplicação da Física no sistema de gotejamento por xique-xique
Fonte: Autor



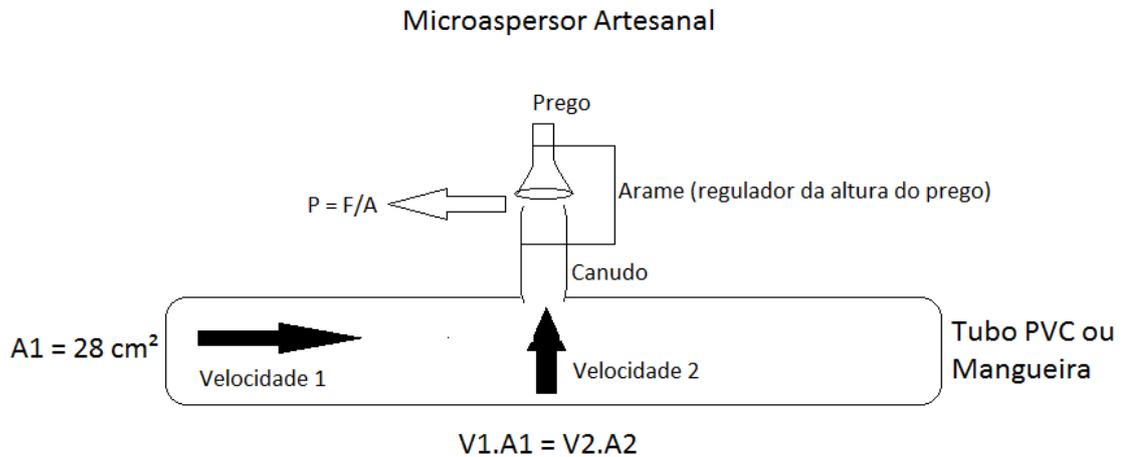
2.3.3.3 Sistema de irrigação por microaspersores (artesaniais)

Este tipo de sistema de irrigação assemelha-se ao gotejador xique-xique, logo todos os conceitos aplicáveis anteriormente são os mesmos aqui. Entretanto, o fato de existir microaspersores (canudo, prego e arame) permite que sejam analisados com a aplicação de pressão como sendo força aplicada a uma área. As Figuras 5 e 6, mostram o microaspersor artesanal, regulando-se a distância do prego ao canudo fará com que a água atinja uma distância maior ou menor, dependendo da hortaliça; essa regulagem ocorre justamente com a diminuição ou aumento da área com que a água sai, fazendo com que a pressão aumente ou diminua respectivamente.

Figura 5: Sistema de microaspersores.
Fonte: Autor



Figura 6: Aplicação da Física no sistema de microaspersores.
Fonte: Autor



2.3.3.4 Sistema de Irrigação por microaspersores (caixa d'água artesanal)

Analisa-se uma aplicação física no reservatório de água, Figuras 7 e 8, haja vista que o sistema de irrigação por microaspersão já foi anteriormente explicado.

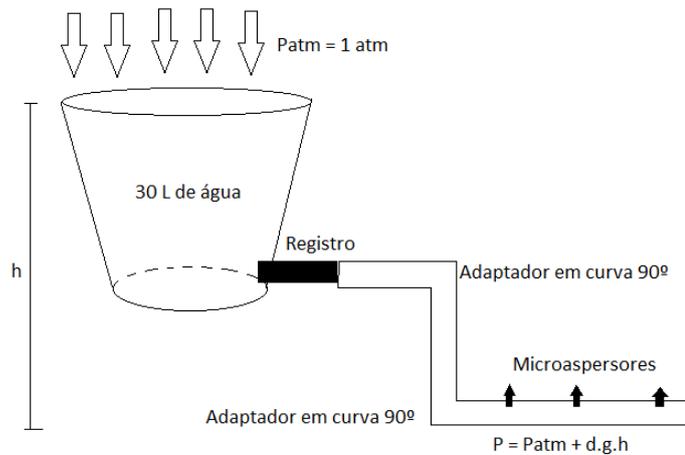
A caixa d'água a uma altura considerável acima dos tubos de irrigação, gera maior diferença de pressão nos tubos como prevê o Princípio de Stevin. Utiliza-se o registro para controlar a vazão da água de acordo com a necessidade da horta; chave pouco aberta permitirá pouca saída de água, através deste método, observar-se se haverá pressão suficiente para que a água chegue a todos os microaspersores.

Figura 7: Caixa d'água artesanal

Fonte: www.cerradoeditora.com.br/cerrado/irrigacao-sistema-para-pequena-agricultura-possibilita-producao-no-semiarido/



Figura 8: Aplicação da Física no sistema de caixa d'água artesanal
Fonte: Autor



2.4 A Física da Irrigação

Líquidos e gases fazem parte do grupo dos fluidos que a Física explica como substância que toma facilmente a forma do recipiente que o contém, devido à mobilidade das suas moléculas que podem deslizar umas sobre as outras, no caso dos líquidos, ou deslocar-se automaticamente, no caso dos gases.

Os conhecimentos sobre fluidos têm vasta aplicação no cotidiano. Um engenheiro civil utiliza-os para construir barragens, um médico para aferir a pressão arterial, um mecânico utiliza-os para avaliar o sistema de freio de um carro e um agrônomo usa-os nas irrigações.

Os ramos da Física que estudam os fluidos são conhecidos como hidrostática e hidrodinâmica, e dentro desses ramos há vários conceitos fundamentais e relevantes para o entendimento das diversas formas de irrigação. Alguns destes conceitos serão explicados nesta seção e outros, mais complexos, serão explicados de acordo com a necessidade do tipo de irrigação.

Quando se fala de irrigação, o primeiro pensamento que vem à memória é justamente a utilização da água. De acordo com o dicionário da língua portuguesa (AURÉLIO, 2002), a definição de água é:

“Líquido natural (H₂O), transparente, incolor, geralmente insípido e inodoro, indispensável para a sobrevivência da maior parte dos seres vivos.”

2.4.1 Conceitos Básicos

2.4.1.1 Massa Específica

Em líquidos ou em sólidos, as moléculas ficam muito próximas entre si e exercem forças entre elas, comparáveis às forças que ligam os átomos para formar as moléculas (TIPLER, 2011). Elas, em um líquido, formam ligações de curto alcance, que são continuamente quebradas e refeitas, graças à proximidade delas quando vão se encontrando. Estas ligações fazem com que o líquido permaneça neste estado, caso contrário elas facilmente vaporizariam. A razão entre a massa de um corpo e seu volume é sua massa específica.

$$\mu = \frac{m}{V} \quad (\text{Equação 1: Massa específica})$$

As unidades de medida mais utilizadas são $\text{g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$.

A tabela a seguir mostra algumas substâncias e suas respectivas massas específicas.

Tabela 1: Algumas substâncias e suas respectivas massas específicas
Fonte: Física para Cientistas e Engenheiros, 2011.

<i>Substância</i>	<i>Massa específica (g/cm³)</i>
Etanol	0,79
Água doce	1,00
Água salgada	1,03
Ferro	7,90
Gelo	0,90

Vale salientar que a massa específica de uma substância não é necessariamente igual à densidade de um corpo formado totalmente dessa substância. Elas são diferentes quando o corpo não é maciço. Se o corpo possui em seu interior espaços vazios, ele ocupa um volume bem maior do que ocuparia se fosse composto (ou seja, misturado com outros materiais ou contendo ar no seu interior). Assim, para os fluidos a massa específica terá o mesmo valor da densidade, pois, em estado de equilíbrio, nunca se tem um fluido oco.

É importante ter clareza de que a massa específica é definida para uma substância e que a densidade é definida para um corpo.

Isso justifica o fato de uma barra de ferro afundar na água, no entanto um navio feito de ferro não. A quantidade de ar acumulada dentro do navio faz com que seu volume seja muito grande, diminuindo o valor da sua densidade. Outro motivo que favorece a flutuação do navio é o fato de a água salgada ser mais densa que a água doce.

2.4.1.2 Pressão

Essa grandeza física representa a relação entre a força e a área aplicada.

Quando mergulhamos uma bexiga cheia de ar dentro de um recipiente com água, a força exercida pelo fluido sobre ele sempre será perpendicular às suas superfícies. Se **F** é o módulo da força exercida sobre a bexiga e **A** a área total da superfície, a pressão **P** do fluido sobre a bexiga é definida como a razão da força pela área, cuja unidade é o Pascal:

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{Equação 2: Pressão})$$

Para você ter uma ideia mais real de pressão, segure a tampa de sua caneta entre seu polegar e o indicador com a parte mais pontiaguda no polegar. Agora pressione suavemente seu polegar contra seu indicador. Seu polegar vai começar a doer enquanto o indicador não. A tampa da caneta exerce a mesma força em ambos os dedos, mas a pressão no seu polegar é muito maior por causa da pequena área na qual a força é aplicada.

Existem vários exemplos práticos da aplicação da pressão no cotidiano, por exemplo: a figura 9 representa o processo de amolar uma faca. Para aumentar sua pressão, sua área de contato com a carne deve ser cada vez menor; os pneus de carros *off-road* possuem grandes áreas de contato com o chão, evitando que eles atolem em terrenos arenosos.

Figura 9: Representação do processo de amolar uma faca.
Fonte: www.brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-pressao.htm



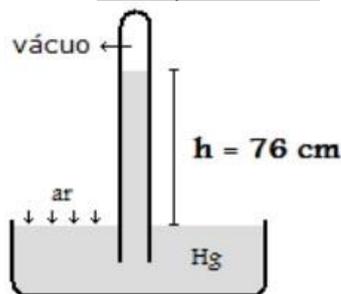
2.4.1.3 Pressão Atmosférica

Sobre a superfície da Terra existe a atmosfera terrestre que é composta por vários tipos de gases. Denomina-se pressão atmosférica a concentração da força que essa camada de ar faz sobre a superfície da Terra. Essa pressão pode mudar de acordo com a altitude numa relação inversa, ou seja, quanto maior a altitude, menor é a pressão que o ar faz. Sendo assim, no pico do monte Everest é o local onde há a menor pressão atmosférica.

