



UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE HIDROSTÁTICA VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE FRUTOS E HORTALIÇAS

MEANINGFUL LEARNING OF HYDROSTATIC TARGETED FOR THE IRRIGATION OF FRUITS AND VEGETABLES

LUIZ PAULO FERNANDES LIMA  *¹, JOÃO HERMÍNIO DA SILVA  ²

¹Instituto Federal do Rio Grande do Norte.

²Universidade Federal do Cariri

Resumo

No ano de 2015, no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) campus Pau dos Ferros, alunos do terceiro ano do curso técnico em alimentos participaram de um estudo realizado no âmbito do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF). O objetivo foi investigar, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a mudança de hábitos dos alunos em relação ao ensino e à aprendizagem de Física. A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa, conduzida por meio de um estudo de caso durante um curso de extensão. Este curso explorou cenários de cultivo de frutas e hortaliças, proporcionando experiências práticas na criação de sistemas de irrigação de baixo custo, com ênfase na assimilação de conceitos de hidrostática. O estudo foi dividido em fases, incluindo exposição de conteúdos, atividades experimentais e construção de materiais acessíveis em termos de custos. A avaliação do interesse e do conhecimento dos alunos foi realizada por meio de entrevistas, questionários e na elaboração de sistemas de irrigação. Os resultados revelaram uma motivação prévia positiva, sucesso nos testes dos dispositivos de irrigação e domínio de novos conceitos aprendidos nas entrevistas. Esse estudo destaca a transformação do ensino de física ao colocar o aluno como protagonista da investigação e da aprendizagem.

Palavras-chave: Teoria da Aprendizagem Significativa. Ensino de Física. Hidrostática.

*luiz.lima@ifce.edu.br

[†]In Memoriam

Abstract

The present study was conducted in 2015 with third-year students in the food technology program at the Federal Institute of Rio Grande do Norte (IFRN), Pau dos Ferros campus, through the National Professional Master's in Physics Teaching (MNPEF). The study aimed to investigate, using David Ausubel's Theory of Meaningful Learning, the transformation of students' habits regarding the teaching and learning of Physics. The research methodology employed a qualitative approach through a case study conducted during an extension course. This course explored scenarios of fruit and vegetable cultivation, providing students with tangible experiences in creating low-cost irrigation systems, with an emphasis on assimilating hydrostatic concepts. The study was divided into phases, including content exposure, experimental activities, and the construction of cost-effective materials. Student interest in the discipline and their knowledge were assessed through interviews, questionnaires, and the development of irrigation systems. These stages revealed positive results in terms of students' pre-existing motivation to learn the discipline, success in irrigation device tests, and interviews demonstrating mastery of newly learned concepts. This study illustrates how physics education can be transformed by utilizing methodologies that position the student as the protagonist of inquiry and learning.

Keywords: Meaningful Learning Theory. Physics Education. Hydrostatics.

I. INTRODUÇÃO

O ensino de Física é suscetível a mudanças constantes, impulsionadas pelo progresso contínuo nos estudos acadêmicos sobre as metodologias de ensino. Diversas instituições têm se dedicado a pesquisas sobre como melhorar os processos de ensino e aprendizagem, com destaque para programas de desenvolvimento docente, exemplificado pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Este programa representa uma experiência formativa baseada na premissa de que os professores de Física devem possuir uma compreensão sólida e atualizada tanto da Física como um campo de conhecimento, quanto do ensino de Física como uma área de pesquisa. Os resultados dessas pesquisas não apenas contribuem para a evolução do conhecimento em Física, mas também fornecem subsídios para a formulação de novas estratégias no ensino desta disciplina, como destacado por Rutz da Silva *et al.*, 2022.

