



ÁLAX WENER BATISTA

**REFLEXÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UMA
SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA EM HIDROSTÁTICA**

**LAVRAS - MG
2023
ÁLAX WENER BATISTA**

**REFLEXÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA
INVESTIGATIVA EM HIDROSTÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Licenciatura em
Física, para obtenção do título de Licenciado
em Física.

Prof. Dr. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

ÁLAX WENER BATISTA

**REFLEXÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA
INVESTIGATIVA EM HIDROSTÁTICA**

**REFLECTIONS ON THE DEVELOPMENT OF AN INVESTIGATIVE
SEQUENCE IN HYDROSTATICS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Licenciatura em
Física, para a obtenção do título de Licenciado
em Física.

APROVADO em 24 de julho de 2023
Dr(a). Helena Libardi UFLA
Dr. Jefferson Adriano Neves UFLA
Prof(a). Daiane Manoelina Lopes Freitas PEB

Prof. Dr. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

*Dedico este trabalho aos meus pais e meus
irmãos pelo suporte em todos os momentos da
minha vida.*

“Educar não é ensinar respostas, educar é ensinar a pensar.”

(Rubem Alves)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pois sem eles nada disso seria possível, foram eles que me deram base para ser quem sou hoje.

Aos meus irmãos, meus tios e primos, todos que me deram força nesta longa jornada.

Ao Prof. Dr. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva, que me orientou e tolerou durante todo esse tempo, e sempre esteve de braços abertos para me ajudar, tenho certeza que jamais irei esquecer tudo que fez por mim, todos ensinamentos, as risadas, e o companheirismo.

Aos alunos calouros do curso de física 2022/01, que participaram do desenvolvimento da minha sequência didática.

À Prof(a). Dra. Iraziet da Cunha Charret que colaborou muito com o desenvolvimento do trabalho.

Aos membros da banca avaliadora do trabalho pela grande colaboração na construção deste trabalho.

Aos meus amigos da universidade, que contribuíram imensamente com conselhos e cada etapa vencida no desenvolvimento do trabalho

A todos os professores do Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática (DFM), que sempre me estenderam a mão quando precisei nesse período de produção.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste relato de experiência e minha formação.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

No presente trabalho, é discutido a partir de um relato de experiência, as reflexões sobre a própria prática de um professor de física, no processo de construção de uma sequência didática com uma abordagem investigativa, baseada nos conceitos e leis fundamentais que regem o estudo da estática dos fluidos, e no desenvolvimentos da mesma, com estudantes matriculados em uma disciplina inicial de uma universidade federal. É apresentada a sequência didática construída e utilizada na pesquisa, como também os relatos das aulas desenvolvidas em sala. As reflexões foram feitas em cima destes relatos, que giraram em torno da postura do professor frente à turma, o desenvolvimento das atividades experimentais de cunho investigativo e o envolvimento entre o professor e o aluno. Destaca-se a importância de fazer uma reflexão sobre a própria prática para o desenvolvimento pessoal e profissional de um professor, na busca pela autonomia, autoconhecimento e um trabalho de qualidade.

Palavras-chave: Ensino de física. Atividade investigativa. Professor-reflexivo.

ABSTRACT

In the present work, reflections on the physics teacher's own practice are discussed based on an experiential account, focusing on the process of developing an inquiry-based didactic sequence grounded in the fundamental concepts and laws governing the study of fluid statics. This sequence was designed and implemented with students enrolled in an introductory course at a federal university. The constructed didactic sequence and the accounts of the classroom activities are presented as part of the research. The reflections revolve around the teacher's approach to the class, the implementation of investigative experimental activities, and the interaction between the teacher and the students. The importance of self-reflection for a teacher's personal and professional development is emphasized, aiming for autonomy, self-awareness, and a commitment to delivering high-quality education.