Em 1643, o matemático e físico italiano Evangelista Torricelli¹ conseguiu determinar a medida da pressão atmosférica ao nível do mar. Primeiramente ele encheu um tubo de, aproximadamente um metro de comprimento, com mercúrio, e logo em seguida mergulhou-o em um recipiente também com mercúrio, como mostra a Figura 10. Em seguida, ele notou que o mercúrio descia um pouco, estabilizando-se aproximadamente a 76 cm acima da superfície.

Figura 10: Representação do experimento de Torricelli na determinação da pressão atmosférica.

Fonte: www.infoescola.com



Torricelli interpretou essa experiência dizendo que, o que mantinha a coluna de mercúrio nesta altura era a pressão atmosférica. Com essa experiência definiu-se que, ao nível do mar, 1 atm (uma atmosfera técnica métrica) é a pressão equivalente à exercida por uma coluna de 76 cm de mercúrio, onde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, portanto:

$$P_{atm} = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

¹ Físico e matemático italiano conhecido pela invenção do barômetro. Viveu entre 1608 e 1647.

2.4.2 Fluidostática

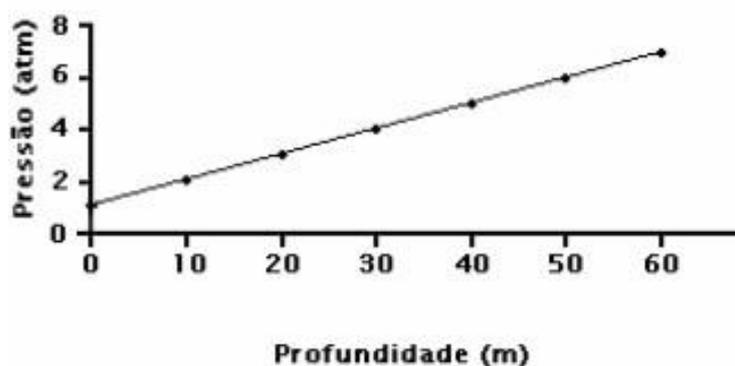
2.4.2.1 Lei de Stevin

Assim como a pressão atmosférica aumenta à medida que se aprofunda dentro da atmosfera, a pressão da água aumenta conforme se aumenta a profundidade da submersão (SERWAY; JEWETT, 2012). Todo mergulhador percebe esse aumento de pressão e que é sentido principalmente nos seus ouvidos. Para um líquido, cuja massa específica é aproximadamente constante em todo seu volume, a pressão aumenta linearmente com a profundidade. Também conhecida como *Princípio de Stevin*², calcula-se a pressão em um líquido com sua superfície livre em contato com a atmosfera da seguinte maneira:

$$\Delta p = \mu \cdot g \cdot \Delta h \quad (\text{Equação 3: Pressão hidrostática})$$

Isso significa que quanto maior a diferença de altura em um sistema hidráulico, maior será a pressão exercida sobre o líquido. Os cálculos mostram que há acréscimo de 1 atm a cada 10 m de coluna de água em um recipiente.

Gráfico 1: Aumento da pressão com a profundidade
Fonte: www.fisica.net

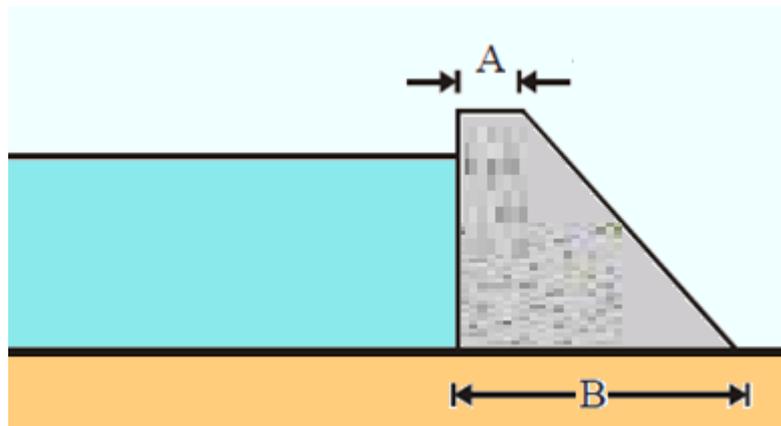


Para citar um exemplo sobre este assunto, pode-se analisar a construção de barragens de uma hidrelétrica. O engenheiro civil deve ter propriedade destes conceitos, pois ele necessitará fazer uma barragem que seja mais larga na base do que no topo, pois, como a

²Stevin foi engenheiro, físico e matemático. Viveu entre 1548 e 1620 na Bélgica

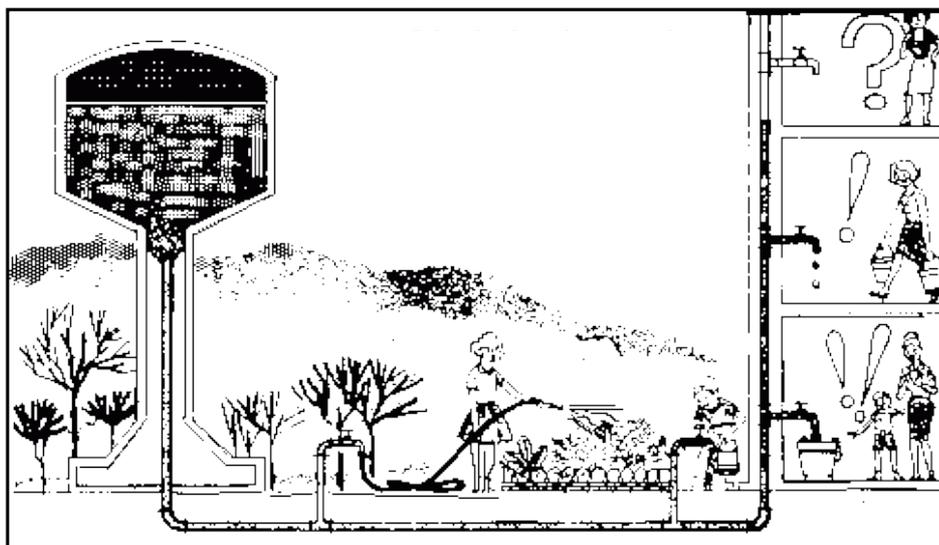
pressão aumenta com a profundidade, a pressão no fundo da represa será maior, como mostra a figura 11.

Figura 11: Esquema de uma barragem.
Fonte: www.fisicaevestibular.com.br



Em sua residência, você já deve ter percebido que o reservatório de água fica na parte mais alta; isso fará com que a água saia para todos os dispositivos hidráulicos (torneiras, chuveiros, vasos sanitários etc) sem que haja a necessidade de uma bomba hidráulica. Dentre os mais variados exemplos de utilização do Princípio, os vasos comunicantes (a ligação de dois ou mais recipientes por um conduto) são apresentados em diversos livros didáticos. É com base nesta ideia que as caixas de distribuição de água das casas e das cidades são construídas. A Figura 12 ilustra a situação descrita. A máxima altura que a água pode atingir será exatamente igual à do nível do reservatório de água utilizado.

Figura 12: Sistema hidráulico de uma residência
Fonte: www.feiradeciencias.com.br



2.4.2.2 Princípio de Pascal

Como a pressão de um fluido depende da profundidade e do valor da pressão atmosférica, qualquer aumento de pressão na superfície deve ser transmitido para todos os outros pontos do fluido (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012). Este conceito foi primeiramente reconhecido pelo cientista francês Blaise Pascal³ e é conhecido como princípio de Pascal.

“Uma mudança na pressão aplicada a um fluido é transmitida sem diminuição para todos os pontos do fluido e para as paredes do recipiente.”

Uma das aplicações mais importantes do princípio de Pascal é a prensa hidráulica. Uma força F_1 é aplicada sobre um pequeno êmbolo de área A_1 . A pressão é transmitida por um líquido incompressível para um êmbolo maior com área A_2 . Como a pressão deve ser a mesma nos dois lados, a força F_2 deve ser maior do que a força F_1 .

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (\text{Equação 4: Princípio de Pascal})$$

2.4.2.3 Empuxo

Se você tentar empurrar uma bola para baixo da água de uma piscina, verá que existe uma dificuldade na execução. Isso ocorre por causa da grande força para cima exercida pela água sobre a bola. A força exercida por um fluido sobre um corpo total ou parcialmente mergulhado nele é chamada força de empuxo. O módulo da força de empuxo sobre um corpo é sempre igual ao peso do fluido deslocado por aquele corpo. Esta afirmação é conhecida como Princípio de Arquimedes.

$$E = P_{\text{deslocado}} = \mu_{\text{líquido}} \cdot V_{\text{deslocado}} \cdot g \quad (\text{Equação 5: Empuxo})$$

Arquimedes foi um grande cientista da antiguidade. Ele foi o primeiro a calcular precisamente a proporção da circunferência de um círculo com seu diâmetro e também mostrou como calcular o volume e a área de superfície de esferas, cilindros e outras formas geométricas. Além disso, era grande inventor e uma de suas invenções foi a catapulta, além de ter criado sistemas de alavancas, roldanas e pesos para levantar cargas pesadas.

³ Pascal foi físico, matemático, filósofo moralista e teólogo francês. Viveu entre 1623 e 1662.

Especificamente sobre o empuxo, vale salientar que a força é exercida pelo fluido, ou seja, mesmo mergulhando vários objetos de diferentes formas e massas específicas em um mesmo fluido, se ambos deslocarem o mesmo volume no fluido, estarão submetidos à mesma força de empuxo. Se eles afundam ou flutuam é determinado pela relação entre empuxo e peso do objeto.

2.4.3 Fluidodinâmica

Até o momento, foram apresentados conceitos referentes aos fluidos em repouso, ou hidrostática. Agora vão ser definidos sobre conceitos importantes referentes aos fluidos em movimento.

