



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA

REINALDO PATRIC RIBEIRO SAMPAIO

**ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO.**

**IGARAPÉ MIRI- PA
Abril/2023**

REINALDO PATRIC RIBEIRO SAMPAIO

**ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Licenciado Pleno em Física, na Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará – Pólo Universitário de Igarapé Miri.

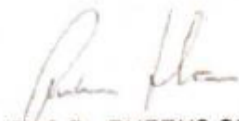
Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva

IGARAPÉ MIRI– PA
Abril/2023

REINALDO PATRIC RIBEIRO SAMPAIO

**" ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE
HIDROSTÁTICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO."**

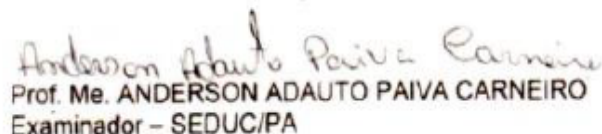
Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pelo Colegiado do Curso de Licenciatura em Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. RUBENS SILVA
Orientadora – ICEN – UFPA



Prof. Me. JHONATAN DOS SANTOS SILVA
Examinador – IFPA



Prof. Me. ANDERSON ADAUTO PAIVA CARNEIRO
Examinador – SEDUC/PA

Belém, 01 de abril de 2023

S192e Sampaio, Reinaldo Patric Ribeiro.
Ensino de Física por investigação: uma proposta para o ensino
de hidrostática para alunos do ensino médio / Reinaldo Patric
Ribeiro Sampaio. — 2023.
54 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Rubens Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Faculdade
de Física, Belém, 2023.

1. Ensino de Física por investigação. 2. Sequência de
Ensino por Investigação. 3. Pressão atmosférica . 4. Pressão
hidrostática. I. Título.

CDD 530

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu filho Ícaro Patric Medeiros Sampaio, à minha mãe, Maria Conceição Riberio Sampaio e demais familiares e amigos que de alguma forma ajudaram na realização do mesmo, seja com palavras, gestos, com seu silêncio, compreensão e até mesmo com um simples sorriso. Os quais com toda certeza foram de grande valia para a conclusão não só deste trabalho, mas também do curso de Licenciatura Plena em Física.

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, pela força de vontade e sabedoria a mim conferida para que pudesse superar todos os obstáculos e adversidades encontradas nesse período acadêmico com sapiência e erudição.

Aos meus pais, familiares e amigos que sempre me incentivaram ao longo de toda essa caminhada e nunca hesitaram em medir esforços para me ajudar naquilo que fosse necessário para que conseguisse logra êxito em mais esta etapa de minha vida.

Ao professor Dr. Rubens da Silva pelas horas de dedicação destinadas a me orientar neste trabalho, pela atenção e presteza em sempre me atender quando procurado e pela fundamental e importantíssima contribuição para o melhor desenvolvimento do mesmo.

Ao professor MSc. Anderson Aduino Paiva Carneiro pelas inúmeras ocasiões em que me ajudou na elaboração deste trabalho, contribuindo com sua experiência em sala de aula para o mesmo.

Aos demais professores pela significativa e importante contribuição e participação neste processo de amadurecimento pessoal e principalmente profissional.

Aos nossos colegas que contribuíram neste processo no que tange a difundir, sempre que possível, materiais, conhecimento, dúvidas e sugestões sempre no sentido de nos ajudar.

RESUMO

A Física é uma ciência que estuda os fenômenos que acontecem na natureza, e é descrita em uma linguagem matemática muito das vezes complicada para se transmitir aos alunos por parte dos professores e este fato acaba contribuindo para o cenário atual de ensino de mesma, cenário este caracterizado pelo pouco interesse dos alunos pela disciplina. Vale ressaltar que o método de ensino(método de ensino tradicional-mecanicista) é outro fator que contribui para o pouco entusiasmo dos alunos na busca pela compressão da disciplina, principalmente na educação básica, pois nesse método tradicional de ensino, os professor são os agentes do conhecimento repassando de forma quantitativas os conteúdos para os alunos e estes tem a finalidade de aprender tão somente para passarem de ano e não para compreender como a Física acontece no seu cotidiano fora de sala de aula. Visando uma mudança nesse paradigma, este trabalho tem por intuito apresentar um roteiro de como o ensino de Física pode se dar através de uma proposta pedagógica baseada nas teorias de Piaget e Vigotsky: dois pensadores que contribuíram de maneira significativa para o tema “construção do conhecimento”. Tal trabalho aborda o ensino de Física por investigação através de um produto educacional, elaborado por meio de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) sobre pressão atmosférica e pressão hidrostática. Este trabalho tem por objetivo geral apresentar uma proposta pedagógica (produto educacional) a ser apresentada para o ensino de Física na segunda série do ensino médio, visando uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem dos alunos. E apresenta como objetivos específicos: propor e aplicar uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) para com os alunos; introduzir os alunos em trabalhos investigativos com a finalidade de produzir e aumentar os seus conhecimentos científicos e apresentar de forma detalhada os possíveis resultados que podem ser obtidos na aplicação da SEI. O tema deste trabalho se deu pela importância que o Ensino de Física por Investigação trás para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem desta ciência, pois através das SEI's, os estudantes se transformam em agentes ativos em busca de seus conhecimentos, pois eles devem buscar as respostas dos problemas apresentados pelos professores, que nestas metodologias, são apenas meros mediadores do conhecimento. Desta forma, conclui-se que o ensino de Física por investigação é uma ferramenta pedagógica que proporciona aos discente um salto qualitativo no que se refere ao aprendizado da disciplina e realiza de forma concreta a construção do conhecimento.

Palavras-Chave: Ensino de Física por investigação, Sequência de Ensino por Investigação, pressão atmosférica, pressão hidrostática.

ABSTRACT

Physics is a science that studies the phenomena that occur in nature, and is described in a mathematical language that is often complicated to be transmitted to students by teachers and this fact ends up contributing to the current teaching scenario of the same, this scenario characterized by the low interest of students in the discipline. It is worth mentioning that the teaching method (traditional-mechanistic teaching method) is another factor that contributes to the lack of enthusiasm on the part of students in the search for understanding the discipline, especially in basic education, since in this traditional teaching method, the teachers are the agents of knowledge passing on the contents to the students in a quantitative way and these subjects the purpose of learning only to pass the year and not to understand how Physics happens in their daily life outside the classroom. Aiming at a change in this paradigm, this work aims to present a guide on how the teaching of Physics can take place through a pedagogical proposal based on the theories of Piaget and Vigotsky: two thinkers who contributed significantly to the theme “construction of knowledge”. This work addresses the teaching of Physics by investigation through an educational product, elaborated through a Sequence of Teaching by Investigation (SEI) on atmospheric pressure and hydrostatic pressure. The general objective of this work is to present a pedagogical proposal (educational product) to be presented for the teaching of Physics in the second year of high school, aiming at an improvement in the students' teaching-learning process. And it presents as specific objectives: to propose and apply a Sequence of Teaching by Investigation (SEI) to the students; introduce students to investigative work in order to produce and increase their scientific knowledge and present in detail the possible results that can be obtained in the application of SEI. The theme of this work was due to the importance that the Teaching of Physics by Investigation brings to the improvement of the teaching-learning process of this science, because through the SEI's, the students become active agents in search of their knowledge, because they must seek the answers to the problems presented by the teachers, who in these methodologies are just mere mediators of knowledge. In this way, it is concluded that the teaching of Physics by investigation is a pedagogical tool that provides students with a qualitative leap in terms of learning the discipline and concretely carries out the construction of knowledge.

Keywords: Teaching Physics by Investigation, Sequence of Teaching by Investigation, atmospheric pressure, hydrostatic pressure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01:	Forças atuando sobre uma pequena superfície dentro de um fluido em repouso.	29
Figura 02:	Experiência de Torricelli (barômetro).	30
Figura 03:	Variação da pressão atmosférica com a altitude.	31
Figura 04:	(a) Um tanque com água no qual uma parte da água está contida em um cilindro imaginário com uma base horizontal de área A . (b) Uma força 1 age sobre a superfície superior do cilindro.	31
Figura 04:	(d) Uma força 1 age sobre a superfície superior do cilindro;(c) uma força 2 age sobre a superfície inferior do cilindro; a força gravitacional que age sobre a água do cilindro está representada por m . (e) Diagrama de corpo livre do volume de água.	32
Figura 05:	Nivelamento de dois pontos na vertical usando uma mangueira transparente cheia de água.	33
Figura 06:	Lata com furos para escoamento de líquido.	36
Figura 07:	Garrafa PET com 3 furos em locais diferentes em sua lateral.	36
Figura 08:	Água que não cai do copo.	37
Figura 09a:	Bebedouro de passarinho comercial.	38
Figura 09b:	Materiais para confecção do bebedouro de passarinho.	38
Figura 10:	Experimento pronto (Bebedouro de passarinho).	39
Figura 11:	Encanamento de uma casa.	41
Figura 12:	Instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.	42
Figura 13:	Materiais para confecção do “bebedouro de passarinho”.	51
Figura 14:	Garrafa PET com corte horizontal na parte inferior.	51
Figura 15:	Dobra da parte superior do corte da garrafa PET.	52
Figura 16:	Fixação da fita adesiva na parte inferior do corte da garrafa PET	52
Figura 17:	Água sendo colocada na garrafa PET através da abertura inferior.	53

Figura 18: Experimento (“Bebedouro de Passarinho”) finalizado.