A fundamentação deste estudo reside na necessidade premente de redefinir as práticas pedagógicas adotadas por este professor-pesquisador em suas aulas na rede pública federal de ensino básico. O paradigma tradicional de avaliação, centrado unicamente em testes escritos, revela-se insuficiente diante da exigência contemporânea de construção de uma compreensão científica que transcendia as fronteiras da sala de aula. No ensino de Física, a abordagem pode ser direcionada para a análise do cotidiano e das experiências vivenciadas pelos estudantes; nesse contexto, destacam-se os objetivos delineados por Jiménez Aleixandre e Sanmartí (1997) para o ensino médio, abrangendo desde a aquisição de conceitos e construção de modelos até o estímulo das habilidades cognitivas, do pensamento científico,

do aprimoramento das competências experimentais e da resolução de problemas, bem como o desenvolvimento de atitudes e valores e a formação de uma visão científica do mundo.

O problema que o estudo se debruçou se fundamenta nos frequentes relatos dos alunos sobre as dificuldades de aprendizagem em Física, possivelmente porque muitos educadores ainda se embasam em abordagens de aprendizado mecânico, ocorrendo apenas em aulas expositivas (Andrade; Viana-Barbosa, 2022). Diante deste problema, elaborou-se a seguinte pergunta norteadora: Será que a aprendizagem de forma ativa, protagonista e investigativa geraria mudanças significativas na aprendizagem dos alunos?

Dentre as diversas abordagens disponíveis para redefinir o processo de ensino-aprendizagem, destaca-se a aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel como uma alternativa promissora. Essa abordagem reconhece os conhecimentos prévios dos alunos e seus interesses como elementos capazes de conferir significado concreto ao processo de ensino-aprendizagem (Moreira, 2011). Em essência, ao partir dos conceitos já presentes na estrutura de conhecimento do aluno sobre um tema específico, é possível alcançar respostas concretas sobre os assuntos abordados, tornando a aprendizagem mais coerente e contextualizada para o estudante.

Nessa perspectiva, o objeto do estudo foi investigar, através da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a transformação de hábitos dos alunos em relação ao ensino e aprendizagem de Física. O professor-pesquisador utilizou como abordagem alternativa uma exploração de situações em um ambiente de cultivo de frutas e hortaliças para ensinar a hidrostática, proporcionando aos alunos experiências concretas que permitissem a construção de novos conceitos, facilitando, posteriormente, a assimilação de outros princípios em aulas teóricas e práticas.

Este estudo adotou uma metodologia de pesquisa qualitativa, caracterizada por ser um estudo de caso. Foi dividida em três etapas, incluindo exposição de conteúdos, atividades experimentais e construção de materiais acessíveis em termos de custos. O interesse dos alunos pela disciplina e seu conhecimento foram avaliados por meio de entrevistas, questionários e na elaboração de sistemas de irrigação.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

No contexto brasileiro, fazemos menção ao ensino tradicional como uma abordagem educacional predominante, caracterizada frequentemente por uma perspectiva mecânica, behaviorista e tradicional. Conforme apontado por Moreira (2011), a aprendizagem mecânica nesse contexto é destituída de significado, carecendo de vínculos com a realidade cotidiana do aluno e, consequentemente, não apresenta relevância para sua vida. Essa abordagem se limita a uma prática de mera memorização, direcionada exclusivamente para a resolução de tarefas e avaliações, sendo suscetível ao esquecimento e à rápida dissolução na memória do indivíduo.

O ensino tradicional apresenta peculiaridades notáveis, uma vez que, nesse modelo, destaca-se a propensão do professor a adotar uma postura bastante rígida em relação à disciplina. Nesse contexto, é comum que os alunos sejam orientados a manter silêncio com o intuito de ouvir a exposição do professor, o que acaba por limitar a comunicação entre eles. Adicionalmente, o ritmo individual de aprendizagem de cada estudante costuma ser

desconsiderado, sendo incumbência de cada aluno esforçar-se para assimilar o conteúdo e acompanhar a cadência das aulas estabelecida pelo docente (Lima, 2007).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) pode ser interpretada como uma investigação sobre o desenvolvimento do processo de aprendizado do aluno. Trata-se de uma forma de aprendizagem na qual novas ideias, símbolos e conceitos se relacionam de maneira substancial e não arbitrária com o conhecimento já adquirido pelo aluno. De acordo com Moreira (2011), o termo substantiva denota uma relação não literal, indo além do sentido literal, e "não arbitrária" significa que essa interação não ocorre com qualquer ideia preexistente, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já presente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Segundo Da Costa (2007), a progressão do indivíduo de um estágio para outro mais avançado não ocorre de maneira direta. A aprendizagem se efetua mediante a construção de diversas teorias intermediárias, desdobrando-se a partir de experimentações e erros. Nesse processo, o indivíduo parte de conhecimentos já consolidados, avançando gradualmente na construção de suas próprias teorias.