- *Vazão*: é a quantidade de volume de um fluido que atravessa uma superfície durante um intervalo de tempo. A unidade de vazão é dada em m³/s, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades e Medidas (SI).

$$Z = \Delta V / \Delta t \quad \text{(Equação 6: Vazão dos fluidos)}$$

- *Fluxo regular*: quando cada partícula do fluido segue uma trajetória plana de modo que as trajetórias de diferentes partículas nunca se cruzam uma com a outra. Neste caso, cada partícula de fluido chega ao mesmo ponto com a mesma velocidade.

- *Fluxo turbulento*: quando as partículas do fluido têm velocidades altas, sendo irregular e caracterizado por pequenas regiões de remoinhos.

- *Viscosidade*: este termo é comumente usado na descrição de fluxo de fluido para caracterizar seu grau de atrito interno.

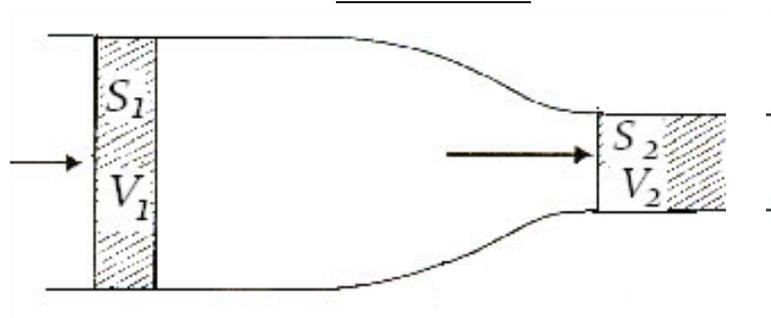
2.4.3.1 Equação da Continuidade

Como o movimento de fluidos no cotidiano é bem complexo, fazem-se algumas simplificações para facilitar a abordagem e o entendimento. Denomina-se então de *fluxo ideal de fluido* aquele que não é viscoso, que possua fluxo regular, que tenha densidade constante e que não haja rotação em nenhum ponto de sua trajetória.

Imagine que você vai regar um jardim na sua residência utilizando uma mangueira acoplada a uma torneira. Em certo momento você diminui a área de saída da água na mangueira com o dedo. Tem-se então uma situação semelhante à da Figura 13.

Figura 13: Fluido escoando em um tubo com áreas distintas

Fonte: www.ebah.com.br



O fluido que vem pela mangueira atravessa uma área S_1 com velocidade V_1 . Como você diminuiu a área para S_2 com seu dedo, a velocidade do fluxo muda para V_2 . A *Equação da Continuidade* diz que o produto da área e da velocidade do fluido em todos os pontos ao longo da mangueira é constante, logo tem-se:

$$V_1.S_1 = V_2.S_2 \quad (\text{Equação 7: Equação da continuidade dos fluidos})$$

Isso justifica o fato de a água sair com maior velocidade onde você colocou o dedo; quanto menor for a área no escoamento do líquido, maior será sua velocidade. Logo você percebe que conseguirá atingir distâncias maiores ao realizar este procedimento.

2.5 Características do Público Alvo

2.5.1 Curso Técnico Integrado em Alimentos

A educação profissional técnica tem por finalidade formar técnicos em diversas áreas que possam atuar profissionalmente no mercado de trabalho de acordo com um eixo tecnológico baseado nas habilidades técnicas desenvolvida, durante seu curso.

O curso Técnico em Alimentos do IFRN surgiu para contribuir com o desenvolvimento industrial e econômico do estado do Rio Grande do Norte. Tem como objetivo formar um profissional capaz de atuar nas diversas áreas do setor de alimentos. De acordo com o PPC do curso Técnico em Alimentos (2012, p. 9), os objetivos específicos do curso compreendem:

- contribuir para a formação crítica e ética frente às inovações tecnológicas, avaliando seu impacto no desenvolvimento e na construção da sociedade;
- estabelecer relações entre o trabalho, a ciência, a cultura e a tecnologia e suas

implicações para a educação profissional e tecnológica, além de comprometer-se com a formação humana, buscando responder as necessidades do mundo do trabalho;

- possibilitar reflexões acerca dos fundamentos científico-tecnológicos da formação técnica, relacionando teoria e prática nas diversas áreas do saber;
- formar um profissional capaz de atuar em:
 - indústrias de alimentos e bebidas;
 - entrepostos de armazenamento e beneficiamento;
 - laboratórios, institutos de pesquisa e consultoria;
 - órgãos de fiscalização sanitária e proteção ao consumidor;
 - indústria de insumos para processos e produtos.

São oferecidas oitenta vagas anuais, em períodos matutinos e vespertinos, cujo ingresso se dá por meio de processo seletivo (Exame de Seleção) público, no fim do ano que antecede o início do ano letivo, previsto para durar quatro anos, sendo exigida a conclusão do Ensino Fundamental.

2.5.2 Profissional da Área de Alimentos

O profissional concluinte no curso Técnico em Alimentos do IFRN, deve apresentar um perfil que o habilite a desempenhar atividades voltadas para as áreas de alimentos e bebidas. Das capacidades mostradas pelo profissional, o PPC do curso Técnico em alimentos (2012, p.10) destacam-se:

- ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações, estabelecendo estratégias de solução e articulando os conhecimentos das várias ciências e outros campos do saber;
- refletir sobre os fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria e prática nas diversas áreas do saber;
- utilizar adequadamente a linguagem como instrumento de comunicação e interação social necessária ao desempenho da profissão;
- cumprir normas de segurança do trabalho;
- utilizar a Informática como instrumento usual de trabalho;
- participar de equipes multiprofissionais, tendo em vista a elaboração de projetos e a instalações de pequenas e micro empresas produtoras de alimentos;
- manusear e orientar a utilização de máquinas e equipamentos de produção e conservação de alimentos;

- manusear com técnica e correção instrumentos e equipamentos de laboratórios específicos para análises de alimentos;
- executar testes, ensaios, experiências e inspeções, elaborando os respectivos relatórios técnicos;
- integrar equipes responsáveis pela implantação, execução e acompanhamento de programas de qualidade (BPF, APPCC) que visem à segurança alimentar;
- acompanhar e monitorar os aspectos ambientais da empresa;
- ter iniciativa, criatividade, autonomia, responsabilidade, saber trabalhar em equipe, exercer liderança e ter capacidade empreendedora;
- posicionar-se crítica e eticamente frente às inovações tecnológicas, avaliando seu impacto no desenvolvimento e na construção da sociedade.

2.6 *Projeto de Extensão*

Um dos objetivos dos Institutos Federais é “desenvolver atividades de extensão de acordo com os princípios e finalidades da educação profissional e tecnológica, em articulação com o mundo do trabalho e os segmentos sociais, e com ênfase na produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos” (Lei nº 11.892/2008). Ou seja, realizar projetos de extensão promove a interação com a sociedade interna e externa do Instituto, relacionando-se com ações de ensino e pesquisa.

O projeto de extensão desenvolvido pelo pesquisador tinha como título “Física voltada para irrigação de frutos e hortaliças”, e foi desenvolvido durante seis meses, nas quartas-feiras, com duração de uma hora e trinta minutos por semana. Os alunos voluntários participaram de aulas teóricas de acordo com a aprendizagem significativa de Ausubel, em que foram desafiados a resolver situações-problema, fizeram experimentos sobre hidrostática no laboratório e produziram materiais de irrigação de baixo custo, baseados nos aprendizados adquiridos durante o projeto.

De acordo com o documento Projeto Político Pedagógico do IFRN: uma construção coletiva (p.190), a extensão é definida como:

As práticas extensionistas devem, portanto, articular processos convergentes com as demais dimensões institucionais e com as demandas locais. De natureza acadêmica, a extensão constitui-se em uma ação mediadora do processo dialético entre teoria e prática. É capaz de ampliar a formação ou a qualificação profissional de estudantes e de educadores em geral. Como via de interação com a sociedade, constitui-se em um elemento de mão dupla indispensável tanto para o Instituto conhecer a realidade

sociocultural, econômica e política de seu entorno quanto para a comunidade ter acesso ao saber produzido no e pelo Instituto. Portanto, no arcabouço da extensão, a educação, a ciência e a tecnologia devem estar articuladas, de modo a agregar saber e fazer, a socializar conhecimentos, a possibilitar trocas de saberes (acadêmicos, experienciais e populares) e a contribuir, à luz de um saber fazer reflexivo e crítico, com o desenvolvimento da práxis profissional.

3 METODOLOGIA

3.1 *Local da Pesquisa e Público Alvo*

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, situado na cidade de Pau dos Ferros. Ela ocorreu durante o segundo semestre de 2015 através de um projeto de extensão no *campus* em questão.

Foram escolhidas as turmas do curso Técnico Integrado em Alimentos do IFRN, alunos com idade compreendida entre 16 e 17 anos, cuja maioria habitava regiões de até 50 quilômetros do *campus*. As turmas tinham um total de 65 alunos, no entanto apenas 37 voluntariaram-se para participar do projeto, no qual 18 permaneceram até o final.

As turmas escolhidas foram do terceiro ano, pelo fato de haver na sua grade curricular as disciplinas de Hidrostática e Tecnologia de Frutos e Hortaliças. Além disso, o pesquisador era professor dessas turmas durante o período da pesquisa, o que facilitava o levantamento de dados e a condução dela.

Os alunos voluntários participaram de um projeto de extensão em que o ensino de hidrostática ocorria de acordo com a perspectiva da aprendizagem significativa, enquanto os demais alunos recebiam o ensino tradicional.

O conteúdo de Física abordado durante a pesquisa foi a hidrostática, por fazer parte da grade curricular da turma em questão e por associar-se com Tecnologia de Frutos e Hortaliças, disciplina cursada ao longo do terceiro ano, segundo o Plano Político Curricular do curso Técnico em Alimentos do IFRN (2012).

Determinou-se que a melhor maneira de trabalhar as ideias de Ausubel seria no projeto de extensão, haja vista que tratava de uma relação entre teoria e prática, buscando solucionar um problema enfrentado pela população local. Os materiais desenvolvidos seriam expostos para a comunidade através de apresentação em eventos e oficinas, ou minicursos ofertados em eventos locais e tinham como objetivo utilizar materiais de baixo custo e que economizassem água, devido à escassez local.