53

LISTA DE TABELAS

Tabela 01:	Massas específicas de alguns materiais.	28
Tabela 02:	Algumas pressões.	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: *Pressão x altura h (Δy)*

33

LISTA DE SIGLAS

SEI	Sequência de Ensino por Investigação
Apud	citado por, segundo
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	AS TEORIAS DE PIAGET E VIGOTSKY E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO	18
3	ESTRUTURAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO -SEI	22
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	23
3.2	O PROBLEMA EXPERIMENTAL	23
3.2.1	Fornecimento do material e apresentação do problema pelo professor	24
3.2.2	Levantamento de hipóteses e resolução dos problemas pelos alunos	24
3.2.3	Sistematização do conhecimento pelos alunos	25
3.2.4	Escrever e desenhar pelos alunos	25
3.3	DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS	25
3.4	AValiação DE UMA SEI	26
4	ESTUDO DOS FLUIDOS	27
4.1	CONCEITO DE FLUIDO	27
4.2	MASSA ESPECÍFICA	27
4.3	PRESSÃO	29
4.3.1	Pressão Atmosférica	30
4.3.2	Pressão no interior de um fluido	31
5	CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	34
5.1	AValiação DIAGNÓSTICA	35
5.2	DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA	38
5.3	AULA TEÓRICA	40
5.4	AValiação TEÓRICA E ESCRITA PROPOSTA AOS ALUNOS COM QUESTÕES DO ENEM E VESTIBULARES	40
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS POSSÍVEIS RESULTADOS	44
6.1	ANÁLISE DA AValiação DIAGNÓSTICA	44
6.2	ANÁLISE DA DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA	44
6.3	ANÁLISE DA AULA TEÓRICA E DA AValiação TEÓRICA E ESCRITA PROPOSTA AOS ALUNOS COM QUESTÕES DO ENEM E DE VESTIBULARES	45
6.4	ANÁLISE DA ACEITAÇÃO DA SEI PELOS ALUNOS	45
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	APÊNDICE A- Roteiro de montagem do experimento (Bebedouro de Passarinho) a ser seguido pelos alunos.	51

1 INTRODUÇÃO

O termo Física é proveniente da expressão grega "*physiké*", que quer dizer "natureza" e, portanto, a Física é uma ciência que estuda os fenômenos da natureza em seus aspectos mais gerais. Desta forma, a Física é uma ciência que tem por finalidade descobrir e entender o comportamento da matéria no decorrer do espaço e no tempo. Vale ressaltar que a Física estuda os fenômenos naturais desde as partículas do mundo microscópico (partículas elementares) até o universo, em geral.

No entendimento da natureza, a Física utiliza como suporte o método científico e a lógica, e dispende da Matemática como a sua linguagem, representa os fenômenos naturais através de modelos científicos matemáticos. Ela é considerada uma ciência natural e sua frequência no dia a dia é muito vasta, tornando quase que impossível a integral definição dos fenômenos físicos em nosso redor. A Física, desde de seus primórdios, é de fundamental importância para o desenvolvimento humano, pois a sua aplicação em tal desenvolvimento é muito vasta, indo desde a produção de um automóvel até os equipamentos quânticos.

Como a Física é uma ciência de fundamental importância para o desenvolvimento humano, ela é ministrada nas séries do ensino médio da educação básica. Porém, o processo de ensino-aprendizagem da mesma encontra dificuldades, pois as aulas ministradas apresentam conhecimentos abstratos e expositivos por parte dos professores e tais métodos e metodologias acabam não estimulando os alunos na busca pelo conhecimento. Vale a pena ponderar que outros fatores acabam contribuindo de forma significativa para o agravamento deste cenário como: a precária/defasada estrutura Física dos estabelecimentos públicos de ensino; a falta de formação continuada dos docentes do corpo escolar dentre outros.

Visando uma melhoria no cenário do processo de ensino-aprendizagem, novas metodologias de ensino vêm sendo aplicadas na educação, no âmbito básico e superior, e dentre elas pode-se dizer que a metodologia que vem produzindo bons indicadores são as Sequências de Ensino por Investigação - SEI- (CARVALHO, 2016). Uma SEI tem por finalidade transformar o professor em um mediador da turma, pois ele terá a função de nortear os alunos para que estes se tornem agentes ativos no processo de obtenção dos próprios conhecimentos. Nesta metodologia o professor atua levando para a sala de aula procedimentos metodológicos que visam motivar, intrigar e despertar o pensamento crítico dos alunos.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta pedagógica (produto educacional) a ser aplicada no ensino de Física na segunda série do ensino médio, visando uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, propondo uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) para com os alunos. Tem por objetivo também introduzir os alunos em trabalhos investigativos com a finalidade de produzir e aumentar os seus conhecimentos científicos.

O tema deste trabalho se deu pela importância que o Ensino de Física por Investigação trás para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem desta ciência, pois através das SEI's, os estudantes se transformam em agentes ativos em busca de seus conhecimentos, pois eles devem buscar as respostas dos problemas apresentados pelos professores, que nestas metodologias, são apenas meros mediadores do conhecimento.

Este trabalho foi estruturado em oito capítulos. No capítulo 2, são abordadas as teorias de Piaget e Vigotsky que expressam como se dá a construção do conhecimento nas pessoas e que tais construções são podem ser alcançadas através das relações sociais e culturais dos indivíduos bem como dos saberes já conhecidos pelos mesmos a cerca de um dado fenômeno que será debatido. Neste capítulo também será debatida como a execução de aparatos experimentais são de fundamental importância no processo de ensino-aprendizagem. O capítulo 3 apresenta a estruturação de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), ou seja, demonstra como devem ser as etapas da mesma e que ele precisa ser disposta de acordo com Carvalho (2016). O capítulo 4 consiste no estudo teórico dos fluidos, suas definições, características e suas aplicações no cotidiano. O capítulo 5 nos remete a caracterização minuciosa de produto educacional deve ser aplicado em sala de aula pelo professor. No capítulo 6 são realizadas as análises dos possíveis resultados de todas as etapas da SEI e do produto educacional a fim de averiguar qual a aprovação da atividade por conta dos discentes. E por fim, no capítulo 7 são feitas a ponderações e considerações finais sobre a SEI e o produto educacional.

2 AS TEORIAS DE PIAGET E VIGOTSKY E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

A educação vem sofrendo profundas transformações ao longo do tempo, especialmente a partir do século XX. Por um longo período, o método de ensino-aprendizagem utilizado pelos docentes era caracterizado por um ensino que era norteado por verdades impostas, em que a aprendizagem era crua e meramente decorativa e cabia ao professor a função do ensino direto, como a replicação de conceitos e memorização dos nomes dos cientistas envolvidos em tais assuntos abordados em sala de aula.

Com o passar do tempo e levando em consideração a significativa evolução do conhecimento, percebeu-se que era necessário que se repassassem os conteúdos de forma qualitativa aos alunos e não mais quantitativa, pois dever-se-ia buscar o ensino através de diretrizes relacionadas às características individuais e sociais dos mesmos. Vale ressaltar que esse método de ensino foi difundido porque não havia mais a possibilidade de se ensinar tudo a todos. Também é importante ponderar que tal método tinha como base os trabalhos desenvolvidos por epistemólogos e psicólogos que defendiam tal tese.

Durante certo tempo os educadores pensavam que esses dois referenciais teóricos-piagetiano e o vigotskiano- eram conflitantes no que se refere às possíveis influências na docência. Porém, com o passar dos anos, através de inúmeras pesquisas realizadas nos estabelecimentos de ensino, observou-se que, na verdade, essas teorias se complementam, quando implementadas em sala de aula em diversas situações.

O psicólogo e epistemólogo Jean William Fritz Piaget, ou simplesmente Piaget (1896-1980), realizou diversas pesquisas no intuito de procurar compreender de que maneira o conhecimento, principalmente o científico, se dava para os alunos. Após a realização de tais pesquisas, com crianças e adolescentes, nos recintos educacionais Piaget chegou à conclusão que era importante e necessário se apresentar um problema inicial aos mesmos, para dar início ao processo de construção do conhecimento. Tal conclusão feita por Piaget foi extraordinária, porque rompia de vez com o sistema de aulas expositivas, pois agora os professores eram meros mediadores do conhecimento e os alunos eram os agentes ativos do processo de ensino-aprendizagem, pois tinham total liberdade e oportunidade de racionar e construir seus próprios conceitos e definições.

Para Carvalho (2016), Piaget idealizou a definição dos termos equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio, como uma maneira de esclarecer os meios de construção do

conhecimento. Vale ressaltar que qualquer novo conhecimento sempre é criado a partir de um conhecimento que já existia anteriormente.

Segundo Piaget (1976), a desequilibração se dá quando submete os alunos a novos problemas para que os mesmos tentem resolver e isso acaba desequilibrando-os. Já a reequilibração se caracteriza quando, a partir de problemas propostos pelo professor, o aluno consegue adquirir meios para construção de novos conhecimentos. E por fim, a equibração nada mais é do que o conhecimento científico que o aluno adquiriu e que está em desenvolvimento.

Para Piaget (1978), duas conjunturas são imprescindíveis no auxílio do processo de ensino e aprendizagem, na reequilibração, quando implementadas nos ambientes escolares: a transição da ação manipulativa para a ação intelectual e a relevância da tomada de consciência de suas próprias atitudes.

Com a finalidade de proporcionar ao aluno a concepção de certo conceito, é de fundamental importância que se faça uma esquematização de uma sequência de ensino e esta deve começar a ser executada com as ações manipulativas. Estas atividades podem incluir: jogos, experimentos ou um texto. Tal medida se torna necessária para que haja uma efetiva passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.

No processo ensino-aprendizagem, do método de ensino defendido por Piaget, é importante que o professor tenha a percepção de que os alunos vão errar e, a partir de seus erros, vão acertar. Portanto o professor tem que ter em mente que os erros fazem parte do processo de construção do conhecimento, pois para os alunos será muito pouco provável que eles acertem na primeira tentativa e os mesmos precisarão refletir sobre seus erros, para depois tentar acertar.

Na formação do conhecimento dos alunos todas as teorias e ensinamentos de Piaget mostram-se de bastante relevância. Porém, observa-se a necessidade de uma complementação de suas teorias, pois em grande parte dos estabelecimentos de ensino as turmas são numerosas e se faz necessário um estudo social de como o conhecimento se dá. Quem foi o precursor dessa metodologia, a construção social do conhecimento, foi psicólogo russo Lev Vigotsky (1896-1934).

Diversos autores apoiam as ideias de Vigotsky, no que se refere a construção social do conhecimento, pois para eles, assim como o psicólogo russo, as relações sociais que ocorrem nos recintos escolares são consideradas como lastro do desenvolvimento cognitivo dos discentes no processo de formação do conhecimento. Dentre os pensadores que

concordam com Vigotsky estão Carvalho (2014; 2016), Azevedo (2009), Carvalho e Sasseron (2015), Bellucco e Carvalho (2013).