Dado que o aluno já possui conhecimentos fundamentais, neste caso, referentes a conceitos como densidade e pressão, em sua estrutura cognitiva, a aquisição de novos conceitos pode ocorrer de maneira enriquecedora, modificadora, construtiva e diversificada, quando esses são relacionados aos já existentes. A ocorrência da Aprendizagem Significativa está condicionada a duas premissas essenciais: a disposição do aprendiz para aprender e a potencial significatividade do material de aprendizagem.

O aluno precisa estar predisposto a relacionar os novos conhecimentos aos já existentes. Segundo Moreira e Masini (2001), independente de quão 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 destituídos de significado. Contudo, quando o aluno deseja verdadeiramente aprender, torna-se necessário o uso de materiais potencialmente significativos.

Materiais potencialmente significativos podem ser livros, vídeos, laboratórios e até 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 bases relevantes para que este material possa ser relacionado com elas. A partir daquilo que o aluno já sabe, o professor deve buscar novos materiais que possam aprimorar os conhecimentos do indivíduo.

De acordo com Moreira e Masini (2001), este aspecto está condicionado por duas variáveis: a natureza do material a ser aprendido e a configuração da estrutura cognitiva do aluno. Em relação ao material, é necessário que ele seja logicamente significativo, suficientemente não arbitrário e não aleatório em si, possibilitando uma relação substancial e não arbitrária com ideias correspondentes relevantes dentro do domínio da capacidade humana de aprendizagem. Quanto à estrutura cognitiva do aprendiz, é essencial que ela contenha os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material possa ser relacionado.

Segundo Ausubel, um subsunçor é um conceito relevante presente na estrutura cognitiva do aluno. Tomemos como exemplo uma aula de hidrostática, na qual o professor aborda o tema da pressão hidrostática. Dentro dessa perspectiva teórica, se o aluno já possui subsunçores relacionados à densidade e pressão, seu processo cognitivo é capaz de

estabelecer uma organização hierárquica conceitual. Dessa forma, ocorre a inter-relação entre conhecimentos específicos e conceitos mais gerais, permitindo uma compreensão mais profunda e significativa do tema.

III. METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, caracterizando-se como um estudo de caso. Nessa perspectiva metodológica, a ênfase recai sobre uma unidade de análise, que pode ser uma escola, um educador, um aluno ou mesmo uma aula, conforme descrito por André (1998) e citado por Moreira (2011). Adicionalmente, o trabalho incorporou elementos da pesquisa-ação, em que o professor-pesquisador foi estimulado a questionar suas próprias ideias, teorias educativas, práticas e contextos, buscando uma análise crítica, conforme preconizado por Kemmis (1998), também citado por Moreira (2011).

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), situado na cidade de Pau dos Ferros, com os alunos das turmas do terceiro ano do Ensino Médio Técnico Integrado em Alimentos. Ela ocorreu durante o segundo semestre de 2015 através de um projeto de extensão no campus em questão. Inicialmente, o projeto contou com a participação de 37 alunos e encerrou com 18 devido a alguns problemas enfrentados durante a pesquisa, tais como: horário do projeto, distância até a instituição e falta de transporte.

III.1. 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 qualquer momento os alunos poderiam sair do projeto sem ônus algum, pois se tratava de um projeto voluntariado.