Keywords: Teaching physics. Investigative activity. Reflective Teacher.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3. METODOLOGIA DE ANÁLISE E PRODUÇÃO DE DADOS.....	13
3.1 Pré construção da Sequência Didática.....	13
3.2 A Sequência Didática.....	16
3.3 Realização da reflexão sobre a própria prática.....	37
4. REFLETINDO SOBRE A PRÓPRIA PRÁTICA.....	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

Ingressei na Universidade Federal de Lavras (UFLA) no ano de 2017 no curso de Licenciatura em Física e, desde o início, pensava sobre o que poderia pesquisar em meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Ao longo da graduação me deparei com várias disciplinas, como por exemplo Física Geral e Experimental I, em que o foco era a mecânica clássica, em outra disciplina, a Física Geral e Experimental III o foco era eletromagnetismo, e entretanto, ao cursar a disciplina de Física Geral e Experimental II (GFM159, antiga GEX192), que se destina a trabalhar um pouco com hidrostática, senti motivado a desenvolver meu TCC relacionando o ensino de física, com os conceitos da hidrostática. Como também tive a oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), e durante o programa tive a responsabilidade de construir uma unidade didática com o tema hidrostática, com a finalidade de inseri-la na educação básica, colaborou para a escolha do meu tema. A princípio, não tinha uma ideia clara do que poderia desenvolver como pesquisa, então, procurei o professor Antonio do Anjos, que havia lecionado a disciplina de Física Geral e Experimental II.

Conversando com o professor, começamos a pensar num possível tema para a construção de uma proposta de pesquisa e assim, naturalmente, ele se tornou meu orientador. Nossa pesquisa teve como tema geral o desenvolvimento e aplicação de alguns conceitos e leis da hidrostática e, para isso elaboramos e desenvolvemos uma Sequência Didática (SD), voltada para o Ensino Médio (EM) ou, como atividade de apoio nas disciplinas iniciais do curso de licenciatura em Física - UFLA. Para a organização e desenvolvimento do conteúdo pertinente à Sequência Didática, utilizamos como inspiração a estratégia dos três momentos pedagógicos, propostos por Delizoicov; Angotti e Pernambuco (2002), que consiste na: problematização inicial, no desenvolvimento do conhecimento e em suas aplicações. As atividades experimentais propostas tiveram minimamente um caráter investigativo, em que os estudantes tiveram que obter dados experimentais a partir dos conhecimentos construídos anteriormente. Essas atividades foram desenvolvidas com estudantes na disciplina GFM156 - Introdução à Licenciatura em Física A, que pertence ao primeiro período do curso de licenciatura em Física - UFLA, no primeiro semestre de 2022. Ao longo do desenvolvimento das atividades os alunos produziram materiais que foram entregues para posterior análise.

Este estudo tem como objetivo analisar e refletir sobre a prática de elaboração e implementação de uma sequência de ensino investigativa, por meio de um relato de experiências. Será abordado o processo, desde o planejamento até o desenvolvimento da

sequência didática, com ênfase na abordagem analítica e acadêmica.

Para elucidar as reflexões realizei um relato de experiência sobre a minha própria prática que discorre sobre a elaboração e o desenvolvimento de um conjunto de atividades na forma de uma Sequência Didática (SD), envolvendo conceitos, princípios e leis que regem o comportamento de um fluido em repouso. O relato de experiência de acordo com Daltro e Faria (2019) “refere-se a uma construção teórico-prática que se propõe ao refinamento de saberes sobre a experiência em si, a partir do olhar do sujeito pesquisador em um determinado contexto cultural e histórico”(DALTRO;FARIA, 2019, p.228). O relato de experiência faz uma relação entre a teoria e a prática, e abre a possibilidade de construção de novos conhecimentos.

Para estruturar o relato de experiência foi necessário passar por várias etapas específicas, como a elaboração da sequência didática; e a escolha dos experimentos sobre o tema hidrostática que fossem possíveis de serem levados para a sala de aula em uma perspectiva investigativa, (sendo eles: realização da medida de densidade de corpos, do valor do empuxo, e da pressão em um fluido com densidade constante) o desenvolvimento desta SD e, por fim, a elaboração da reflexão sobre a própria prática, desde a elaboração até o desenvolvimento da sequência didática.