De acordo com Carvalho (2016) para se compreender o processo de busca pelo conhecimento, os trabalhos de Vigotsky tiveram uma contribuição fundamental e tais trabalhos se norteiam em dois eixos principais, que são eles: o primeiro e o mais relevante, no que se refere ao Ensino de Ciências por Investigação, profere que “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais”. Já o segundo eixo foi de constatar que os processos sociais e psicológicos se estabelecem por meio de ferramentas, itens culturais que compõem a relação entre os indivíduos e o meio físico. Os meios culturais são de fundamental relevância no processo das relações sociais e também atuam de maneira a favorecer a relação entre os discentes e entre os discentes e o professor, e, fundamentalmente, atuam também como elemento de transformação na mente dos mesmos. Pode-se citar o desenvolvimento da linguagem em sala de aula como um meio cultural que tem um papel primordial nesta relação social.

Cole (1985) afirma que a escola sofreu influência direta com um outro trabalho realizado por Vigotsky, que foi a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Nos seus estudos, Vigotsky percebeu que existiam tarefas que os alunos conseguiam executar sozinhos, percebeu também que existiam tarefas que os alunos só conseguiam executar com a ajuda do professor e por fim, verificou que haviam tarefas que nem com a ajuda do professor os alunos conseguiam realizar. Para ele, as atividades que os alunos conseguiam desempenhar sozinhos são os conhecimentos que estão numa região que ele denominou de Zona de Desenvolvimento Real. Já as atividades que os alunos conseguem executar com a ajuda do professor e que tem capacidade a aprender, são os conhecimentos que estão na sua Zona de Desenvolvimento Potencial. Vigotsky denominou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) a distância entre a Zona de Desenvolvimento Real e a Zona de Desenvolvimento Potencial.

Na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), o professor terá a função de identificar o que os alunos já sabem e o que eles precisam saber sobre determinado tema para que os mesmos possam realizar as atividades de sala de aula sozinhos. Portanto, cabe ao professor a missão nítida e notória de interferir na ZDP dos alunos, provocando progressos no conhecimento dos mesmos, que não ocorreriam de forma espontânea. A partir desta mediação do professor, aquilo em que os alunos só conseguiriam executar com ajuda, acabam aprendendo a desenvolver sozinhos.

Ao passo que este evento vá surgindo e o professor percebendo o surgimento de novos potenciais e novas distâncias de Zonas de Desenvolvimento Proximal o aluno vai se tornando cada vez mais capaz e irá se desenvolver ainda mais.

De acordo com Moreira e Massoni (2016), o professor, no processo de ensino-aprendizagem do aluno, deve proceder como um mediador entre o conhecimento e o aluno e ele deve propor aos discentes significados socialmente reconhecidos. Vale ressaltar que, se não houver a relação social ou sem o intercâmbio de significados, o processo de ensino e aprendizagem bem como o desenvolvimento cognitivo do aluno não se darão, dentro da chamada Zona de Desenvolvimento Proximal.

É importante frisar que a relação social e cultural dos alunos é imprescindível no processo de ensino-aprendizagem dos mesmos, pois estando eles imersos em grupos com mesmas características e propriedades sociais e culturais e de mesma capacidade cognitiva é muito mais provável adquirirem novos conhecimentos do que os que estão associados a grupos com diferentes capacidades cognitivas e diferentes elementos culturais.

Diante do que foi exposto anteriormente, fica evidente que as teorias e ideias propostas tanto por Piaget quanto por Vigotsky, que norteiam as Sequências de Ensino por Investigação (SEI's), se mostram bastante interessantes e efetivas para a o desenvolvimento e crescimento do processo de ensino-aprendizagem. É importante ponderar que tais tendências pedagógicas, de Piaget e Vigotsky, precisam ser seguidas por uma mudança no planejamento pedagógicos dos estabelecimentos de ensino bem como o do professor também.

3 ESTRUTURAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO-SEI

Realizar uma atividade de investigação no recinto escolar muitas das vezes não é uma missão fácil e vários são os fatores que podem levar ao fracasso tal trabalho investigativo e dentre esses fatores pode-se citar: a falta de material; a falta de infraestrutura do estabelecimento de ensino e o desentusiasmo dos alunos pelo trabalho ou pelo conteúdo daquela atividade investigativa naquele dado momento. Portanto é imprescindível que o professor adote métodos que tornem o aprendizado dos conteúdos das diretrizes curriculares dos alunos mais atraentes e prenda a atenção dos mesmos em tal aprendizado. Desta maneira, por associar o ensino de Física com o outras diretrizes curriculares do aluno, permitindo uma relação interdisciplinar em sala de aula, a Sequência de Ensino por Investigação (SEI) se apresenta como uma alternativa factível como proposição metodológica para o avanço de um trabalho pedagógico de ensino na escola.

A Sequência de Ensino por Investigação (SEI) é um projeto de ensino que engloba determinados conhecimentos afins, que visam possibilitar que os alunos atuem ativamente no processo de ensino-aprendizagem. Para Carvalho, o “objetivo das atividades relacionadas ao conhecimento científico é fazer os alunos resolverem os problemas e questões que lhes são colocados, agindo sobre os objetos oferecidos e estabelecendo relações entre o que fazem e como o objeto reage à sua ação” (CARVALHO, 2009, p.18).

De acordo com Sedano (2016), a SEI tem a incumbência de proporcionar a produção do saber científico com base no comprometimento do discente, para que na conexão com os seus pares, com o auxílio da medição do professor em sala de aula, o mesmo venha a realizar e compreender a ciência. Do mesmo modo, Carvalho (2016) expõe que se torna necessário produzir uma atmosfera investigativa nas salas de aula para as aulas de ciências, de maneira a proporcionar aos alunos ensinamentos da atividade científica, para que os mesmos desenvolvam sua cultura científica.

Ressalta-se que as metodologias pedagógicas propostas por Piaget e Vigotsky são primordiais na construção de uma SEI, pois os fundamentos potencializados pelos mesmos servirá de lastro suficiente para que os alunos possam desenvolver seus próprios saberes.

3.1 CARACTERIZAÇÃO PROBLEMA

Em um trabalho investigativo podem-se elencar diversos problemas possíveis para se dar o ponta pé inicial na atividade. Por ser a mais atraente e, possivelmente, a mais encantadora, a atividade experimental configura-se como a melhor proposta para os alunos. Os problemas não experimentais podem ser sugeridos, como é o caso de charges, revistas e recortes de jornais, por exemplo. Sendo e ou não experimental, é de fundamental importância ter em mente que a atividade investigativa deve procurar acompanhar fases em sua concepção que proporcionem ao aluno a investigação e o teste de possibilidades, definindo desta forma, a transição da ação manipulativa para a ação intelectual.

Caberá ao professor a missão de propor o problema, e este problema deverá despertar o interesse do aluno na procura de soluções para tal problema. De acordo com Sasseron e Duschl (2016), a finalidade do trabalho deve está explícito, afim de que o professor realize perguntas aos alunos, sugira atividades e discuta os comentários dos discentes, visando busca a atividade investigativa com a matéria da aula.

Vale ressaltar que quando houver riscos à saúde dos alunos, no que se refere aos materiais que os mesmos deverão manipular na busca pela solução do problema proposto, caberá ao professor a realização da demonstração do artefato experimental e esta atividade será denominada de demonstração investigativa.

3.2 O PROBLEMA EXPERIMENTAL

O material utilizado nesse processo precisa está bem elaborado e estruturado para que o mesmo possibilite o desejo do aluno para com a busca por soluções de tais problemas e isto é de fundamental importância para que eles não fiquem desorientados no momento em que estiverem na busca das soluções da atividade. Também é fundamental que tal material proporcione uma mudança de critérios, alterando desta maneira as suas ações, intensificando o seu sentido crítico ao perceber os resultados decorrentes dessas ações.

O problema deve ser atraente para os alunos pois deve provocar no mesmo o desejo pela sua solução. É importante salientar que tal problema precisa está em consonância com os referenciais teóricos, ou seja, deve está inserido no contexto social dos mesmos e deve viabilizar para que os mesmos possam utilizarem conhecimentos anteriores.

Na sequência, para assegurar que os discentes obterão sucesso na execução e teste de suas hipóteses, serão explanadas de maneira bastante minuciosa as etapas que devem ser seguidas neste processo.

3.2.1 Fornecimento do material e apresentação do problema pelo professor.

Nesse momento caberá ao professor dividir a turma em pequenos grupos (o ideal é de quatro a cinco discentes) proporcionando aos alunos que eles tenham a liberdade de formar seus grupos seguindo suas preferências e afinidades. Na sequência o mesmo faz a repartição do material experimental para logo em seguida submeter os alunos ao problema, não esquecendo de conferir se todos os alunos dos grupos compreenderam de forma explícita o que devem realizar em sala de aula na execução do problema. Vale ressaltar que é de fundamental importância que o professor tenha cautela para não acabar manuseando o material experimental e muito menos de como proceder na resolução da atividade, pois, em caso negativo poderá excluir qualquer perspectiva de o aluno pensar.

3.2.2 Levantamento de hipóteses e resolução do problema pelos alunos

Nesta fase ocorre o início de uma atitude científica, pois nela os discentes farão uso de ações manipulativas, que irão favorecer os mesmos na produção de conjecturas que serão usadas para a solução da atividade proposta pelo professor, desta maneira, tem-se a configuração da transição da ação manipulativa para a ação intelectual.

Na construção do conhecimento os erros são importantes, pois as conjecturas feitas que falharem, na resolução do problema, serão eliminadas, pois os alunos irão adquirir consciência que elas não ajudarão na solução da atividade proposta, e, portanto, deverão ser excluídas.

Para que os alunos não se sintam pressionados neste momento de busca da solução do problema é imprescindível que o professor mantenha um certo distanciamento dos grupos. Outrossim, para aqueles alunos que detenham capacidade cognitiva análoga e comungam de uma certa afetividade o desenvolvimento de hipóteses se torna mais acessível.

3.2.3 Sistematização do conhecimento pelos alunos

Nessa fase o professor precisa arrecadar o material experimental, conferindo, antes se todos já montaram as suas propostas de solução para o problema proposto. Posteriormente o professor deve organizar a sala de aula de tal forma que um aluno não atrapalhe a visão do outro e desta forma, dispor os alunos em um círculo é a solução mais adequada.

É de grande relevância que os alunos realizem a sistematização coletiva do conhecimento nesta etapa, e isso só é possível se o professor possuir o controle sobre os alunos em sala de aula de forma a assegurar espaço e tempo para todos fazerem a referida sistematização. Para contribuir para a construção do conhecimento de toda a classe, o aluno deve explicar qual foi o mecanismo que ele admitiu para produzir soluções para tal atividade.