Trata-se de uma abordagem qualitativa, quando se compreende que houve um estudo de caso, pois “[...] o uso dessa metodologia é mais recente dentro de uma concepção bastante restringida, ou seja, o estudo descrito de unidade que pode ser uma escola, um professor, um aluno ou uma aula” (ANDRÉ, 1998 apud MOREIRA, 2011, p. 86). Contém também aspectos de pesquisa-ação, devido ao fato de “Na pesquisa-ação, os professores são incentivados a questionar suas próprias ideias e teorias educativas, suas práticas e seus

próprios contextos como objetivos de análise crítica” (KEMMIS, 1998 apud MOREIRA, 2011, p. 91).

3.2 *Estrutura da Pesquisa*

O início da pesquisa ocorreu com a divulgação de um projeto de extensão que se realizaria no *campus*. Os alunos que tivessem interesse em participar seriam voluntários no projeto e ganhariam um certificado de participação. Dentre os 65 alunos das turmas, 37 se voluntariaram para participar do projeto.

A fase seguinte foi caracterizada pela resolução de um questionário em que os alunos participantes demonstrariam seu interesse quanto à Física e quanto suas disposições em aprendê-la. A seguir, há uma tabela com um questionário aplicado na fase inicial e na fase final do projeto. Ao responderem este questionário, os alunos participantes especificam seu nível de concordância com uma afirmação. A cada proposição da escala, o entrevistado pode responder: concordo totalmente, concordo parcialmente, indiferente, discordo parcialmente e discordo totalmente. O objetivo deste questionário é observar o nível de interesse do aluno quanto à disciplina de Física e mostrar o que ele percebe de sua turma quanto ao ensino e aos estudos na área.

O questionário sobre a relação do aluno com a Física foi aplicado antes e depois do projeto de extensão desenvolvido no *campus* do IFRN. Tinha como finalidade analisar o interesse do aluno pelo ensino de Física e observar se ele conseguia relacionar a Física com seu cotidiano e com suas práticas do curso técnico. O questionário foi constituído de 11 afirmativas no total, sendo seis referentes ao que o aluno percebia de seus colegas e cinco referentes à sua própria postura quanto a Física. Cada afirmação é respondida através de escala tipo Likert de alternativas, de acordo com McClelland (2006).

Tabela 2: Questionário aplicado no início e no fim da pesquisa

Fonte: LIMA, G. F. C. A. Aprendizagem Significativa de Física no Curso Técnico em Agroindústria. CEFET - MG (2008, p.40)

	<i>PROPOSIÇÃO</i>	<i>CT</i>	<i>CP</i>	<i>I</i>	<i>DP</i>	<i>DT</i>
1	<i>Os alunos valorizam o estudo da disciplina Física como importante contribuição no processo de sua formação.</i>					
2	<i>Existe uma relação do estudo de Física na escola com atividades da sua vida cotidiana .</i>					
3	<i>É importante ter disposição para aprender Física.</i>					
4	<i>Existe uma relação do estudo de Física na escola com atividades do ensino profissionalizante.</i>					
5	<i>Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico têm hábito de estudar Física com frequência.</i>					
6	<i>Os alunos do curso Técnico têm prazer de estudar Física.</i>					
7	<i>Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico consideram aulas de Física agradáveis.</i>					
8	<i>Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico gostam de assistir às aulas de Física.</i>					
9	<i>Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico sentem-se motivados e interessados quanto ao estudo da disciplina Física.</i>					
10	<i>Diversas atividades práticas existentes no cotidiano do curso Técnico que você cursa mostram preocupação pelo aprendizado da Física.</i>					
11	<i>Tenho disposição para aprender Física.</i>					

A segunda parte da pesquisa ocorreu com a determinação do conhecimento prévio dos alunos participantes a respeito da hidrostática. Várias atividades foram realizadas para que o pesquisador determinasse qual grau de conhecimento os alunos possuíam sobre o assunto,

tais como a resolução de situações-problema, discussão em grupo e análises de experimentos. Todos os encontros foram realizados no laboratório de Física por entender-se que este ambiente possuía diversos materiais potencialmente significativos para a aprendizagem.

Ao longo da pesquisa, o professor realizou alguns experimentos no laboratório, tanto com materiais sofisticados como de baixo custo, com o intuito de elevar os subsunçores da estrutura cognitiva dos alunos em níveis mais concretos e complexos, ou seja, de conhecimentos prévios sobre densidade e pressão à pressão hidrostática, vazão e equação de continuidade.

A terceira fase da pesquisa foi caracterizada com a aplicação dos conceitos físicos aprendidos, através da Aprendizagem Significativa de D. Ausubel, na irrigação de frutos e hortaliças do *campus*, através da construção de materiais de baixo custo. Os alunos produziram métodos de irrigação por gotejamento e microaspersão sem o auxílio de um técnico na área, ou seja, apenas com os conhecimentos adquiridos e evoluídos durante a aplicação do projeto e baseado no ensino de hidrostática, e seriam capazes de aplicar, de forma prática, revelando que a aprendizagem ocorreu de forma significativa.

A última fase da pesquisa ocorreu com a divulgação dos resultados dos alunos e do professor pesquisador em eventos nacionais e regionais através de apresentação de painéis, apresentações orais e oficinas ministradas sobre irrigação de baixo custo ofertada à comunidade local.

3.3 *Métodos de Coleta de Dados*

A pesquisa foi desenvolvida durante um projeto de extensão **Ensino de Física voltada para Irrigação de Frutos e Hortaliças** no *campus* do IFRN em Pau dos Ferros. O objetivo era convidar alunos que participassem, voluntariamente, de encontros em que haveria ensino de hidrostática voltada para irrigação de frutos e hortaliças. Tais encontros aconteciam todas as quartas-feiras no total de uma hora e trinta minutos por semana, e no laboratório de Física. Foram realizadas discussões em grupos, análises de situações-problema e experimentos relacionados ao tema, além de produção de materiais de irrigação de baixo custo.

3.4 *Instrumentos de Coleta de Dados*

Inicialmente fez-se um levantamento a respeito dos interesses dos alunos através do questionário mostrado na Tabela 2. Seis afirmativas eram referentes ao que eles percebiam dos demais colegas e cinco referentes à sua própria postura diante da Física. O mesmo questionário foi realizado antes da pesquisa e ao término dela, sendo este o primeiro levantamento de dados. O comparativo das respostas mostra se o nível de interesse dos alunos aumentou, diminuiu ou se manteve constante.

De acordo com McClelland (2006), um bom questionário deve incluir em suas características o seguinte:

- Importância: os respondentes devem perceber isso;
- Necessidade: não haver outro método para a coleta de dados;
- Brevidade: muitos poucos itens podem implicar falta de fidedignidade, mas, se prolixo, os respondentes ficam chateados;
- Sem ambiguidade: se houver ambiguidade, os respondentes perceberão;
- Analisável: deve considerar a análise na hora de preparar;
- Validade da resposta: o respondente deve achar possível dar a sua própria resposta;
- Universo único: os itens devem tratar do mesmo assunto, pelo menos por meio de partes conhecidas do instrumento.

O segundo instrumento foi a entrevista. Dentre diversas vantagens que ela possui, “a grande vantagem da entrevista sobre outras técnicas é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais diversos tópicos” (LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p. 39). Todos os alunos que concluíram o projeto de extensão foram convidados a expressar suas opiniões a respeito dele, da metodologia desenvolvida durante a pesquisa a comentar sobre o aprendizado que o projeto lhes trouxera.

Ribeiro (2008, p.141) trata a entrevista como:

A técnica mais pertinente quando o pesquisador quer obter informações a respeito do seu objeto, que permitam conhecer sobre atitudes, sentimentos e valores subjacentes ao comportamento, o que significa que se pode ir além das descrições

das ações, incorporando novas fontes para a interpretação dos resultados pelos próprios entrevistadores.

O terceiro instrumento foi a produção de materiais de irrigação a partir dos conhecimentos aprendidos de hidrostática. A capacidade de pesquisar, testar e construir materiais é uma ferramenta importante na análise dos resultados e na forma com que se observam seus aprendizados. Suas aplicações em situações corriqueiras determinam que o aprendizado foi realmente significativo, trazendo, assim, mudanças na rotina dos alunos. Para Frota-Pessoa:

“devemos dar aos estudantes ocasião de aplicar amplamente suas capacidades. No campo das ciências, isto significa principalmente que os alunos devem pensar por si mesmos, discutir os problemas e tratar de resolvê-los com uma abordagem científica, executando, com espírito criador, as inquirições e experimentos que planejam. Se, ao contrário, os obrigamos a escutar passivamente nossas dissertações, dificultamos o livre desenvolvimento de suas capacidades” (1970, p. 39-40).

Este método baseia-se na estratégia de Projetos Didáticos, tendo algumas funções importantes na facilitação da construção do conhecimento dos alunos, explicitadas por Espíndola e Moreira (2006, p.15) como:

- organizar as atividades didáticas, tendo como princípio incluir, de forma incisiva, o aluno no processo de aprendizagem; com este método diferenciado ele é um elemento-chave neste processo;
- auxiliar na criação de diferentes estratégias de organização dos conhecimentos escolares na estrutura cognitiva do aluno, no tratamento da informação e na relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas;
- oportunizar ao aluno maior inter-relação entre os conteúdos escolares e as situações-problema do cotidiano;
- tornar o aluno um sujeito atuante no seu processo de aprendizagem e não mais um mero espectador, aquele indivíduo que recebe as informações de alguém ou algo.

O quarto instrumento foi a observação dos alunos durante as aulas. Lüdke e André (2013, p. 34) afirmam que “O observador como participante é um papel em que a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início”. Seus comportamentos, interesses e atitudes foram analisados pelo pesquisador com o intuito de perceber se as aulas de física tornaram-se atraentes ou se suas atitudes quanto à física estavam se tornando intensas e valorizadas.

3.5 *Aprendizagem Significativa e o Ensino de Hidrostática*

Esta pesquisa foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, psicólogo da educação norte-americana nos anos de 1968.