A etapa subsequente foi marcada pela resolução de um questionário, no qual os alunos participantes expressariam seu interesse pela Física e suas disposições em aprendê-la. Os resultados deste questionário estão apresentados na Tabela 1, o qual foi aplicado tanto na fase inicial quanto na fase final do projeto. Na resposta ao questionário, os alunos indicavam seu grau de concordância com as afirmações, utilizando as categorias CT (Concordo Totalmente), CP (Concordo Parcialmente), I (Indiferente), DP (Discordo Parcialmente) e DT (Discordo Totalmente). A finalidade desse instrumento era avaliar o interesse dos alunos em relação à disciplina de Física, além de proporcionar insights sobre como percebiam o ensino e os estudos na área.

O conteúdo de Física abordado nesta pesquisa foi a hidrostática, selecionado por estar integrado à grade curricular desta turma e por relacionar-se com a disciplina Tecnologia de Frutos e Hortaliças, que é cursada no terceiro ano, conforme delineado no Plano Político Curricular (PPC) do Curso Técnico Integrado em Alimentos do IFRN (2012).

A segunda fase da pesquisa concentrou-se na avaliação do conhecimento prévio dos alunos participantes em relação à hidrostática. Diversas atividades foram conduzidas, in-

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

Tabela 1: Questionário aplicado no início e no fim da pesquisa. Fonte: os autores

cluindo a resolução de situações-problema, discussões em grupo e análises de experimentos, visando identificar o grau de familiaridade dos alunos com o tema. Todas as atividades foram realizadas no laboratório de Física, considerando que esse ambiente oferecia uma gama de materiais potencialmente significativos para o processo de aprendizagem.

No decorrer da pesquisa, foram realizados experimentos variados no laboratório, utilizando tanto materiais de alta tecnologia como alternativas de baixo custo. O objetivo era elevar os conhecimentos prévios dos alunos dos níveis concretos aos níveis mais abstratos, abrangendo desde conceitos iniciais sobre densidade e pressão até o entendimento de pressão hidrostática, a vazão e a equação de continuidade.

A terceira etapa da pesquisa consistiu na aplicação prática dos conceitos físicos aprendidos, por meio da abordagem da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na irrigação de frutos e hortaliças no *campus*. Os alunos desenvolveram sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão sem a assistência de um técnico especializado, confiando apenas nos conhecimentos adquiridos e aprimorados durante a execução do projeto. Essa aplicação baseada no ensino de hidrostática foi projetada para demonstrar se a aprendizagem foi significativa.

A última fase da pesquisa envolveu entrevistas com os alunos sobre o projeto, bem como a divulgação dos resultados tanto para os alunos quanto para o professor-pesquisador em eventos de alcance nacional e regional. Isso foi alcançado por meio de apresentações de pôsteres, exposições orais e realização de oficinas sobre técnicas de irrigação de baixo custo oferecidas à comunidade local.

III.2. Aulas teóricas

A abordagem adotada com os alunos do Curso de Alimentos pode ser contextualizada em três perspectivas distintas. As sessões ocorrem no ambiente do laboratório, que oferece uma gama diversificada de materiais propícios ao aprendizado. A participação dos alunos no projeto foi voluntária, sendo convidados a frequentar as aulas e podendo desistir a qualquer momento sem qualquer ônus. Devido à faixa etária desses alunos (entre 17 e 18 anos), pressupõe-se que possuam um entendimento mínimo de conceitos fundamentais da Física, como densidade, gravidade e pressão.

Durante as aulas expositivas, foram apresentados desafios pertinentes ao tópico em estudo. O objetivo era promover a evolução dos conceitos mais abstratos da hidrostática a partir dos conhecimentos prévios dos alunos. A título de exemplo, durante a abordagem da Lei de Stevin (que estabelece que a pressão em um líquido está relacionada à sua densidade, à gravidade local e à altura da coluna de líquido), o professor-pesquisador trouxe uma garrafa contendo água com três furos dispostos em diferentes alturas na parede lateral. Ao indagar sobre as consequências da saída de água pelos furos, a maioria dos alunos respondeu de maneira correta. Isso se deve à presença de conceitos elementares sobre pressão já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

III.3. Aulas experimentais

O laboratório é um ambiente muito adequado para que ocorra a aprendizagem da Física, pois, além de possibilitar a visualização dos conceitos, os alunos são desafiados a pensar, indagar, tirar conclusões, formular ideias, produzirem seus próprios materiais, propiciando um maior desenvolvimento cognitivo, fazendo com que o aluno fique mais próximo da tecnologia (Carneiro, 2007).