Perguntas como: “De que maneira vocês obtiveram a solução do problema proposto?” precisam ser feitas pelo professor aos alunos a fim de estimular o senso crítico dos mesmos no que diz respeito as suas próprias atitudes visando assim mais uma vez a transição da ação manipulativa para a ação intelectual, conduzindo, assim, ao começo da expansão das atitudes científicas que irão compreender toda a sala de aula.

3.2.4 Escrever e desenhar pelos alunos

É muito importante que se faça também a sistematização individual do conhecimento do problema que foi proposto em sala de aula, porque, vale frisar, que até o presente instante foram feitas apenas as sistematizações coletivas do saber, fato este que configura um conhecimento social para os mesmos, pois eles debateram em grupo as resoluções de tal atividade.

Para (OLIVEIRA E CARVALHO, 2005), uma ótima e competente maneira de sistematização individual do conhecimento é solicitar aos alunos que os mesmos escrevam e desenhem a cerca dos meios usados nas tentativas de resolução da atividade proposta, visto que a linguagem escrita se mostra como um meio de fundamental relevância na concepção do conhecimento individual.

3.3 DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS- DI

Segundo Carvalho (2016), quando os problemas propostos pelo professor forem experimentais e o manuseio do produto experimental oferecer riscos a saúde dos alunos, esse instrumento experimental deve ser manejado pelo próprio professor e este deve se nortear, para a realização do referido problema, pelas conjecturas produzidas pelos grupos dos alunos. Vale ponderar que instrumentos experimentais que envolvam materiais inflamáveis, ácidos, fogo, etc., são exemplos de instrumentos que oferecem riscos à saúde de todos quando manejados.

As fases que precisam ser cumpridas em uma Sequência de Ensino por Investigação-SEI na forma de Demonstrações Investigativas são idênticas as que são cumpridas na execução do problema experimental: *etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema experimental pelo professor; etapa de resolução do problema pelos alunos e etapa de escrever e desenhar.*

3.4 AVALIAÇÃO DE UMA SEI

O processo de avaliação de uma SEI deve ser diferente do processo de avaliação mecanicista, onde este tem a finalidade de passar os alunos e nele é aplicado o sistema somativo. Desta forma, o processo de avaliação de uma SEI deve acontecer logo após o final de cada atividade proposta pelo professor em sala de aula.

Em uma SEI, pode-se fazer a avaliação dos alunos levando-se em consideração alguns aspectos que podem ser: aspecto referente ao procedimento adotado pelos mesmos- nele o professor verifica quais foram os meios que os discentes empregaram para resolver a atividade; aspecto referente a atitude dos alunos- neste o professor considera como os alunos agiram nos grupos quando foram submetidos ao problema proposto. Também pode-se dizer que a avaliação dos alunos pode se dar através de atitudes sociais dos mesmos, averiguando se eles colaboraram com um ao outro na concepção das respostas que solucionem o problema.

A etapa de *escrever e desenhar*, por se tratar de uma sistematização individual pode ser utilizada como uma forma de avaliação de uma SEI. Esta fase é aceita como meio de avaliação de uma SEI porque nela os alunos procuram descrever de forma minuciosa o passo a passo de como eles alcançaram a resolução da atividade proposta e, desta forma, pode-se realizar uma avaliação qualitativa da mesma levando-se em consideração o ordenamento da linguagem escrita.

4 ESTUDO DOS FLUIDOS

4.1 CONCEITO DE FLUIDO

Segundo Young e Freedman (2008), os fluidos exercem uma função muito importante no nosso dia a dia, pois eles estão presentes nas mais variadas situações: quando respiramos; quando bebemos um líquido; os navios navegam sobre eles; eles estão presentes em nosso corpo, etc. Mas afinal, o que é um fluido?

Denomina-se fluido toda e qualquer substância que pode fluir, ou seja, tem a característica de escoar com facilidade e, sendo assim, pode-se dizer que líquidos e gases são exemplos de fluidos. De maneira geral, o gás é admitido o fluido que é facilmente comprimido e um líquido, um fluido que tem a propriedade de ser praticamente incompressível (Young e Freedman, 2008, p.72).

É importante destacar que quando um líquido executa movimento verifica-se nele que há atrito entre as suas moléculas e este fato e a esta propriedade do mesmo denomina-se viscosidade. A água, fluido mais abundante na Terra, apresenta uma viscosidade muito pequena se comparada com outros fluidos, como o óleo por exemplo e por isso, escoar com mais facilidade que o óleo.

4.2 MASSA ESPECÍFICA

A massa específica é uma característica presente em todos os materiais. De acordo com Nussenzveig (2014), ela é definida como a razão entre um elemento de volume ΔV , que foi obtido em torno de um ponto do fluido e a massa Δm relacionada a este elemento de volume. Admitindo-se que $\Delta V = \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z$ é um volume infinitesimal físico, isto é, as variáveis $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ precisam possuir as medidas menores que as do mundo macroscópico, porém devem admitir dimensões maiores que as interatômicas para que ΔV possa compreender um número considerável de átomos e as flutuações sejam desprezadas. Assim, pode-se expressar a massa específica ρ conforme a Equação 1:

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta m}{\Delta V} \right) = \frac{dm}{dV} \quad (1)$$

Quando se supõe que a massa específica ρ do corpo é constante em todos elementos de volume do mesmo, pode-se escrever a Equação 1 da seguinte forma:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{massa específica uniforme}) \quad (2)$$

onde m e V são a massa e volume do corpo.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3). Vale ressaltar que essa grandeza é uma grandeza escalar.

A Tabela 1, abaixo, nos mostra as massas específicas de alguns corpos:

Material	Massa Específica (kg/m^3)	Material	Massa Específica (kg/m^3)
Ar (1 atm, 20 °C)	1,2	Ferro	$7,8 \times 10^3$
Álcool Etilico	$0,81 \times 10^3$	Latão	$8,6 \times 10^3$
Benzeno	$0,90 \times 10^3$	Cobre	$8,9 \times 10^3$
Gelo	$0,92 \times 10^3$	Prata	$10,5 \times 10^3$
Água	$1,00 \times 10^3$	Chumbo	$11,3 \times 10^3$
Água do mar	$1,03 \times 10^3$	Mercúrio	$13,6 \times 10^3$
Sangue	$1,06 \times 10^3$	Ouro	$19,3 \times 10^3$
Glicerina	$1,26 \times 10^3$	Platina	$21,4 \times 10^3$
Concreto	$2,00 \times 10^3$	Estrela anã branca	10^{10}
Alumínio	$2,70 \times 10^3$	Estrela de nêutrons	10^{18}

Tabela 01: Massas específicas de alguns materiais.
Fonte: Young e Freedman (2008).

4.3 PRESSÃO

De acordo com Young e Freedman (2008), mesmo quando um fluido está em repouso, como um todo, num recipiente as suas moléculas estão em movimento e as forças realizadas pelo mesmo são provenientes das colisões moleculares advinda do contato entre referido fluido com as superfícies vizinhas. Este fluido executa uma força que é perpendicular à superfície as paredes do recipiente que o contem ou a um corpo que está mergulhado neste fluido. Sendo assim, para que o fluido esteja em equilíbrio estático, as força aplicadas numa superfície de região imaginária imersa neste fluido necessitam ser iguais, pois em caso contrário, o fluido seria acelerado.

Seja que um elemento de área ΔA , que está localizado no centro de um ponto situado no interior de um fluido e um elemento de força normal ΔF , exercido pelo fluido sobre cada face do elemento ΔA , conforme a Figura 01.

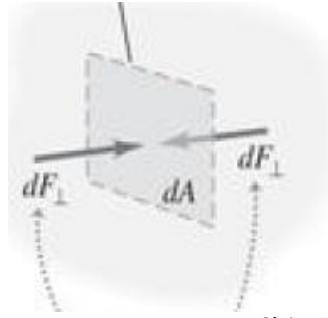


Figura 01: Forças atuando sobre uma pequena superfície dentro de um fluido em repouso.
Fonte: Young e Freedman (2008).

Define-se pressão como sendo o limite do quociente de ΔF por ΔA , quando ΔA tende a zero. Sendo assim, matematicamente, pode-se expressar a pressão pela Equação 3, como indicado abaixo.

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta F}{\Delta A} \right) = \frac{dF}{dA} \quad (3)$$

Se a força aplicada for uniforme em toda a superfície plana de área A , a pressão será a mesma em todos os pontos do fluido. Assim, a pressão poderá ser expressa, matematicamente, conforme a Equação 4, abaixo.

$$p = \frac{F}{A} \quad (\text{pressão de uma força uniforme em uma superfície plana}) \quad (4)$$

onde p é a pressão, F é a força normal resultante, medida em Newtons (N) e A é a área, medida em metros quadrados (m^2). Desta maneira, como a pressão é uma grandeza definida como sendo força por unidade de área a sua unidade de medida, no SI é o N/m^2 (Newtons por metro quadrado), também chamado de Pascal e $1 \text{ N}/\text{m}^2 = 1 \text{ Pa}$ (Pascal).

Existem outras unidades de medidas em que a pressão pode ser expressa, dentre elas pode-se citar: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$; $1 \text{ milibar} = 100 \text{ Pa}$; $1 \text{ psi} = 6.894,76 \text{ Pa}$.

Na Tabela 02 abaixo, estão listadas algumas pressões.

	Pressão (Pa)
Centro do Sol	$2,0 \times 10^{16}$
Centro da Terra	$4,0 \times 10^{11}$
Maior pressão contínua me laboratório	$1,5 \times 10^{10}$
Fossa oceânica mais profunda	$1,1 \times 10^8$
Salto alto em uma pista de dança	10^6
Pneu de automóvel	$2,0 \times 10^5$
Atmosfera ao nível do mar	$1,0 \times 10^5$
Pressão arterial sistólica normal	$1,63 \times 10^4$
Melhor vácuo em laboratório	10^{-12}

Tabela 02: Algumas pressões. Fonte: Halliday e Resnick (2016).