Sua concepção se opunha às ideias behavioristas, predominante em sua época, e que desconsiderava os conhecimentos prévios dos alunos, em que a aprendizagem ocorria, apenas, se fossem transmitidos por alguém.

Ausubel define subsunçor aquele conceito relevante na estrutura cognitiva do aluno. Como exemplo cita-se uma aula de hidrostática, em que o professor ao explicar sobre pressão hidrostática, ele averigua se o aluno possui subsunçores relacionados à densidade e pressão, a mente do indivíduo consegue fazer uma organização hierárquica conceitual, relacionando conhecimentos específicos a conceitos mais gerais como pressão hidrostática, vazão e equação de continuidade.

Os organizadores prévios devem identificar o conteúdo relevante, explicitar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem, dar uma visão geral do material em maior nível de abstração e prover contextos ideais que possam ser usados para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Apesar das dificuldades encontradas para determinar se um material é ou não um organizar prévio, nesta pesquisa utilizaram-se diversos experimentos de hidrostática no laboratório de física como materiais de introdução ao conteúdo.

Os sujeitos desta pesquisa já possuíam o hábito de usar o laboratório, logo foram feitas algumas experiências sobre densidades dos sólidos e dos líquidos, em que os alunos foram capazes de perceber a relevância da massa e do volume no conceito de densidade. Após os experimentos, debates foram feitos em grupos com o intuito de responder alguns questionamentos referentes ao experimento, sendo, finalmente, sistematizados com a conclusão dos conteúdos.

Nesta pesquisa, um desafio foi lançado para o grupo de alunos com o intuito de testar se houve ou não aprendizagem significativa. A partir dos conceitos estudados e aprendidos sobre hidrostática, os alunos, divididos em dois grandes grupos, deveriam elaborar um sistema de irrigação de hortaliças de forma não pressurizada. Diante do desafio inusitado e não familiar, os grupos obtiveram sucesso nas suas elaborações, contendo muita similaridade em seus projetos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da pesquisa foram obtidos de formas distintas. Primeiro fez-se um questionário sobre a intenção dos alunos quanto à disciplina de Física e repetiu-se ao final da pesquisa. Em seguida, houve uma entrevista para analisar as respostas dos participantes sobre o projeto de extensão e sobre o ensino de Física ministrados ao longo do projeto. Finalmente, analisaram-se os materiais produzidos pelos alunos durante as aulas práticas no laboratório de Física.

4.1 *Questionário*

Para uma análise criteriosa dos resultados, realizou-se uma abordagem quantitativa para estabelecer relações estatísticas entre as afirmações analisadas e uma abordagem qualitativa para buscar uma compreensão particular específica das questões fechadas e abertas que constituem o questionário. O mesmo questionário foi aplicado em junho de 2015 com 37 participantes e, em novembro de 2015, com 18 participantes devidos alguns problemas enfrentados durante a pesquisa, tais como: horário do projeto, distância até a instituição e falta de transporte.

Quanto à concordância ou discordância de cada afirmação, verificou-se a obtenção da média ponderada da pontuação atribuída às respostas, em que os valores próximos a 1 são concordantes e próximo a 5 são discordantes.

A seguir, as tabelas da análise quantitativa antes e depois da aplicação da pesquisa:

Tabela 3: Resultados do Questionário no início da pesquisa.

RESULTADO DO 1º QUESTIONÁRIO - JUNHO 2015							
ITENS	FREQUÊNCIA					MÉDIA	T ALUNOS
	1	2	3	4	5		
1. Os alunos valorizam o estudo da disciplina Física como importante contribuição no processo de sua formação.	16	19	2	0	0	1,62	37
2. Existe uma relação do estudo de Física na escola com atividades da sua vida cotidiana.	29	7	1	0	0	1,24	
3. É importante ter disposição para aprender Física	29	7	1	0	0	1,24	
4. Existe uma relação do estudo de Física na escola com atividades do ensino profissionalizante.	14	20	2	0	1	1,76	
5. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico têm hábito de estudar Física com frequência.	2	18	10	7	0	2,59	37
6. Os alunos do curso Técnico têm prazer de estudar Física.	5	16	10	6	0	2,46	
7. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico consideram aulas de Física agradáveis.	23	12	2	0	0	1,43	
8. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico gostam de assistir às aulas de Física.	19	16	2	0	0	1,54	

9. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico sentem-se motivados e interessados quanto ao estudo da disciplina.	19	13	5	3	0	1,95	
10. Diversas atividades práticas existentes no cotidiano do curso Técnico que você cursa mostram preocupação pelo aprendizado da Física.	10	13	10	4	0	2,22	37
11. Tenho disposição para aprender Física.	26	9	2	0	0	1,35	

Tabela 4: Resultados do Questionário no final da pesquisa

RESULTADO DO 1º QUESTIONÁRIO - NOVEMBRO DE 2016							
ITENS	FREQUÊNCIA					MÉDIA	T ALUNOS
	1	2	3	4	5		
1. Os alunos valorizam o estudo da disciplina Física como importante contribuição no processo de sua formação.	15	2	1	0	0	1,22	18
2. Existe uma relação do estudo de Física na escola com atividades da sua vida cotidiana.	16	1	0	1	0	1,22	
3. É importante ter disposição para aprender Física	18	0	0	0	0	1,00	
4. Existe uma relação do estudo de Física na escola com atividades do ensino profissionalizante.	15	3	0	0	0	1,17	18
5. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico têm hábito de estudar Física com frequência.	2	9	5	2	0	2,39	
6. Os alunos do curso Técnico têm prazer de estudar Física.	2	7	8	1	0	2,44	
7. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico consideram aulas de Física agradáveis.	14	3	0	1	0	1,33	
8. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico gostam de assistir às aulas de Física.	10	6	2	0	0	1,56	
9. Os alunos que cursam com você o mesmo curso Técnico sentem-se motivados e interessados quanto ao estudo da disciplina.	9	8	1	0	0	1,56	18
10. Diversas atividades práticas existentes no cotidiano do curso Técnico que você cursa mostram preocupação pelo aprendizado da Física.	9	9	0	0	0	1,50	
11. Tenho disposição para aprender Física.	8	9	1	0	0	1,61	

4.1.1 Interpretação do Questionário

Através dos resultados quantitativos dos questionários, foi possível perceber um aumento de concordância em todos os itens, exceto no 11. Nota-se então que os alunos valorizam o estudo da Física, percebem que existia relação entre a Física e seus cotidianos e concordam que a Física é importante para seus processos de formação. No item 10, observou-se a maior melhora na pontuação, mostrando que há relação e preocupação entre o aprendizado da Física com as práticas do curso técnico. No item 3, houve total concordância, ressaltando que é importante ter disposição para aprender Física, condizendo com os aspectos da Aprendizagem Significativa.

No item 11, houve uma caída na pontuação, mas não prejudica a pesquisa, haja vista que está dentro da média prevista.

4.2 Entrevista

As entrevistas foram realizadas ao final do projeto de extensão, em que os 18 alunos restantes da pesquisa ficaram livre para responder três perguntas:

1. O que você achou do projeto de extensão *Física para irrigação de baixo custo*?
2. O que você aprendeu de Física durante o projeto?
3. Qual a relação da Física com o seu curso técnico?

Os alunos do curso técnico de Alimentos ficaram livres para responder as perguntas. Todos que responderam, utilizaram do aplicativo *WhatsApp* nos celulares e gravaram áudios ou enviaram mensagens escritas. Do total de alunos, 15 responderam as perguntas. Dividiu-se a entrevista em três etapas apenas para organizar a coleta de informações. Seguem, a seguir, as respostas coletadas por esses alunos. É importante esclarecer que o aluno 1 é o mesmo em todas as respostas e assim respectivamente.

4.2.1 1ª Etapa da Entrevista

1. O que você achou do projeto de extensão *Física para irrigação de baixo custo*?

Aluno 1: “Gostei muito de ter participado do projeto de Física e achei bastante interessante. Principalmente por me proporcionando novos aprendizados me mostrando como a Física está inserida em nosso dia-a-dia, muito mais além do que aquilo que eu tinha em mente. Isso foi superimportante pra mim, pois me fez gostar mais da disciplina, me fez aprofundar a minha busca por novos conhecimentos nas diversas áreas em que a Física aborda.”

Aluno 2: “Gostei do projeto, pois com coisas cotidianas, entendemos o assunto facilmente, também se mostrando bem útil no nosso cotidiano.”

Aluno 3: “Eu gostei bastante do projeto, achei muito útil, inclusive me ajudou a entender alguns conceitos da Física que eu não conhecia e me estimulou a gostar um pouco mais da matéria, que antes não fazia muito meu estilo.”

Aluno 4: “O curso de Física foi muito importante e útil devido ao seu uso no dia a dia e também foi um curso muito interessante.”

- Aluno 5:** “Participei ativamente de todas as atividades do projeto, desde as aulas teóricas até as aulas de construção dos materiais de irrigação. Achei muito interessante o projeto desenvolvido pelo professor orientador, pois esse projeto ajudará centros comunitários e pessoas que trabalham com hortas a fazerem e criarem suas hortas utilizando materiais reciclados e que custam pouco dinheiro.”
- Aluno 6:** “Achei o projeto desenvolvido bastante interessante, o mesmo sob uma visão de empreendedor rural, é muito importante, preciso e prático, com relação ao baixo custo e com a escassez de água. O projeto ajudaria bastante aqueles produtores que estão começando agora, por exemplo.”
- Aluno 7:** “Eu gostei de imediato, eu achei só interessante que aprender como era e tal. Mas eu gostei bastante, eu só pude ir poucas vezes, mas o tanto que eu fui deu pra eu gostar.”
- Aluno 8:** “O projeto de extensão de Física, o sistema de irrigação, é muito importante tanto para nós, alunos, como para produtores rurais. É importante para nós tanto na área da conscientização sobre a escassez de água quanto pela área do conhecimento, já que aprendemos vários conceitos da Física durante o projeto. Para produtores rurais é importante, pois ele é um projeto de extrema utilidade nos dias atuais e que faz uso de materiais que são de fácil aquisição e que também não têm um grande gasto de água, já que a mesma será vazada constantemente em poucas quantidades.”
- Aluno 9:** “Achei o projeto interessante que, de maneira sustentável, conseguiu passar aos alunos envolvidos a importância da Física para o ramo da irrigação.”
- Aluno 10:** “O projeto foi muito bom e importante, trouxe várias informações de uma área que não é muito trabalhada nas disciplinas técnicas, a irrigação de frutos e hortaliças.”