No laboratório, realizaram-se diversos experimentos associados à densidade dos líquidos e sólidos, pressão hidrostática, vazão, controle de vazão, escoamento e equação de continuidade. A maioria dos experimentos relacionava-se aos sistemas de irrigação de baixo custo, como no caso da utilização de garrafa PET.

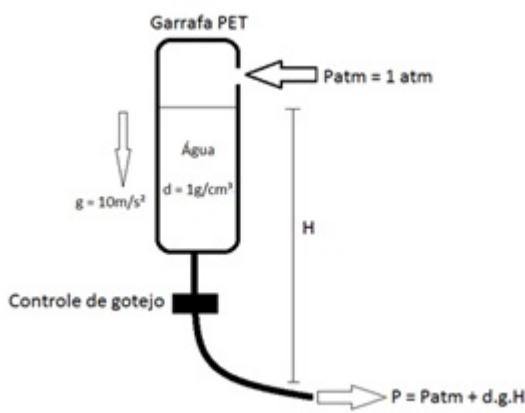


Figura 1: Aplicação da Física no sistema de gotejamento por garrafa PET.



Figura 2: Construção no sistema de gotejamento por garrafa PET.

Como mostram as Figuras 1 e 2, faz-se uma abertura lateral com o auxílio de uma tesoura; isto servirá para fazer a reposição de água no reservatório e para que a pressão atmosférica seja exercida sobre 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, os alunos perceberam que a pressão é proporcional à coluna de água em um tubo.

III.4. Construção de materiais para irrigação

Após as aulas teóricas e experimentais, os alunos foram desafiados a produzir seus próprios produtos, utilizando materiais de baixo custo e que fossem voltados para irrigação de frutos e hortaliças, baseando-se no conteúdo estudado.

Três dispositivos foram desenvolvidos ao longo do projeto cuja finalização ocorreu com o encerramento do curso de extensão. Os alunos elaboraram gotejadores com garrafa PET, como na Figura 2, gotejadores com canos de PVC, como na Figura 3, e na Figura 4 uma caixa reservatória de água com um balde plástico e cano PVC e uma torneira.



Figura 3: Produção do sistema de gotejamento de hortaliças.



Figura 4: Sistema de Caixa dágua artesanal.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta de dados para análise e discussão foi realizada de três maneiras: um questionário aplicado no início e no final do projeto de extensão, a análise da construção de materiais de irrigação e o resultado das entrevistas a respeito do ensino de Física e da sua importância para a vida.

IV.1. Resultados obtidos nos questionários

Alguns resultados se destacaram como altamente relevantes para o alcance dos objetivos desta pesquisa. Para uma análise primária desses resultados, empregou-se uma abordagem

quantitativa, permitindo estabelecer relações estatísticas entre as afirmações examinadas. Utilizou-se de uma média ponderada apresentada na equação 1, em que o valor 1 correspondia à afirmação **concordo totalmente** e o valor 5 correspondia à afirmação **discordo totalmente**. Os pesos correspondiam ao quantitativo dos alunos respondentes em cada afirmação e valor.

$$\text{Média ponderada} = \frac{(V1 \cdot P1 + V2 \cdot P2 + \dots + V5 \cdot P5)}{P1 + P2 + \dots + P5}$$

Equação 1: Cálculo da média ponderada

O mesmo questionário foi administrado, em junho de 2015, a 37 participantes da Tabela 1 e, posteriormente, em novembro do mesmo ano, a 18 participantes na Tabela 2 e, quando a média ponderada tendia ao valor 1, considerou-se que os alunos concordavam com a afirmação e, quando tendia ao valor 5, os alunos discordavam da afirmação.

Itens	Frequência					Média pond.	Total 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的习惯 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	37
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	
11. Tenho disposição para aprender Física.	26	9	2	0	0	1,35	

Tabela 2: Resultados do questionário no início da pesquisa.