4.3.1 Pressão Atmosférica

A atmosfera terrestre é formada por uma grande massa de ar e esta aplica uma pressão sobre todos os seres, objetos, etc. que estão imersos, ou seja, que estão envoltos nesta grande região compreendida de ar. Ela é composta por uma mistura de gases, cujos principais componentes são o Oxigênio (21%) e o Nitrogênio (78%) e outros gases (1%). A esta pressão, exercida pelo ar atmosférico, denomina-se pressão atmosférica.

Através de um equipamento chamado de barômetro, o cientista italiano Evangelista Torricelli (1608-1647), determinou pela primeira vez o valor da pressão atmosférica, que foi de 76 cmHg (setenta e seis centímetros de mercúrio), conforme a Figura 02 mostra, o que ele chamou de 1 atm , têm-se que: $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$.

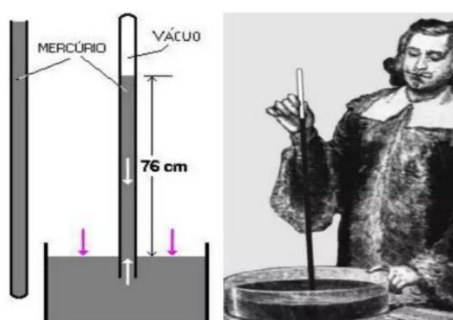


Figura 02: Experiência de Torricelli (barômetro).
Fonte: <https://www.estudopratico.com.br/o-barometro/>

Ressalta-se que a pressão atmosférica está diretamente ligada com a altitude terrestre, pois quanto maior a altitude, menor será a pressão atmosférica, como se observa na Figura 03. Da mesma forma, quanto mais imerso o corpo estiver sobre o fluido atmosférico, ao nível do mar ou abaixo dele, maior será a pressão atmosférica aplicada sobre o fluido no corpo. Este fato pode ser observado nas grandes montanhas, como a montanha do Monte Everest que se encontra na Cordilheira do Himalaia, uma cadeia de montanhas localizada na fronteira da China com o Nepal e que se estende por Índia, Butão e Paquistão, que fica a 8.848 metros acima do nível do mar, lugar onde a altitude é elevada e o ar atmosférico é rarefeito e por consequência a pressão atmosférica é menor.

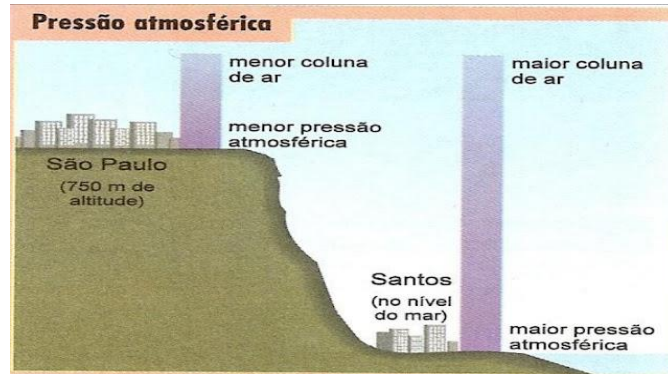


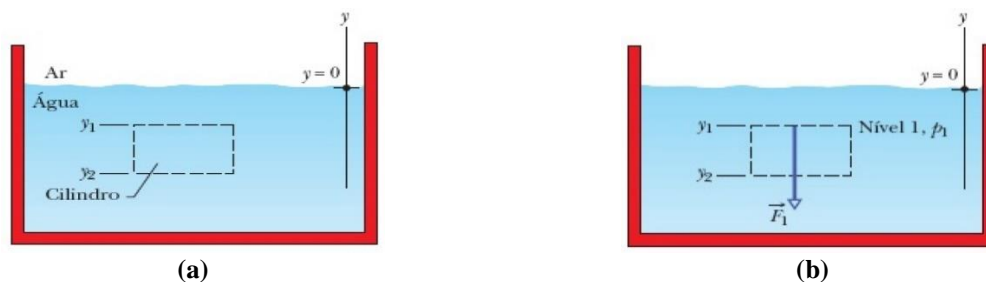
Figura 03: Variação da pressão atmosférica com a altitude.

Fonte: <https://geografalando.blogspot.com/2012/11/clima-influencia-da-latitude-e-altitude.html>

Também é importante frisar que a pressão atmosférica está relacionada a temperatura, pois quanto maior a temperatura, menor será a pressão atmosférica. Este fato se dá por conta que, quando a temperatura é menor as moléculas estão mais próximas uma das outras, fato este que as deixa mais pesadas, fazendo com que a pressão aumente. Já quando a temperatura se eleva, as moléculas se afastam uma das outras, fazendo com que a pressão fique menor.

4.3.2 Pressão no interior de um fluido

No interior de um fluido (água) em repouso que foi colocado em um tanque, consideremos um cilindro imaginário de área A que está em equilíbrio com o próprio peso \vec{P} e as forças normais \vec{F}_1 e \vec{F}_2 , conforme a Figura 04. Na Figura 04a, está sendo mostrado o cilindro imaginário imerso no fluido. Na Figura 04b, está ilustrada a força que é exercida na face superior do cilindro. Já na Figura 04c, está sendo ilustrada a força aplicada na face inferior do cilindro. Na Figura 04d, está sendo mostrada a influência que o campo gravitacional exerce sobre o cilindro. E na Figura 04e está sendo ilustrado o equilíbrio das forças.



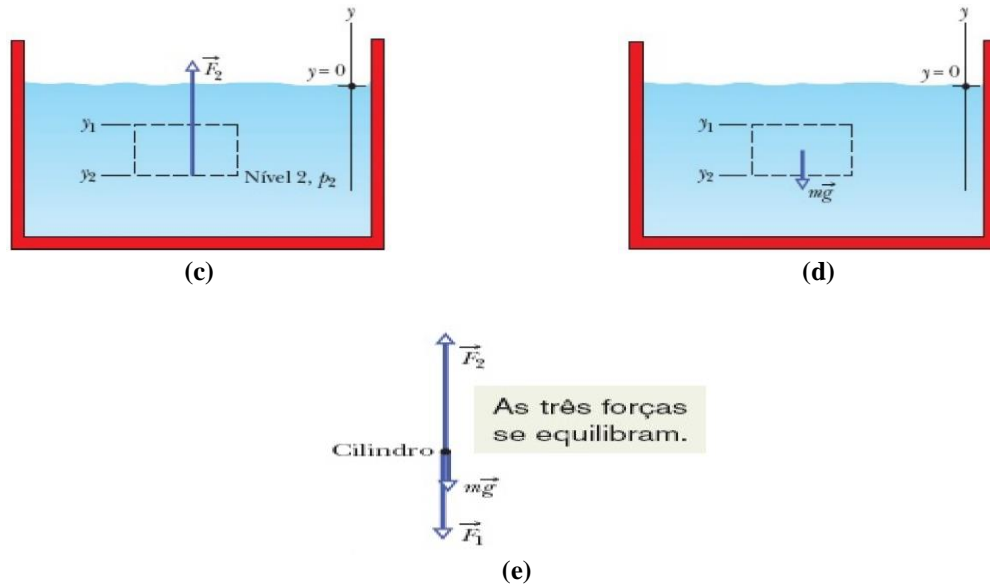


Figura 04: (a) Um tanque com água no qual uma parte da água está contida em um cilindro imaginário com uma base horizontal de área A . (b)-(d) Uma força 1 age sobre a superfície superior do cilindro; (c) uma força 2 age sobre a superfície inferior do cilindro; a força gravitacional que age sobre a água do cilindro está representada por m . (e) Diagrama de corpo livre do volume de água. Fonte: Halliday e Resnick (2016).

Para que o cilindro imaginário esteja em equilíbrio, tem-se que:

$$F_2 = F_1 + m \cdot g \quad (5)$$

Sabendo que pressão é o quociente entre a força pela área e utilizando a Equação 4, para se transformar a Equação 5, têm-se que:

$$F_1 = p_1 \cdot A \quad \text{e} \quad F_2 = p_2 \cdot A \quad (6)$$

Admitindo-se que a massa m , do cilindro imaginário pode ser calculada pela Equação 2, onde $m = \rho \cdot V$ e admitindo-se também que o volume do cilindro pode ser determinado multiplicando-se a sua área da base A pela sua diferença de altura $\Delta y = y_1 - y_2$. Daí vem que:

$$m = \rho \cdot A \cdot (y_1 - y_2) \quad (7)$$

Agora, substituindo-se a Equação 6 e a Equação 7 na Equação 5, têm-se que:

$$p_2 \cdot A = p_1 \cdot A + \rho \cdot A \cdot g \cdot (y_1 - y_2) \quad (8)$$

Por fim, divide-se ambos os membros por A . Então, tem-se que:

$$p_2 = p_1 + \rho \cdot g \cdot (y_1 - y_2) \quad (\text{pressão total ou pressão absoluta}) \quad (9)$$

Analisando-se a Equação 9, faz-se as seguintes conclusões:

- 1) Se a variação entre as cotas das faces do cilindro for zero, ou seja, $\Delta y = y_1 - y_2 = 0$, têm-se que $p_2 = p_1$. Desta forma, a pressão que atuará sobre o líquido será somente a pressão atmosférica, daí têm-se que $p_2 = p_{atm}$. Mas, ao passo que $\Delta y = y_1 - y_2$ aumenta, a

pressão total ou absoluta aumenta linearmente em função de Δy , como se pode observar no Gráfico 01, abaixo.

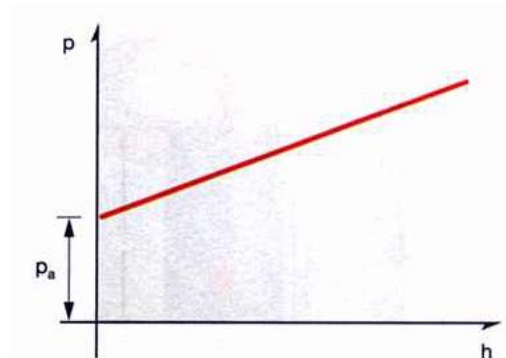


Gráfico 01: *Pressão x altura h (Δy).* Fonte: Máximo e Alvarenga (2006).

2) Ainda pela Equação 9, conclui-se que a pressão, em um certo ponto do fluido é composta por duas partes: a primeira dela, p_1 , é a pressão exercida pela superfície livre do fluido (no caso quando está em contato com o ar a pressão é a atmosférica p_{atm}). A outra parte, $\rho \cdot g \cdot (y_1 - y_2)$, é a pressão exercida pela coluna de líquido, ou seja, a pressão exercida pelo peso próprio do líquido, também conhecida como *pressão hidrostática* ou *pressão da coluna de líquido*.