Aluno 11: “O projeto foi interessante e proveitoso, pois, além de aprender Física Teórica, pudemos colocá-la em prática usando para lidarmos com um problema local, que é a escassez de água.”

Aluno 12: “O que achei do curso, bom achei ele ótimo, aprendemos hidrostática, pressão e vazão e eu acho que a gente aprendeu também, a utilização da irrigação nos alimentos.”

Aluno 13: “O projeto de física foi muito importante e interessante, pois aprendemos a fazer um método adequado de irrigação e que pudéssemos economizar água.”

Aluno 14: “O projeto de extensão de Física foi muito proveitoso a partir dele conseguimos aprender maneiras de produzir conhecimento científico no campo da agricultura, aplicando a Física para melhorar as atividades comuns do dia a dia.”

Aluno 15: “O projeto de extensão nos ensinou uma variedade de conceitos e aplicações da área que pode nos auxiliar no cotidiano e facilitando nossas vidas.”

4.2.2 Interpretação dos resultados: 1ª Etapa da Entrevista.

Foi possível perceber que alguns alunos obtiveram novos aprendizados, tendo assim mais interesse pela disciplina. Estes novos conhecimentos foram adquiridos através da metodologia da Aprendizagem Significativa aplicada pelo pesquisador durante o projeto.

Observou-se também que eles perceberam que a Física está inserida no cotidiano das pessoas, podendo, inclusive, ajudá-las nas suas atividades profissionais diárias. Esta parte mostra a ocorrência da Aprendizagem Significativa, em que a disciplina de Física não fica apenas na parte da teoria, mas sim trazendo valores e resultados práticos para a vida das pessoas da comunidade local.

Percebe-se também que alguns alunos comentam sobre a importância do projeto ter sido feito com materiais de baixo custo, sendo viável a aplicação para a comunidade de agricultores, bem como a viabilidade da economia de água para a região que sofre de

escassez.

4.2.3 2ª Etapa da Entrevista

2. O que você aprendeu de Física durante o projeto?

Aluno 1: “Aprendi no projeto de Física um método de irrigação utilizando baixo investimento e aplicando conceitos da Física como a hidrostática, pressão e a gravidade.”

Aluno 2: “Como a gravidade atua no nosso cotidiano, a influência das massas, altura, peso são importantes para o entendimento e criação do projeto.”

Aluno 3: “Bom, aprendi que a Física é muito mais aplicável no dia a dia do que eu posso imaginar e eu aprendi, também, conceitos que eu não conhecia, que eu não tinha estudado, já que era meu primeiro contato com a disciplina, e que esses conceitos irão servir tanto pro próximo ano letivo como já foram úteis para as provas e avaliações que eu já fiz, e também aprendi a observar mais as coisas ao meu redor e a relacionar com a Física e com a sua importância. Aprendi que muita coisa que a gente tem depende da física.”

Aluno 4: “Dentro desse projeto de extensão eu estudei vários conceitos da Física, entre eles a hidrostática, pressão e a densidade, todos eles dando um foco maior na economia de água, devido à crise hídrica que enfrentamos na nossa região atualmente.”

Aluno 5: “Aprendi vários conteúdos de Física durante o projeto, como densidade de fluidos, pressão, pressão atmosférica, teorema de Pascal e teorema de Stevin, ou seja, todo conteúdo de hidrostática.”

Aluno 6: “Aprendi e vi de perto a prática de forças de um fluido líquido, a pressão que é exercida em certos pontos de equilíbrio, a densidade, podemos dizer que foi a hidrostática em geral.”

- Aluno 7:** “O que aprendi de Física durante o projeto, que eu lembro teve pressão, vazão também e hidrostática também.”
- Aluno 8:** “Durante o projeto nós aprendemos conceitos como hidrostática, pressão, vazão e levávamos, geralmente, dúvidas sobre as próprias aulas e aprendíamos conceitos de densidade entre outros.”
- Aluno 9:** “Aprendi a influência da gravidade, da pressão atmosférica, da altura e do peso no nosso cotidiano. Dessa maneira racionalizando o uso da água, uma vez que se faz ausente na nossa região.”
- Aluno 10:** “Mediante ao tema do projeto, aprendi principalmente sobre relações físicas voltadas à água, como hidrostática, vazão e pressão.”
- Aluno 11:** “Em relação à Física, aprendi conceitos úteis com pressão, densidade e vazão.”
- Aluno 12:** “... aprendemos hidrostática, pressão e vazão ...”
- Aluno 13:** “Aprendi conceitos de mecânica, além de pressão hidrostática.”
- Aluno 14:** “Aprendizados foram importantes. Com destaque para aplicação de alguns conhecimentos visto em sala de aula na prática, como a mecânica e pressão que foram necessários para desenvolvimento do projeto de irrigação.”
- Aluno 15:** “Na sala de aula, vimos conceitos de pressão que na hora de desenvolver o protótipo do projeto de irrigação foi de suma importância para obtermos sucesso.”

4.2.4 Interpretação dos resultados: 2ª Etapa da Entrevista.

Nesta etapa da entrevista, buscou-se saber o que os alunos julgavam ter aprendido de Física durante o projeto. Detectou-se que a maioria dos alunos explicou, de forma correta,

a sequência dos conceitos aprendidos e suas aplicações, mostrando a evolução dos subsunçores.

No entanto, alguns alunos não souberam citar os conteúdos estudados durante o projeto e outros não citaram de forma correta a sequência de aprendizagem, associando, por exemplo, hidrostática e pressão no mesmo grupo, não sabendo distinguir as hierarquias cognitivas. Nestes casos, não se evidencia a Aprendizagem Significativa.

4.2.5 3ª Etapa da Entrevista

3. Qual a relação da Física com o seu curso técnico?

Aluno 1: “A relação que a Física tem com meu curso se detem principalmente com a determinação de calorías, com funcionamento de máquinas utilizada na produção de alimentos e a própria irrigação, já que no nosso projeto era a principal meta né.”

Aluno 2: “A relação que a Física tem com meu curso está associado ao balanceamento, desenvolvimento de produtos, identificar o total de calorías e na irrigação.”

Aluno 3: “No caso do projeto de Física em si, ele foi uma ferramenta muito importante pra o nosso projeto integrador, no caso da horta, e na vida prática do curso é importante pra determinação de calorías, desenvolvimento e estudo de novos produtos, balanceamento de energia, quantidade de movimento de matéria e operações industriais em geral, que a gente vê mais no contato com o TCC, principalmente pras pessoas que vão desenvolver um novo produto.”

Aluno 4: “O estudo da Física pode ser usado também na área de alimentos, por exemplo, com a termodinâmica e a pressão; a termodinâmica sendo aplicada diretamente ao alimento ou eles dois sendo usados indiretamente pra manipular o local de armazenamento onde o alimento vai estar. De qualquer forma, tendo o objetivo final de garantir o alimento com uma qualidade maior ao consumidor.”

- Aluno 5:** “A relação da Física com o curso de Alimentos está no entendimento da quantidade de água utilizada na irrigação das frutas e hortaliças e na construção dos materiais para irrigação.”
- Aluno 6:** “A Física com relação ao meu curso faz-se presente nos quesitos de estrutura dos equipamentos, a termogênese, a dinâmica dos processos industriais, bem como também o desenvolvimento de sistemas né, como temos de exemplo o de irrigação para frutos e hortaliças.”
- Aluno 7:** “A relação da Física com meu curso, acho que a irrigação dos alimentos com a quantidade de água, pra irrigar tipo determinado de alimento, uns com mais água, outros com menos e tal.”
- Aluno 8:** “A Física pode se relacionar com a área de alimentos tanto de maneira indireta ou direta. Levando para a área técnica, ela pode ser utilizada na elaboração de projetos, na realização de cálculos para aquisição de resultados e também pode ser levada para produção de alimentos, já que o próprio projeto de irrigação é utilizado na irrigação de alimentos.”
- Aluno 9:** “A Física é importante no curso de Alimentos na determinação de calorias e no funcionamento das máquinas para a produção de alimentos.”
- Aluno 10:** “Pôde-se perceber com o projeto que a Física é uma área que está diretamente relacionada à irrigação das plantas, algo de fundamental importância para o desenvolvimento de hortaliças e frutos, tema de estudo do curso de alimentos.”
- Aluno 11:** “A Física está muito presente em meu curso a temperatura, por exemplo, é muito importante, pois é utilizada desde a indústria, nos tratamentos térmicos, até o preparo dos alimentos na casa do consumidor. A pressão é também muito utilizada na eliminação de micro-organismos. Creio que a maioria dos conceitos podem ser usados de alguma forma.”
- Aluno 12:** “... a utilização da irrigação nos alimentos.”

Aluno 13: “No curso de Alimentos utilizamos principalmente a termodinâmica que estuda a temperatura, pressão e volume.”

Aluno 14: “A partir desse projeto percebi que a Física é ligada diretamente com o curso de alimentos, mostrando que, através dele, podemos fazer economia e mais na frente conseguirmos atender no comércio com um produto mais barato, por consequência dessa economia feita com auxílio da Física e dessa forma sair na frente dos concorrentes. Tendo em vista que, na nossa região a água é muito escassa e o pouco que temos se torna um bem precioso e que deve ser o máximo economizado. Portanto, a partir do projeto, conseguimos manter nosso plantio com pouca água e obtivemos esse sucesso através da Física e do nosso professor que não mediu esforços para o desenvolvimento do projeto.”

Aluno 15: “A Física e o curso de Alimentos é uma união que só tem a somar qualidades à área; através dela buscamos melhorar em diversos aspectos, como na produção de alimentos, no qual buscamos encontrar formas de irrigação de baixo custo para que pudéssemos desenvolver uma plantação.”