Itens	Frequência					Média pond.	Total 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	
5. Os alunos que cursam com você o mesmo curso técnico têm的习惯 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	
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	18
11. Tenho disposição para aprender Física.	8	9	1	0	0	1,61	

Tabela 3: Resultados do Questionário no final da pesquisa.

Diante destes resultados, a maioria percebe a existência de uma relação entre a Física e o cotidiano (afirmativa 2), além de um aumento significativo na porcentagem daqueles que reconhecem a associação da Física com atividades no contexto do ensino profissionalizante (afirmativa 4). Ao término da pesquisa, todos os participantes afirmaram a necessidade de aprender Física (afirmativa 10) e demonstraram disposição para fazê-lo (afirmativa 11).

IV.2. Resultados obtidos na construção de materiais de irrigação

Os alunos procuraram desenvolver dispositivos que favorecessem a economia de água; para tanto, elaboraram um dispositivo de gotejamento com garrafas PET e Equipo¹ para os pés de manga do *campus* e outro de canos PVC para as hortaliças. Realizaram testes para comparação da possível economia de água dentro da quantidade mínima necessária exigida por cada vegetal, que é de 2000 ml por dia para os pés de manga e 500 ml por dia

¹Equipes são insumos indispensáveis em um hospital, possuindo bombas de seringa e infusão; funcionam 100% e com excelência e controle de vazão.

para hortaliças, ambos em fases iniciais. Os resultados da economia chegaram até 90% no gotejamento de frutos, na Tabela 4, e 98% no gotejamento de hortaliças, na Tabela 5.

Vazão	Sem Equipo	Com Equipo
Teste 1	600 ml/min	80 ml/min
Teste 2	550 ml/min	50 ml/min
Teste 3	620 ml/min	60 ml/min

Tabela 4: Cálculo da vazão da água através do sistema de gotejamento de frutos (PET)

Vazão	Mangueira	Furo
Teste 1	7.268 ml/min	124 ml/min
Teste 2	6.981 ml/min	112 ml/min

Tabela 5: Cálculo da vazão da água através do sistema de gotejamento em hortaliças (PVC)

Esses resultados demonstram que ocorreu aprendizagem significativa de acordo com a perspectiva de Ausubel, pois, ao longo da experimentação, notou-se que os conceitos relacionados à hidrostática puderem ser conectados aos conhecimentos prévios do aluno de forma lógica e não arbitrária, aplicável em um contexto diferente daqueles comumente trabalhados em sala de aula e que trouxeram significado para a vida diária dos estudantes.

IV.3. Resultados obtidos nas entrevistas

As entrevistas foram realizadas ao final do projeto, em que os 18 alunos restantes da pesquisa ficaram livres 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?

Todos que responderam, utilizaram do aplicativo WhatsApp nos celulares e gravaram áudios ou enviaram mensagens escritas. Do total de alunos, 15 responderam às perguntas. O professor-pesquisador dividiu a entrevista em três etapas, apenas para organizar a coleta de dados. Seguem, a seguir, algumas das respostas aleatórias coletadas dos alunos. Resposta à pergunta 1.

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.

Resposta à pergunta 2.

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.

Resposta à pergunta 3.

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.

Nas entrevistas realizadas, tornou-se evidente que alguns alunos conquistaram novos aprendizados, ampliando, assim, o interesse pela disciplina. Esses novos conhecimentos foram adquiridos, na percepção destes pesquisadores, mediante a aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa implementada ao longo do projeto. Além disso, foi observado que os alunos reconheceram a presença da Física no cotidiano das pessoas e o seu potencial para auxiliá-los em suas atividades profissionais diárias.

IV.4. Outros resultados obtidos

Ao final do projeto de extensão, alguns representantes dos alunos escreveram artigos para participação em eventos científicos. Uma equipe participou 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 3^a colocação com o trabalho intitulado Desenvolvimento de materiais de baixo custo para irrigação no campus do IFRN Pau dos Ferros. Outra equipe com a mesma temática foi aprovada para participar da 68^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

Os resultados evidenciam a importância do trabalho realizado com os alunos, uma vez que a participação voluntária fez com que eles reconhecessem a relevância do ensino de Física para seu desenvolvimento enquanto estudantes, pesquisadores e cidadãos.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria da Aprendizagem Significativa oferece uma orientação para a estruturação curricular e o planejamento das atividades escolares, destacando a importância de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos em contraposição à abordagem mecanicista de ignorar esses conhecimentos.