O trabalho está dividido em quatro capítulos, sendo o primeiro capítulo a minha fundamentação teórica, em que busco subsídios para guiar a minha pesquisa, apresentando as ideias dos teóricos sobre a reflexão sobre a prática. No segundo capítulo, apresento a minha metodologia de análise e produção de dados. Nele, apresento os passos para a obtenção dos dados para a pesquisa, dividido em duas seções: na primeira apresento os passos para a construção da sequência didática; na segunda seção trago a sequência construída. No terceiro capítulo faço a reflexão sobre a minha prática ao desenvolver a sequência elaborada, nele apresento o relatos das aulas com minhas reflexões. Por fim, no último capítulo, apresento minhas considerações finais, quando falo sobre a colaboração do relato de experiência para minha formação profissional, sintetizando as ideias da importância de se fazer uma reflexão sobre a própria prática.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o objetivo de desenvolver a autonomia para lidar com estudantes no contexto de uma sala de aula, essa ideia é abordada por Schon (2000) com o termo “talento artístico”, onde o profissional a partir de cada nova experiência e uma reflexão sobre a ação, constrói em sua cabeça um repertório e possibilidades de ações que posteriormente quando acontecer algum imprevisto ele pode desenvolver um bom trabalho a partir das experiências passadas, ao dizer que “Quando aprendemos o talento artístico de uma prática profissional, não importa o qual separada da vida cotidiana ela possa parecer, aprendemos novas maneiras de usar tipos de competências que já possuímos” (SCHON, 2000, p.36). Por isso, decidi fazer uma reflexão sobre a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência didática. A reflexão sobre a prática é uma alavancador para o desenvolvimento de um profissional e ela deve ser implementada no processo de formação dos profissionais, Schon (2000) fala sobre a o ensino prático reflexivo e sua relevância para a educação profissional:

As escolas profissionais devem repensar tanto a epistemologia da prática quanto os pressupostos pedagógicos sobre os quais seus currículos estão baseados e devem adaptar suas instituições para acomodar o ensino prático reflexivo como um elemento-chave da educação profissional. (SCHON, 2000, p. 25)

A reflexão sobre minha prática me permitirá revisitar as atividades, observar o que atingiu minhas expectativas, quais atividades foram modificadas, ações que devo continuar tendo e o que devo mudar para um melhor aproveitamento dentro e fora da sala de aula. Para evidenciar essa reflexão primeiro apresento minhas ideias e objetivos antes das aulas, das quais Schon (2000) chama de “conhecer na ação”, elas visam mostrar qual era a intenção baseadas nas teorias, o que buscamos fazer a priori, e qual era a minha expectativa para o seu desenvolvimento. No decorrer das ações aparecem situações das quais não foram planejadas, podendo ser positivas ou negativas, e aqui Schon(2000) as define como “surpresas” e a partir delas vão aparecer reflexões para lidar com essas situações como, por exemplo, minhas ações diante aos questionamentos levantados pelos alunos durante a aula, esse momento Schon (2000) chama de “reflexão na ação”. Por fim, faço apontamentos e revisões dentro da sequência, de acordo com o que necessário, a partir de minhas reflexões sobre todo processo, e aqui Shon(2000) as chama de “reflexão sobre a ação”.

Devemos pensar um pouco no que se baseia a ideia de um professor reflexivo, que enfrenta a situações em sala de aula muita das vezes imprevista e então o professor deve refletir para tomar a decisão mais inteligente como nos traz Alarcão (2011) sobre essa noção:

A noção de professor reflexivo baseia-se na consciência da capacidade de pensamento e reflexão que caracteriza o ser humano como criativo e não como mero reprodutor de ideias e práticas que lhe são exteriores. É central, nesta conceptualização, a noção do profissional como uma pessoa imprevista, atua de forma inteligente e flexível, situada e reativa. (ALARCÃO, 2011, p. 44)

Usei também as ideias de Alarcão (1996) que nos traz a discussão de qual o objetivo, como realizar essa reflexão e quem deve realizá-la, além de apresentar um dos motivos de se fazer essa reflexão: “Reflectir para agir autonomamente parece ser uma das expressões-chave no contexto educativo internacional desde final do século XX” (ALARCÃO, 1996, p. 172).

Segundo Schon, o “talento artístico” é alcançado a partir de um repertório, ou seja, ele precisa passar por diversas situações, e ao se fazer uma reflexão-na-ação o profissional torna mais preparado para situações parecidas em sua prática, como apresenta no seguinte trecho:

A reflexão-na-ação em um caso único pode ser generalizada para outros casos, não trazendo à tona princípios gerais, mas contribuindo para o repertório de temas exemplares do profissional, a partir dos quais, em casos posteriores de sua prática, ele poderá compor novas variações (SCHON, 2000, p. 63).