3) Como foi dito no comentário anterior, a pressão que o fluido exerce devido ao seu peso próprio é dada por $\rho \cdot g \cdot (y_1 - y_2)$ e esta pressão só depende da diferença das cotas das superfícies do cilindro imaginário ($y_1 - y_2$), que iremos chamar de altura h da coluna do fluido. Deste modo, a pressão será a mesma, na direção horizontal, em recipientes que contenham o mesmo líquido independente mesmo de sua forma. Uma aplicação disso, é a utilização de mangueira com água por pedreiros em obras para fazer o nivelamento de um determinado ambiente, para a execução de pastilhas cerâmicas, por exemplo, como se pode observar na Figura 5.

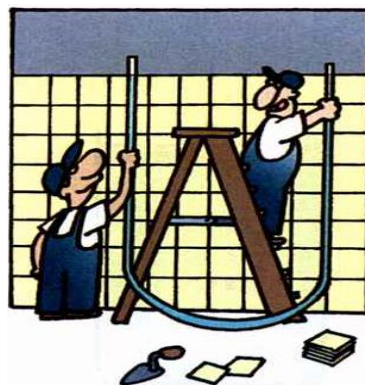


Figura 05: Nivelamento de dois pontos na vertical usando uma mangueira transparente cheia de água. Fonte: Máximo e Alvarenga (2006).

5 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

No que refere a educação básica da rede pública de ensino, está cada vez mais complicado a docência, pois a não valorização do professor bem como o menosprezo da escola como um ambiente de aprendizagem têm contribuído para uma realidade dura e desanimadora. No processo de ensino, mesmo com as explanações claras e minuciosas, professores notam que os alunos apenas memorizam os conteúdos para usá-los nas avaliações da escola, não conseguindo fazer de tais conteúdos elementos de construção de seus conhecimentos.

Se escola se limitar apenas a utilização do método tradicional de ensino, onde há a transferência de conhecimento direta, do professor para o aluno, ela estará proporcionando o processo de memorização de conteúdos pelos alunos e estes conceitos, serão muitas das vezes, de pouca significação, pois os alunos pouco usarão esses conceitos para a resolução ou interpretação de situações que venham a ocorrer fora da sala de aula. Vale ponderar, que o aluno aprende de forma mais relevante quando ele participa de forma ativa na construção do conhecimento, ou seja, quando ele é o sujeito de processo de ensino-aprendizagem e o professor atua como um mediador do conhecimento, auxiliando os alunos.

De acordo com Carneiro (2019), no ensino da disciplina de Física o professor deve buscar meios para atrair os alunos durante as aulas, torna-las mais atrativas e fazer com que os mesmos se tornem elementos ativos no processo de ensino-aprendizagem.

Desta maneira, este trabalho apresenta uma proposta de Produto Educacional que está embasado por uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), através de Demonstração Investigativa (DI), desenvolvido com a finalidade de proporcionar que o ensino de Física, pelo professor, seja mais atrativo e descomplicado, em especial, no que se refere ao estudo dos fluidos. As teorias de Piaget e Vigotsky, que abordam de que forma o conhecimento é alcançado pelas pessoas tomando como referência as relações sociais e culturais desenvolvidas pelos mesmos, foram tomadas como base para o desenvolvimento desta SEI, com o objetivo de se conseguir resultados satisfatórios no processo de ensino-aprendizagem.

Um dos mecanismos que devem ser admitidos inicialmente no desenvolvimento e execução de uma SEI são os saberes que os alunos já possuem. Desta maneira, a fase inicial de aplicação deste produto educacional é executada realizando-se perguntas embasadas em ilustrações, com a finalidade de se averiguar quais os saberes de Física que os alunos já possuem sobre o tema que está sendo tratado nas referidas ilustrações, proporcionando aos

mesmos, uma melhor execução e adequação das outras fases que virão. Essa fase da atividade pode ser desenvolvida em uma aula de 45 minutos.

A próxima etapa, de Demonstração Investigativa (DI), tem por finalidade de proporcionar que os discentes elaborem suas próprias concepções e definições de Fluidos e suas aplicações no dia a dia. Aqui nesta fase, será realizado um problema experimental, proporcionando que os alunos testemunhem o fenômeno experimental, proporem hipótese para a resolução do problema observado e procurarem maneiras e mecanismos para provarem as hipóteses propostas, a fim de se alcançar as respostas desejadas para as atividades que foram sugeridas. Nesta fase os alunos deverão formar grupos de no máximo cinco componentes e podem seguir, na formação desses grupos, critérios de afetividade. Essa demonstração investigativa pode ser aplicada em duas aulas seguidas com duração de 45 minutos cada.

Como mais uma etapa do produto educacional proposto, se faz necessário a elaboração de uma aula teórica a fim de complementar o conteúdo referente ao estudo dos fluidos em repouso, tendo em vista que a demonstrações investigativas não foram suficientes no que se refere a cobertura de conteúdo relacionados ao estudo dos fluidos em repouso. Esta etapa pode ser realizada em duas aulas de 45 minutos.

Um teste com questões objetivas pode ser aplicado também. Tal teste terá a finalidade de se constatar de que maneira o conteúdo de Física até então repassado foi compreendido pelos alunos em sala de aula. Esta fase do produto educacional pode ser aplicada em duas aulas de 45 minutos.

Com o objetivo de tornar mais acessível aos demais docentes, na sequência será realizada uma descrição de todas as fases do produto educacional proposto na forma de DI: *avaliação diagnóstica; demonstração investigativa; aula teórica e teste usando questões objetivas*, e como deve ser a sua implementação com os alunos da educação básica, mais precisamente, da segunda série do Ensino Médio. Este produto educacional foi elaborado para ser implementado em 4 etapas ou fases, no qual totalizam 7 aulas, com 45 minutos cada aula.

5.1 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

De acordo com Gavassi (2012) *apud* Carneiro (2019), a avaliação diagnóstica é uma etapa do processo de ensino-aprendizagem e tem a finalidade de averiguar quais são os saberes que os alunos já possuem sobre determinado assunto, analisando as suas

competências e habilidades para com o tema abordado. Esta fase do referido processo é muito importante haja vista que através dela o professor poderá antever onde os discentes poderão apresentar dificuldades em relação ao conteúdo que será ministrado bem como o auxiliará no planejamento das etapas da SEI que será implementada aos alunos permitindo ao professor, que ele organize os alunos em grupos ou níveis de conhecimento.

Com a finalidade de estimular e tornar atrativo o ensino de Física em sala de aula, deixando o método tradicional de lado, optou-se em se realizar esta avaliação diagnóstica fazendo uso de imagens, charges e algumas perguntas a fim de conectar os alunos ao tema “Fluidos”. Na sequência estão as ilustrações e questionamentos que foram realizados, como exemplos neste processo, a partir da apresentação de tais ilustrações.



Figura 06: Lata com furos para escoamento de líquido.
Fonte: Máximo e Alvarenga (2006).

“Com apenas um furo na lata o líquido não saiu da mesma. Já quando foi feito o segundo furo na lata o líquido escoou com facilidade para fora da lata. Porque foi necessário se fazer o segundo furo na lata?”



Figura 07: Garrafa PET com 3 furos em locais diferentes em sua lateral.
Fonte: <http://educacao.globo.com/provas/enem-2013/questoes/57.html>

“Com a garrafa destampada, conforme a Figura 07, porque o jato de água tem um alcance maior naquele furo que está mais abaixo na garrafa? E o que aconteceriam com os jatos de água que saem pelos furos se a garrafa fosse tampada?”



Figura 08: Água que não cai do copo.

Fonte: <https://www.indagacao.com.br/2018/05/para-realizacao-dessa-atividade-serao-necessarios-um-copo-com-agua-e-um-pedaco-quadrado.html>

“Porque a água não cai do copo quando o mesmo é virado, como ilustrado na Figura 08?”

Nesta etapa de avaliação diagnóstica os alunos deverão ser divididos em grupos pequenos, de no máximo cinco participantes. Esta divisão da classe em grupos se faz necessário para que os alunos possam trocar ideias sobre as perguntas referentes as ilustrações apresentadas e permita que os mesmos elaborem hipóteses e resoluções para as perguntas que foram propostas. Após esse momento, os grupos deverão entregar as referidas propostas ao professor que fará a análise das mesmas para que posteriormente possa decidir quais devem ser ações que precisarão ser realizadas para que os alunos consigam atingir outro estágio no que se refere aos seus saberes sobre o estudo dos fluidos.

5.2 DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA

Nesta fase do processo os alunos foram divididos em grupos de quatro ou cinco participante e para a montagem desses grupos poderá se levar em conta as preferências dos alunos, como afinidade, por exemplo. Ela apresenta a finalidade de proporcionar aos alunos fundamentos para que os mesmos consigam observar a influência da pressão atmosférica e a pressão exercida por uma coluna de um fluido foi elaborada, nesta etapa do processo, uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), que será norteadada por meio de um experimento. A mesma foi planejada por meio de Demonstração Investigativa (DI) por conta que deve ser

utilizado no experimento material perfurocortante e este pode apresentar risco a saúde e integridade dos alunos que irão manipular o experimento. A manipulação do mesmo deverá ser feita pelo professor e este fato pode acarretar uma certa insatisfação por conta dos alunos, que foram divididos em grupos de quatro ou cinco componentes.

Para dar o ponta pé inicial para a realização das atividades, como primeira etapa da SEI (*distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor*), será proposta uma situação-problema para os alunos, que será a seguinte:

“Como se deve proceder para construir um ‘bebedouro de passarinho’ (Figura 09a) utilizando somente os materiais apresentados (Figura 09b)?”