4.2.6 Interpretação dos resultados: 3ª Etapa da Entrevista.

Após a análise das entrevistas, pode-se perceber que todos entendem a importância da Física com suas atividades corriqueiras do curso técnico de Alimentos. Observa-se que, além de relacionarem a hidrostática, tema desta pesquisa, eles também conseguem relacionar outras áreas como a de termologia. É perceptível que uma metodologia diferenciada faz com que haja maior interesse e participação dos alunos, fazendo com que a Física perca a aparência de disciplina puramente teórica e ganhe uma nova perspectiva de pesquisa.

4.3 Produção dos Materiais

Uma das propostas desenvolvidas no projeto era de produzir materiais de irrigação de baixo custo e que trouxesse economia de água. Esta foi a última etapa da

pesquisa. Primeiro foi realizado levantamento do conhecimento prévio sobre conceitos de hidrostática, em seguida trabalhou-se os conteúdos de densidade, pressão, pressão atmosférica, pressão hidrostática e vazão, de acordo com as ideias de Ausubel, e, finalmente, houve a produção de materiais a partir das teorias aprendidas em sala.

A produção de materiais de irrigação a partir dos conhecimentos desenvolvidos em sala de aula e no laboratório evidencia a aprendizagem significativa, uma vez que os alunos foram desafiados a uma prática fora das suas realidades enquanto alunos e longe do contexto dos livros. Mostra-se então que houve significados concretos naquilo que eles aprenderam ao longo do projeto.

No apêndice, há as descrições dos materiais que foram desenvolvidos durante o projeto e dos materiais utilizados.

4.4 *Produto Final*

A partir das atividades desenvolvidas no projeto e dos materiais pesquisados e criados pelos alunos, um livreto intitulado *Física para Irrigação* foi desenvolvido como produto final desta pesquisa. Ele tem o intuito de ser utilizado nas turmas de nível médio técnico, no âmbito federal, em que haja a necessidade de ensinar a Física Hidrostática para aplicação na irrigação. Cursos como Agropecuária, Alimentos e afins podem se utilizar deste recurso para auxiliar suas disciplinas de cultivo de frutos e hortaliças, tendo como base a aplicação da Física na sua fundamentação teórica.

É um manual de orientação acadêmica para professores e alunos, tratando desde conceitos básicos de hidrostática até orientações iniciais dos métodos de irrigação. Todos os materiais desenvolvidos durante a pesquisa estão descritos no livreto com as devidas fundamentações teóricas.

4.5 *Outros Resultados*

Ao final do projeto de irrigação, dois representantes da turma escreveram um artigo para participação de eventos científicos no estado e país. Participaram da 5ª Exposição Tecnológica e Científica (Expotec) do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), na cidade de Pau dos Ferros e foram premiados com a 3ª colocação com o trabalho “Desenvolvimento de materiais de baixo custo para irrigação no *campus* do IFRN – Pau dos Ferros”. Com o mesmo trabalho foram aprovados para participar da 68ª Reunião Anual da

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Todos os certificados dos trabalhos apresentados em eventos estaduais e nacionais estão na parte de anexos.

Estes resultados mostram a relevância do trabalho desenvolvido com os alunos, pois a participação voluntária fez que com eles percebessem a importância que o ensino da Física tem para seus crescimentos enquanto estudantes, pesquisadores e cidadãos.

Além disso, este trabalho foi apresentado de forma oral no XXXIII Encontro de Físicos Norte e Nordeste (EFNNE) e no I Encontro Interpolos do MNPEF no Ceará. Oficinas foram ofertadas na Expotec de Macaú – RN, na Expotec de Pau dos Ferros – RN e na 2ª Onda da Física em Acaráu – CE.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa observou a mudança de hábito dos alunos do curso técnico integrado em Alimentos no que se refere ao ensino/aprendizagem da disciplina de Física. Usou-se uma abordagem teórica de Aprendizagem Significativa no lugar do método tradicional de ensino, mais conhecido como behaviorista.

Pode-se afirmar que houve evidência de aprendizagem significativa em diversos casos. Observou-se, por exemplo, que todos os alunos acreditavam que era fundamental ter predisposição para aprender Física. Percebeu-se que muitos alunos elevaram seus subsunçores ao final da pesquisa e que foram comprovados nas entrevistas. No entanto, não foi possível perceber aprendizagem significativa em alguns alunos que não conseguiram responder de forma coerente o que haviam aprendido de Física ao longo do projeto.

Durante a terceira etapa do projeto, foi notório o engajamento de todos os alunos na construção dos materiais de irrigação de baixo custo. Esta foi uma alternativa para que fosse possível perceber se o ensino de hidrostática faria relevância em uma situação cotidiana e cujo resultado foi positivo, pois todos se engajaram na construção dos sistemas propostos.

Várias dificuldades foram enfrentadas ao logo do projeto, como a desistência de alguns alunos devido à falta de transporte para a instituição. O horário do projeto era durante a noite e não era atribuída nenhuma nota extra, ou sequer havia auxílio financeiro o que trouxe ainda mais desistências. Porém, os 18 alunos que concluíram o projeto foram os responsáveis para que se tivessem os resultados desta pesquisa.

Ficou claro que utilizar uma metodologia alternativa como o de Aprendizagem Significativa requer tempo e muito trabalho. É necessário acompanhamento individual, maneiras de perceber diversos subsunçores na estrutura cognitiva dos alunos, estratégias para elaborar materiais potencialmente significativos, tempo para planejamento, leituras e releituras de textos e estudar maneiras de aplicar, de forma prática, aquele conteúdo aprendido. Devido a estas dificuldades é que esta metodologia se torna inviável para a rotina de muitos professores dos setores públicos ou privados. Não há garantias que a aprendizagem significativa seja evidenciada em todos os alunos.

É uma excelente estratégia quando aplicada de maneira extracurricular, como em projetos de extensão ou projetos integradores, mas que trará muitas dificuldades, se aplicada numa sala de aula normal, com carga horária limitada, turmas numerosas e heterogêneas e com a exigência de concluir os conteúdos dentro dos prazos estabelecidos pelas escolas.

Mesmo com tamanha dificuldade, não se pode mais continuar com uma metodologia ultrapassada; é preciso repensar novas estratégias, novas metodologias e perspectivas para o ensino de Física no país. Quando se pensa em ensinar Física para o cotidiano, a aprendizagem significativa trás um norte para os professores, além de estar devidamente embasada nos PCN. As aplicações práticas da Física mostram que as ideias de Ausubel são válidas e coerentes com o novo ensino que se pretende buscar, contudo necessita-se repensar os currículos escolares e a carga horária das disciplinas.

Esta pesquisa atingiu parcialmente seus objetivos. Houve, de fato, mudanças nos hábitos dos alunos quanto ao ensino de física mesmo que alguns não tenham aprendido aquilo que se propôs, por fim, conseguiu-se aplicar, de forma prática, aquilo que se trabalhou durante o projeto. Espera-se que novas pesquisas surjam a partir desta e que este trabalho sirva de base para orientar outros pesquisadores na busca por metodologias mais interessantes e relevantes para os alunos de ensino médio.

Resultados provenientes deste estudo foram apresentado no 33^o Encontro de Física Norte e Nordeste (EFNNE) no ano de 2015, em Natal - RN. Dois alunos foram escolhidos aleatoriamente para produzir artigos do trabalho desenvolvido durante a pesquisa e foram premiados na 5^a Exposição Tecnológica e Científica (Expotec) do IFRN no ano de 2016 em Pau dos Ferros - RN. Este trabalho também foi apresentado pelos alunos na 68^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), no ano de 2016, em Porto Seguro - BA. Além disso, este trabalho foi apresentado de forma oral no XXXIII Encontro de Físicos Norte e Nordeste (EFNNE) e no I Encontro interpolos do MNPEF no Ceará. Oficinas foram ofertadas na Expotec de Macaú – RN, na Expotec de Pau dos Ferros – RN e na 2^a Onda da Física em Acaráu – CE.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AURÉLIO, O **minidicionário da língua portuguesa**. 4^a edição revista e ampliada do minidicionário Aurélio. 7^a impressão – Rio de Janeiro, 2002.

BARBOSA, A. S. M. “**Análise do ensino de Física no ensino médio: um estudo de caso**”. 2014. 172f. Dissertação (Mestrado) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, CENTRO DE CIÊNCIAS. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, Fortaleza – CE.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. **Diário oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, Ano CXLV, n. 253, 30 dez. 2008e. Seção 1. p. 1-3. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm>. Acesso em: 12/03/2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. “**Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**”. Brasília: MEC, 2002.

CARNEIRO, N. L. “**A prática docente nas escolas públicas, considerando o uso do laboratório didático de física**”. Monografia apresentada ao Curso Acadêmico de Licenciatura Plena de Física do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará. Ceará, 2007.

COSTA, A. S. **Desenvolvimento de uma proposta para o ensino de hidrostática voltada para a Aprendizagem Significativa**. 2007. 85f. Dissertação (Mestrado) PUCRS – FACULDADE DE FÍSICA. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, Porto Alegre – RS.

EMPARN, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://189.124.135.176/monitoramento/monitoramento.php>. Acesso em: 01/02/ 2016.

ESPÍNDOLA, K.; MOREIRA, M. A. **A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)**. Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006.

FROTA-PESSOA, O. **Como ensinar ciências**. São Paulo: Nacional, 1975.

GAGNÉ, R. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1971.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 9. ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2012.

IFRN. **Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Alimentos na forma integrada, presencial**. Resolução Nº 38/2012-CONSUP/IFRN. Natal-RN: IFRN, 2011.

IFRN. **Projeto Político-Pedagógico do IFRN: uma construção coletiva – DOCUMENTO-BASE**. Natal-RN: IFRN, 2012.

ALEIXANDRE, J. M. P.; SANMARTÍ, N. **“Que ciência ensinar?: Objetivos e conteúdos da educação secundária”**. Em L. del Carmen (ad.) Caderno de formação de professores da Educação Secundária: Ciências da Natureza. Barcelona: Horsori, 1997.