Neste estudo, consideramos que a aprendizagem significativa da teoria de Ausubel se concretizou. Os alunos demonstraram uma disposição genuína para aprender. O IFRN dispôs de materiais de valor educativo e a estrutura cognitiva dos alunos estava suficientemente preparada para a concretização de uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Várias dificuldades foram enfrentadas durante o projeto, incluindo a desistência de alguns alunos devido à falta de transporte para a instituição. Com aulas noturnas e sem incentivos financeiros, o engajamento diminuiu. No entanto, os 18 alunos que completaram o projeto foram fundamentais para a obtenção dos resultados desta pesquisa.

A necessidade de um significativo investimento de tempo e esforço tornou-se evidente ao adotar uma metodologia alternativa de ensino e aprendizagem, como a Teoria da Aprendizagem Significativa. Diversos elementos compõem esse desafio, incluindo o acompanhamento individualizado, a identificação dos distintos pontos de partida na estrutura cognitiva dos alunos, o desenvolvimento de estratégias para a criação de materiais de valor, juntamente com um planejamento cuidadoso, leituras aprofundadas e a aplicação prática. Entretanto, as demandas associadas a esses aspectos podem tornar a implementação dessa metodologia impraticável para professores que atuam em ambientes educacionais, seja público ou privado, com agendas frequentemente sobrecarregadas.

É imprescindível repensar e adotar novas estratégias, metodologias e abordagens para o ensino de Física na educação básica brasileira. Quando se busca vincular o ensino de Física à vida cotidiana, a aprendizagem significativa oferece uma diretriz valiosa, ademais de estar alinhada com os Parâmetros Curriculares Nacionais. As aplicações práticas da Física validam as ideias de Ausubel e se alinham com as novas perspectivas de ensino desejado. No entanto, é imperativo reexaminar os currículos escolares e a alocação de tempo para as disciplinas.

Editora Responsável: Maria de Fátima Da Silva Verdeaux

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. D.; VIANA-BARBOSA, C. J. Análise de uma sequência de ensino-aprendizagem baseada em metodologias de aprendizagem ativa para ensinar estática. *Revista do Professor de Física*, v. 6, n. esp., p. 164-176, 2022. doi: <<https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.45945>>.

CARNEIRO, N. L. *A prática docente nas escolas públicas, considerando o uso do laboratório didático de física*. f. 90. Monografia (Graduação em Física) Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza - CE, 2007.

COSTA, A. S. da. *Desenvolvimento de uma proposta para o ensino de hidrostática voltada para a Aprendizagem Significativa*. f.85 . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) PUCRS Faculdade de Física, Porto Alegre - RS, 2007.

IFRN. *Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Alimentos na forma Integrada, presen-*

cial. RN, 2012. Acesso em: <<https://portal.ifrn.edu.br/cursos/tecnicos/tecnico-integrado/alimentos/>> Acesso em: 29 ago. 2023.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; SANMARTÍ, N. Que ciéncia ensinar?: Objetivos e conteúdos da educação secundária. In: L. del Carmen (ad.) *Cuadernos de Formación del Profesorado de educación secundaria: Ciencias de la Naturaleza*. Barcelona: Horsori, 1997.

LIMA, G. F. C. A. *Aprendizagem significativa de física no curso técnico em agroindústria*. f. 100. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2008.

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

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

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

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

SILVA, S. L. R.; BRINATTI, A. M.; ANDRADE, A. V. C.; SILVA, J. B. Categorização das dissertações defendidas no polo 35 do MNPEF no período de 2016 a 2022. *Revista do Professor de Física*, v. 6, n. esp., p. 192-200, 2022. doi <<https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.45949>>.