Para a realização do problema, serão usados os materiais dispostos abaixo:

- ✓ Uma jarra de água com corante
- ✓ Uma bandeja funda de plástico;
- ✓ Uma garrafa PET vazia com a tampa;
- ✓ Um estilete para cortes;
- ✓ Fita adesiva transparente;



Figura 09a: Bebedouro de passarinho comercial.
Fonte: <https://terrazoo.com.br/produto/bebedouro-para-passaros-cacula-amarelo-jel-plast/>



Figura 09b: Materiais para confecção do bebedouro de passarinho.Fonte: Autor (2023)

Tendo como base a análise das ilustrações dispostas na avaliação diagnóstica e também os materiais disponíveis, almeja-se que os alunos irão, como o auxílio do professor na manipulação inicial (corte da garrafa PET, se for necessário) do aparato experimental, propor hipótese de como o aparato experimental deve ser montado (ver Apêndice A), solucionando o problema proposto. Neste processo alguns questionamentos poderão surgir, dentre eles:

“O que aconteceria com o líquido na garrafa PET se a tampa da mesma fosse retirada?”

“Se ao invés de ser água fosse outro líquido, como o refrigerante, o que aconteceria com no aparato experimental?”

“O que aconteceria se o corte na garrafa PET fosse feito no meio da garrafa?”

Essa é a segunda etapa de uma SEI (*resolução do problema pelos alunos*).

Após serem apresentados todos os questionamentos dos grupos, o professor deverá abrir uma discussão com todos os discentes a fim de debater quais as propostas são válidas ou não. As propostas consideradas inválidas são importantes no processo de implementação da SEI, pois o erro também contribui para a aquisição de conhecimento. Neste momento o professor deverá dispor a turma em círculo, para que o campo visual dos alunos seja o maior possível durante a discussão das propostas.

Posteriormente a esta discussão almeja-se que todos os alunos tenham em mente que ao posicionarmos a garrafa na vertical, mesmo com a abertura na base, a água não sai de dentro da garrafa, conforme a Figura 10, ao contrário do que se espera. A coluna de água descera apenas ligeiramente dentro da garrafa diminuindo levemente a pressão do ar que ficou retido. Esta pequena alteração na pressão faz com que haja equilíbrio de forças entre as partes internas e externas da garrafa, ou seja, a pressão atmosférica se equilibra com a pressão hidrostática somada com a pressão do ar dentro da garrafa.



Figura 10: Experimento pronto (Bebedouro de passarinho).
Fonte: Autor (2023).

Essa é a terceira etapa de uma SEI (*sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos*).

O professor pode solicitar aos alunos que os mesmos escrevam e desenhem sobre o que foi aprendido em sala de aula, pois isto configura uma outra forma de sistematização do conhecimento. Neste processo, as ideias são estruturadas nas mentes dos alunos de forma

individual, daí este processo se chamar de sistematização individual do conhecimento. Essa é a última etapa de uma SEI (*etapa de escrever e desenhar*).

O próprio professor pode iniciar uma outra atividade de sistematização do conhecimento, estimulando os alunos com algumas perguntas simples e dentre elas pode-se citar: “onde você consegue perceber a aplicação dos fenômenos de pressão hidrostática e pressão atmosférica no seu dia a dia?” Este tipo de questionamento proposto pelo professor permite ao discente associar como os fenômenos estudados no experimento, com o seu ambiente social.

5.3 AULA TEÓRICA

Na implementação da SEI, alguns conceitos e aplicações sobre fluidos não foram abordados, pois se tratou somente de densidade, pressão, pressão atmosférica e pressão hidrostática. Porém, faz-se necessário que se ensine os demais conceitos e aplicações sobre os fluidos, pois estes fazem parte do conteúdo programático escolar da educação básica. Sendo assim, é necessário que se realize uma aula teórica a fim de proporcionar aos alunos uma complementação do conteúdo programático proposto pelas secretarias de educação dos estados e municípios que abordem os temas que não foram aplicados na SEI, pois tais estudantes devem ser capacitados para que possam realizarem os mais diversos processos de seleção para a entrada na universidade.

Portanto, os temas que serão abordados nesta aula teórica serão: princípio de Pascal e suas aplicações; teorema de Arquimedes e suas aplicações; escoamento de um fluido; vazão e equação da continuidade.

5.4 AVALIAÇÃO TEÓRICA E ESCRITA PROPOSTA AOS ALUNOS COM QUESTÕES DO ENEM E DE VESTIBULARES

Com o intuito de se analisar se os alunos de fato absorveram de forma quantitativa e qualitativa os conhecimentos repassados através da SEI, uma avaliação objetiva pode ser implementada para a turma. As questões contidas nesse teste podem ser questões teóricas/conceituais e questões que envolvam cálculos de pressões, massa, volumes e demais tópicos

referentes ao estudo dos fluidos. As questões a serem propostas podem ser de vestibulares ou do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Na sequência estão listadas cinco questões relacionadas ao estudo dos fluidos que podem ser aplicadas no referido teste.

1) (ENEM 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- a) largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- b) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- c) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- d) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
- e) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

2) (ENEM-2018- PPL) A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador concluiu que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática.

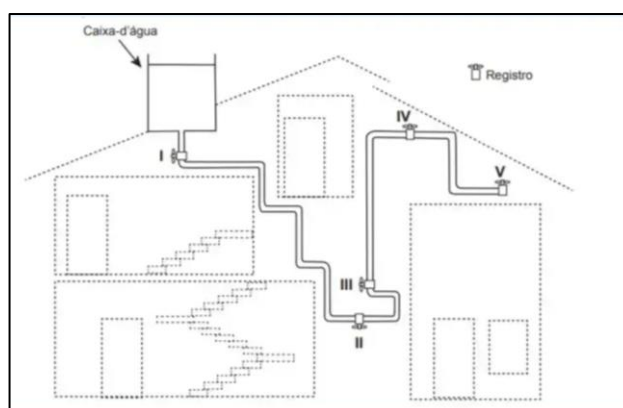


Figura 11- Encanamento de uma casa.
Fonte: INEP (2018).

Em qual registro ocorria o vazamento?

- a) I
- b) II

- c) III
- d) IV
- e) V

3) (ENEM 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.

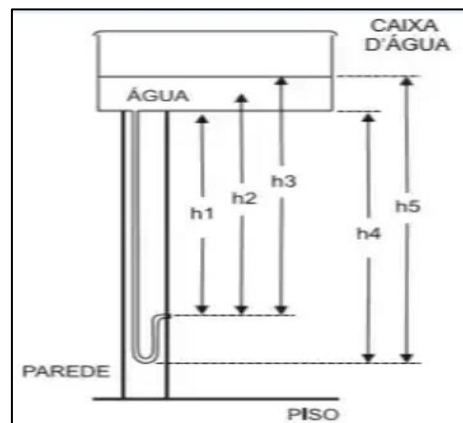


Figura 12: Instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.
Fonte: INEP (2012).

O valor da pressão da água na ducha está associado à altura:

- a) h1
- b) h2
- c) h3
- d) h4
- e) h5

4) (UDESC-SC) A pressão atmosférica é 76 cmHg em um local onde há uma piscina cheia de água, que tem uma profundidade de 5,0 m. Assinale a alternativa correta quanto à pressão total no fundo da piscina.

- a) 81 cmHg
- b) $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
- c) $0,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
- d) $1,5 \times 10^5 \text{ cmHg}$
- e) 576 cmHg

5) (UERJ-RJ) Para um mergulhador, cada 5 m de profundidade atingida corresponde a um acréscimo de 0,5 atm na pressão exercida sobre ele. Admita que esse mergulhador não consiga respirar quando sua caixa torácica está submetida a uma pressão acima de 1,02 atm.

Para respirar ar atmosférico por um tubo, a profundidade máxima, em centímetros, que pode ser atingida pela caixa torácica desse mergulhador é igual a: ($d'água=10^3\text{kg/m}^3$ e $g=10\text{ms}^{-2}$).

- a) 40
- b) 30
- c) 20
- d) 10
- e) 15

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO OS POSSÍVEIS RESULTADOS

Neste capítulo se buscará prever quais seriam os possíveis resultados alcançados referente ao produto educacional que foi proposto para os alunos em sala de aula. É importante ponderar que esses possíveis resultados, quando juntados, se tornam uma importante ferramenta e pode ajudar como referência na implementação de ações futuras no contexto do ambiente escolar.

6.1 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Ilustrações foram usadas nesta fase com o intuito de investigar o que os alunos já conheciam previamente sobre o tema abordado nas mesmas. Aqui se prevê que os alunos não irão responder de forma correta a todos os questionamentos elaborados pelo professor a respeito das ilustrações, porém espera-se que os alunos consigam correlacionar os três fenômenos apresentados nas ilustrações e tenham uma noção do que é pressão atmosférica, pressão hidrostática (pressão de uma coluna de líquido) e densidade, fato este muito relevante na implementação de uma SEI.

6.2 ANÁLISE DA DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA

Aqui, diante da análise de relatos dos alunos (produzidos na *etapa de escrever e desenhar*) através de um relatório individual solicitado pelo professor aos mesmos sobre o que os mesmos entenderam do experimento que foi utilizado na etapa em questão, espera-se que o objetivo seja alcançado, ou seja, que os alunos aprendam as definições do que é um fluido, pressão atmosférica e o que é pressão hidrostática e como esses elementos estão presentes no nosso cotidiano.

6.3 ANÁLISE DA AULA TEÓRICA E DA AVALIAÇÃO TEÓRICA E ESCRITA PROPOSTA AOS ALUNOS COM QUESTÕES DO ENEM E DE VESTIBULARES

Visando uma complementação do conteúdo programático que é proposto pelas secretarias de educação de estados e municípios é relevante que se implemente uma aula teórica, pois os alunos precisam se preparar para os exames dos vestibulares e ENEM que virão a realizarem no futuro. Esta também é uma etapa de atividade de sistematização do conhecimento. Nesta etapa espera-se que os alunos aumentem ainda mais o seu leque de conhecimento, pois com a etapa de Avaliação Diagnóstica e Demonstração Investigativa (DI) já executadas, os alunos certamente já possuirão um conhecimento considerável sobre o tema estudo dos fluidos.

Posteriormente a essa aula teórica, como processo de finalização da SEI, verifica-se como foi o desempenho dos alunos após a realização do teste com questões de vestibulares e ENEM proposto pelo professor.

Aqui espera-se que os alunos tenham um ótimo desempenho, pois esta fase, como já foi dito, é uma complementação do conteúdo que foi abordado na implementação de SEI.

6.4 ANÁLISE DA ACEITAÇÃO DA SEI PELOS ALUNOS

Para entender o que os alunos acharam sobre a implementação da SEI, um questionário (ver Apêndice B) poderia ser submetido aos mesmos no final da mesma.