LIBÂNEO, J. C. **“Tendências pedagógicas na prática escolar”**. Revista de ande, nº 1982, pp 11-9.

LIMA, G. F. C. A. **“Aprendizagem significativa de física no curso técnico em agroindústria”**. 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte – MG.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **“Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas”**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

McCLELLAND, J. A. G. **Técnica de questionário para pesquisa**. Porto Alegre, 2006.

Disponível em: Acesso em: 10/06/2016.

MOREIRA, M. A. **“Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectiva”**. Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22a13.pdf>> Acesso em: 12/07/16.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1. Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Métodos de Pesquisa em Ensino**. 1. ed. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. 1. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

PEREIRA, F. C, **“A água no sertão potiguar e suas implicações socioeconômicas: uma análise sobre a cidade de Pau dos Ferros – RN”**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC., 2015. Fortaleza. Anais Eletrônicos... Fortaleza: CONFEA, 2015. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/Agronomia_a_agua_no_sertao_potiguar_e_suas_implicacoes_socio_economicas_uma_analise_sobre_a_cidade_de_pau_dos_ferros_%E2%80%93_rn.pdf> Acesso em: 08/03/2016.

PISA 2012. **“Relatório nacional”**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf> Acesso em: 11/07/2016.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **“A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico”**. Tradução Naila Freitas. – 5. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIBEIRO, E. A. **A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais**. Araxá/MG, n. 04, p.129-148, maio de 2008.

SANTINI, N. D.; TERRAZZAN, E. A. **“Ensino de física com equipamentos agrícolas numa escola agrotécnica”**. Centro de Educação - UFSM - Campus Universitário. Experiências em Ensino de Ciências, V1(2), p. 50-61, 2006.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Física para engenheiros e cientistas**. 8. ed. São Paulo: Ed. Cengage, 2012.

TIPLER, P. A. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2011.

7 APÊNDICE

7.1 *Descrição dos materiais de irrigação desenvolvidos*

7.1.1 Sistema de irrigação localizada (garrafas PET)

Materiais utilizados.

- Garrafas PET (ou qualquer outra semelhante)
- EQUIPO (sistema de soro encontrado em farmácias)
- Tesoura
- Chave de estrela
- Pregos
- Martelo

Montagem

- Com auxílio de uma tesoura, corta-se a parte lateral inferior da garrafa, gerando uma abertura de forma que facilite o seu preenchimento com água;
- no centro da tampa da garrafa é realizado um pequeno orifício com um prego para que ocorra a passagem da água de acordo a pressão hidrostática;
- coloca-se um EQUIPO no orifício, esta possui a finalidade de controlar a quantidade de água que deseja ser gotejada;
- em seguida, prende-se a garrafa a uma de madeira a 5 cm do caule da planta.

Figura 14: Sistema de Irrigação localizada construído com EQUIPO.
Fonte: Autor



Figura 15: Sistema de Irrigação localizado para frutos.
Fonte: Autor



7.1.2 Sistema de irrigação localizada (xique-xique)

Materiais utilizados.

- Tubos PVC ou mangueiras de polietileno
- Pregos
- Martelo
- Régua ou trena
- Tesoura ou serrinha metálica

Montagem

- Utilizando-se mangueiras de polietileno ou PVC, que serão destinadas para irrigação localizada. Com o auxílio de um prego efetuam-se perfurações com espaçamentos uniformes no decorrer da mangueira para irrigação;

- o espaçamento entre os orifícios vai depender do espaçamento da cultura. Por exemplo, os espaçamentos para alface ficam em torno de 15 cm, distância entre cada hortaliça;

Figura 16: Elaboração do sistema de irrigação para hortaliças.
Fonte: Autor



Figura 17: Sistema de Irrigação localizada para hortaliças.
Fonte: Autor



7.1.3 Sistema de irrigação por microaspersores (artesanais)

Materiais utilizados

- Pregos
- Palitos de contonete ou pirulito
- Arame
- Chave de bico
- Alicates

Montagem

- Utilizando-se mangueiras de polietileno ou PVC, orifícios são construídos a partir com o auxílio de pregos com 3 mm de diâmetro;
- os microaspersores são feitos com canudos rígidos e finos (palitos de pirulitos, contonetes etc), pregos e arames; desta maneira é possível aumentar e diminuir o raio de distribuição da água;
- os microaspersores artesanais são encaixados nos furos feitos com pregos, finalizando o dispositivo.

Figura 18: Preparação dos microaspersores.
Fonte: Autor



Figura 19: Montagem dos microaspersores.
Fonte: Autor



7.1.4 Sistema de Irrigação por microaspersores (caixa d'água artesanal)

Materiais utilizados

- Balde de 20 ou 30 litros
- Registro para encaixe no balde
- Pedacos de tubo PVC
- Furadeira
- Arco de serra
- Lixa
- Cola para tubos PVC

Montagem

- Utiliza-se um balde plástico de capacidade para 20 ou 30 litros e faz-se um furo com um arco de serra e uma furadeira na parte mais baixa de sua superfície lateral;
- acopla-se, no furo, um adaptador para caixa d'água com registro (semelhante a uma torneira);
- em seguida, lixa-se os tubos para dar continuidade na conexão;
- esse tubo ligará um adaptador com curva de 90° (cotovelo), usa-se cola para tubos PVC melhorando a vedação, acoplando aos canos contendo microaspersores.

Figura 20: Montagem da Caixa d'água artesanal.
Fonte: Autor



Figura 21: Sistema de Caixa d'água artesanal.
Fonte: Autor



8 ANEXOS



CERTIFICADO

O Comitê Científico certifica que o trabalho *UMA PROPOSTA DO ENSINO DE HIDROSTÁTICA, VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE FRUTOS E HORTALIÇAS, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA* de autoria de **LUIZ PAULO FERNANDES LIMA, JOÃO HERMÍNIO DA SILVA** foi apresentado na sessão 2T3 - *Ensino de Física*, no XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste - ENSINO, realizado em Natal, RN, de 09 a 11 de novembro de 2015, promovido pela Sociedade Brasileira de Física.

Natal, 10 de novembro de 2015.



Carlos Chesman
Coordenador Geral
Área de Pesquisa

Samuel Rodrigues
Coordenador Geral
Área de Ensino



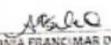
Certificamos que o trabalho científico intitulado

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DE BAIXO-CUSTO PARA A IRRIGAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS NO CAMPUS DE IFRN – PAU DOS FERROS

obteve **TERCEIRO LUGAR** na categoria **CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA**, apresentando durante a 5ª Exposição Científica, Tecnológica e Cultural, **EXPOTEC**, do Campus Pau dos Ferros do IFRN, realizada no período de 24 a 26 de fevereiro de 2016.

Pau dos Ferros-RN, fevereiro de 2016.


LUCIANO PEREIRA DUTRA
Coordenador de Extensão
do Campus Pau dos Ferros do IFRN


ANTÔNIA FRANCIIMAR DA SILVA
Diretora Geral do Campus
Pau dos Ferros do IFRN


MANOEL DOS ANJOS LIMA DE AQUINO
Coordenador de Pesquisa e Inovação
do Campus Pau dos Ferros do IFRN



Certificado

Declaramos para os devidos fins que o Professor **Luiz Paulo Fernandes Lima**, ministrou oficina durante a V Exposição Científica, Tecnológica e Cultural do IFRN-Campus Macau, intitulada “**Irrigação com materiais de baixo custo**”, com carga horária de 4 horas. A atividade foi realizada no Campus Macau do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

Macau/RN, 02 de março de 2016


Valério Gomes dos Santos
DIRETOR-GERAL


Paulo Augusto de Lima Filho
COMISSÃO ORGANIZADORA

I ENCONTRO INTERPOLOS DO MNPEF NO CEARÁ:

CRIANDO ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE FÍSICA

FECLESC/UECE - QUIXADÁ/CE - 20 a 22 de julho de 2016

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho **ENSINO DE HIDROSTÁTICA VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE FRUTOS E HORTALIÇAS, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**, de autoria de **LUIZ PAULO FERNANDES LIMA** e **JOÃO HERMÍNIO DA SILVA**, na modalidade **Oral**, foi apresentado no evento **I Encontro Interpolos do MNPEF no Ceará**, realizado no período de 20 a 22 de julho de 2016.

Quixadá-CE, 21 de julho de 2016.


Prof. Dr. Cássio Rodrigues Muniz
Coordenador do Encontro
Interpolos do MNPEF no Ceará


Prof. Dr. Makarius Oliveira Tahim
Coordenador do Nestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Polo 23 - UECE / FECLESC

Realização:



Apoio:



CERTIFICADO



Certificamos que o Sr. Luiz Paulo Fernandes Lima participou do evento **II ONDA DA FÍSICA** ministrando a oficina **Hidroestática voltada para a irrigação de baixo custo** com duração de 4h realizada no dia 27 de junho de 2016 no IFCE - campus Acaraú.



Prof. Alex Samyr
Coordenador de Área do PIBID
IFCE - Campus Acaraú - CE



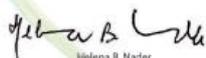
Prof. João Cláudio Nunes Carvalho
Coordenador do Curso de Licenciatura em Física
IFCE - Campus Acaraú - CE

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho **DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DE BAIXO-CUSTO PARA IRRIGAÇÃO NO CAMPUS DO IFRN – PAU DOS FERROS**, de autoria de *Amanda Fontes Rêgo* e *Francisco Bruno Ferreira de Freitas*, foi apresentado, na forma de pôster, na 68ª Reunião Anual da SBPC, realizada de 03 a 09 de julho de 2016, na Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, Porto Seguro/BA, Brasil.

Em julho de 2016.
Certificado nº AT68RA3664 - Este número permite a verificação da autenticidade deste documento no site da SBPC:
<http://www.sbpcet.org.br/2016/autenticacao/certificados.php>




Helena B. Nader
Presidente da SBPC
Coordenadora da 68ª Reunião Anual


Claudia Masini d'Ávila Levy
Secretária Geral da SBPC
Coordenadora da 68ª Reunião Anual