Diante das possíveis respostas do questionário proposto pelo professor, espera-se que os alunos mencionem que as aulas que utilizam mecanismos investigativos são mais atraentes que as aulas que se utilizam do método tradicional de ensino, pois neste último método o aluno é um agente passivo do processo de construção do conhecimento e o professor atua como o possuidor do conhecimento não estimulando o aluno a desenvolver a sua capacidade de produção de conhecimento.

Imagina-se que os alunos dirão que um ponto que deve se tomado como primordial na aplicação de uma SEI é o desempenho do professor como mediador do conhecimento, pois ele

deve procurar apresentar um rendimento satisfatório de modo que seja bem claro em sua colocação não gerando mais dúvidas nos alunos em suas colocações no desenvolvimento da SEI, pois em caso contrário, ele pode comprometer de forma significativa as etapas de aplicação da mesma bem como o seu resultado.

Prevê-se que os alunos comentem que o professor pode e deve adotar novos mecanismos e medidas para estimular mais ainda os alunos quando da implementação da SEI. Vale ressaltar que este ponto sempre pode melhorar afim de se obter resultados mais satisfatórios.

Também, durante a análise do questionário proposto aos alunos sobre a aceitação da SEI, imagina-se que os mesmos irão comentar que, pelo fato do produto educacional ser aplicado em grupo de alunos e não de maneira individual aos mesmos, eles devem dizer que a permuta de ideias entre eles se torna mais espontânea e proveitosa, contribuindo de forma significativa no processo de ensino-aprendizagem deles, como defende a teoria vigotskyana, como já foi dito anteriormente.

Ressalta-se que também se espera que os discentes mencionem, a partir do questionário proposto (Apêndice B) que as aulas teóricas e a atividade investigativa se completam facilitando o processo de ensino-aprendizagem dos alunos em sala de aula.

Por fim, espera-se que os alunos tenham uma boa avaliação do que lhes foi implementado através da SEI, e que a mesma tenha produzido bons resultados para todos na sala de aula. Tudo isso irá proporcionar uma melhora significativa no processo de ensino-aprendizagem introduzindo-o na educação básica.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já foi dito anteriormente, a Física é a ciência que estuda os fenômenos da natureza e é uma das mais antigas das ciências. Ela nos ajuda a compreender um amontoado de fenômenos que acontecem no nosso dia a dia. Fenômenos esses que vão desde o mundo microscópico (estrutura da matéria) até a origem e evolução do universo. Portanto ela nos auxilia na compreensão dos fenômenos que correm na natureza e também no mundo tecnológico que cada vez mais passar por sucessivas alterações em intervalos de tempos cada vez menores.

No Brasil, a Física é ensinada na educação básica a partir da 1ª série do ensino médio. De um modo geral, é uma das matérias em que os alunos apresentam pouco interesse e vários fatores influenciam nesta falta de interesse pelo aprendizado da mesma.

Um dos principais fatores está relacionado ao ensino mecanicista da mesma pelos professores, que se pode denominar de ensino tradicional. Neste método os professores se limitam a repassar os conteúdos de forma direta aos alunos e estes se limitam a decorar os conteúdos repassados para posteriormente realizarem os testes de avaliação do conhecimento. Como neste método o aluno não é o agente ativo do conhecimento, pois o professor muitas das vezes não estimula a interdisciplinaridade, ou seja, não conecta o que se explica em sala de aula as situações do cotidiano dos alunos, as aulas de Física tornam-se pouco atraentes e por consequência, pouco produtivas do ponto de vista qualitativo. Por esse e outros fatores o Brasil é alvo de críticas e discussões por conta de especialistas e da área de ensino de Física.

Desta forma é preciso que, quando do ensino de Física nas escolas, o professor mostre a relação entre os conteúdos de Física com os fenômenos que acontecem com o aluno no mundo exterior a sala de aula. Promover e implementar novas propostas pedagógicas são de fundamental importância no ensino de Física, principalmente proposta que estimulem os alunos ao gosto em se aprender a matéria. Aplicar mecanismos e metodologias que proporcionem simulem situações prática que estão presentes no cotidiano dos alunos é uma ótima alternativa, pois através dela os mesmos podem perceber a relação entre a teoria e a prática.

Com o objetivo de se melhorar o ensino de Física na educação básica, proporcionando ao que ele seja o seu próprio agente na construção do seu conhecimento, através da mediação do professor sem ala de aula, este trabalho ofereceu uma metodologia de

ensino, chamada de Sequencia de Ensino por Investigação (SEI). Espera-se que esta metodologia de ensino apresente resultados satisfatórios em todas as etapas quando aplicadas em sala de aula. Portanto, deseja-se que os utilizem esse método em suas aulas, deixando de lado o método tradicional de ensino, pois neste, os alunos pouco se estimulam no aprendizado da Física e gera, por consequência uma maior dificuldade no seu processo de aprendizagem.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula.** In: CARVALHO, A. M. P. (org). *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática.* São Paulo: Cengage Learning, 2009. cap. 2, p. 19-33.

BELLUCCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [s.l.], v. 31, n. 1, p.30-59, 25 nov. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p30>.

CARVALHO, A. M. P. **O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas.** In: CARVALHO, A. M. P. (org). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino de Física por Investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura.** Ensino em Revista, [s.l.], v. 22, n. 2, p.249-266, 15 dez. 2015. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/er-v22n2a2015-1>.

CARNEIRO, A.A.P. **ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: Uma Proposta para o Ensino de Dilatação Térmica dos Sólidos para alunos do Ensino Médio.** Dissertação de mestrado em ensino de Física. Programa de Pós-Graduação em Física. Universidade Federal do Pará. Belém.2019.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Calor e temperatura: um ensino por investigação.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 146 p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de, *et al.* **Ciência no Ensino Fundamental: o conhecimento físico.** São Paulo: Scipione. 2009.

COLE, M. (1985). "A zona de desenvolvimento proximal: onde cultura e cognição Criar uns aos outros". Em James V. Wertsch (Ed.), *Cultura, comunicação e cognição: Perspectivas de Vygotskian* (pp. 147-161). Cambridge MA: Cambridge University Press.

GAVASSI, Susana Lisboa. **Avaliação formativa: um desafio aos professores das séries finais do ensino fundamental.** 2012. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

HALLIDAY, D; RESNICK, R, WALKER, J ; **Fundamentos de Física, volume 2 : gravitação, ondas e termodinâmica .** Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MÁXIMO, A. R. L., ALVARENGA, B.A. **Física volume 1**. São Paulo. 1ª edição. Editora Scipione. 2006.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Interfaces entre visões epistemológicas e ensino de ciências**. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 9, n. 1, 29 maio 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://doi.org/10.22409/resa2016.v9i1.a21213>.

NUSSENSVEIG, H, M. **Curso de Física Básica 2: fluidos, oscilações e ondas , calor**. 5ª Edição. São Paulo. Editora Blucher, 2014.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; **Escrevendo em aulas de ciências**. *Revista Ciência e Educação*. v. 11, n. 3, 2005.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro; Zahar Editores.1976.

PIAGET, J. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos/Edusp.1978.

SASSERON, L. H. & DUSCHL, R. A. **Ensino de ciências e as Práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes**. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21, p. 52-67.2016.

SEDANO, Luciana. **Ciências e Leitura: Um encontro possível**. In CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

YOUNG, H. D & FREEDMAN, R, A . **Física II: Termodinâmica e Ondas**. colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moysés Luiz. – 14. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

APÊNDICE A – Roteiro de montagem do experimento (Bebedouro de Passarinho) a ser seguido pelos alunos.

Para a realização deste experimento, serão usados os materiais dispostos abaixo, como ilustra a Figura 13.

- ✓ Uma jarra de água com corante
- ✓ Uma bandeja funda de plástico;
- ✓ Uma garrafa PET vazia com a tampa;
- ✓ Um estilete para cortes;
- ✓ Fita adesiva transparente;



Figura 13: Materiais para confecção do “bebedouro de passarinho”.
Fonte: Autor (2023).

➤ DA MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Primeiramente se realiza um corte horizontal, com o auxílio do estilete, na parte inferior da garrafa PET, bem em cima da sua borda inferior, de aproximadamente metade do diâmetro da garrafa, conforme a Figura 14.



Figura 14: Garrafa PET com corte horizontal na parte inferior. Fonte: Autor (2023).

Em seguida dobra-se a parte superior do corte da garrafa PET formando vincos no plástico de modo a formar uma grande abertura a garrafa, conforme a Figura 15.



Figura 15: Dobra da parte superior do corte da garrafa PET. Fonte: Autor (2023)

Posteriormente, utilizaremos a fita adesiva fixando-a na parte inferior do corte da garrafa a fim de aumentar a altura do nível do corte, como se ilustra na Figura 16.



Figura 16: Fixação da fita adesiva na parte inferior do corte da garrafa PET. Fonte: Autor (2023).

Em seguida, coloca-se cuidadosamente a água com corante que estava na jarra na garrafa através da abertura da base dentro da bandeja de plástico, como ilustrado na Figura 17.



Figura 17: Água sendo colocada na garrafa PET através da abertura inferior. Fonte: Autor (2023).

E por fim, têm o produto final, o “Bebedouro de Passarinho”, conforme a Figura 18.



Figura 18: Experimento (“Bebedouro de Passarinho”) finalizado. Fonte: Autor (2023).

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APRESENTADO AOS ALUNOS REFERENTE À ACEITAÇÃO DA SEI.

1) Na sua opinião, a presença do aparato experimental tornou a aula mais atrativa?

Se sim, qual nota você daria para tal (de zero a cinco)?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4
- f) 5

2) Na sua opinião, qual foi o desempenho do professor durante a implementação da SEI?

- a) Péssimo ou insatisfatório
- b) Razoável
- c) Bom
- d) Excelente

3) Você considera que a utilização de experimentos pode facilitar numa melhor e maior compreensão da etapa da aula teórica?

- a) Sim
- b) Não

4) Na sua opinião, o trabalho em grupo foi mais relevante do que se estivesse sido realizado de forma individual?

- a) Sim
- b) Não

5) Para você, o ensino por investigação é mais atraente do que o ensino do método tradicional (mecanicista) que é praticado regularmente nas escolas?

- a) Sim
- b) Não