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE E PRODUÇÃO DE DADOS

Neste trabalho desenvolvemos uma pesquisa qualitativa, os materiais recolhidos foram de dados qualitativos, significando que são ricos em pormenores descritivos relacionados a pessoas, locais e conversas. Segundo Bogdan e Biklen (1994), o fato de recolhermos dados no ambiente natural em que as ações ocorrem, descrevendo situações vividas pelo autor do trabalho e interpretando significados, caracteriza a realização de uma abordagem qualitativa.

A pesquisa realizada teve como base a elaboração e desenvolvimento de uma SD que prioriza o uso de atividades experimentais em uma perspectiva investigativa, atividade e questionamentos que tem o objetivo de desenvolver a criticidade dos estudantes, em que o professor tem o papel fundamental em todo processo, quando constrói, com os estudantes, os conhecimentos necessários e assume durante todo processo, a postura de mediador.

Foi construído um diário de campo, que a priori teve apenas o objetivo de poder retornar às aulas, mas passou a ser essencial como material de análise, ou seja, a descrição das minhas ações serviu, então, para posteriormente, a realização da reflexão sobre a própria prática, baseada nos pensamentos de Schon (2000) e também de Alarcão(2011), que nos trazem contribuições e caminhos para fazer a reflexão sobre prática.

Após o desenvolvimento de cada aula, fiz um relato das aulas descrevendo como foi o desenvolvimento de cada aula, apontando os pontos importantes e que me chamaram mais atenção, como o que me deixou satisfeito, ou não, com minha postura à frente da turma, a minha percepção de como os estudantes reagiram e interagiram com o as aulas.

Inicialmente apresento as minhas reflexões em relação a construção da SD, e posteriormente as reflexões sobre o relato das aulas, no qual faço um destaque, e a cada momento no discorrer do texto insiro uma reflexão sobre minha prática, levando em conta o material utilizado, o desenvolvimento da sequência didática durante a prática, a verificação se alcancei os objetivos propostos que giram em torno de compreender os conceitos de hidrostática, levantamento de hipóteses, medidas e cálculos. Passando pelo desenvolvimento delas, refletindo sobre minhas ações, linguagem, questionamentos e interações dentro da sala de aula, e indo até a avaliação do desenvolvimento das aulas, em que vejo o material produzido e percepções sobre o aprendizado dos estudantes. Retomando as ideias de Schon, irei fazer essa reflexão, utilizando os termos “elemento de surpresa”, “conhecer na ação”, “reflexão na ação” e “reflexão sobre a ação”, com o objetivo de tornar esses elementos mais evidentes e passíveis de serem identificados, como também, elementos sobre a postura do

professor e os conhecimentos fundamentais na prática da docência.

3.1 Pré construção da Sequência Didática

Nossa SD foi elaborada de acordo com as orientações dadas por Zabala (1998), que nos diz que uma SD deve ser bem estruturada, de modo que as atividades tenham uma articulação entre si para determinado fim. A estrutura da SD deve apresentar objetivos bem definidos; deixar bem claro quais processos de aprendizagem terá no desenvolvimento; e, por fim, a SD deve ter atividades que sigam uma certa sequência com a finalidade de alcançar os objetivos definidos.

Para a organização e desenvolvimento dos conteúdos presentes na SD proposta, usamos a resolução de problemas, tendo como inspiração a estratégia dos **Três Momentos Pedagógicos** propostos por Delizoicov; Angotti e Pernambuco (2002) que consistem, de acordo com Muenchen; Delizoicov e Pernambuco(2002), uma problematização inicial, a organização dos conceitos e, por fim, aplicação dos conhecimentos. A problematização pode partir de questões do cotidiano, de forma que os estudantes consigam respondê-las com os conhecimentos prévios, embora consigam perceber que faltam conhecimentos para alcançar a resposta mais aceita cientificamente. A organização dos conhecimentos é a parte onde o professor atua como mediador, para que o aluno se aproprie dos conceitos, leis e suas formalizações. Por fim, aplicação dos conhecimentos, quando os estudantes respondem tanto a questão inicial como outras ligadas, mas não diretamente, com o tema trabalhado.

Os três momentos pedagógicos podem permitir mudanças nas características tanto do docente quanto do aluno e formar uma nova estratégia de ensino que contribui na evolução do conhecimento de maneira sistematizada e colabora para desenvolver a maneira como ambos enxergam o mundo. Pode dar condições para que o próprio aluno acredite que ele mesmo é provedor da construção de seu conhecimento, tendo, é claro, o auxílio de um mediador. Além de mudar as características do docente em relação à sua autoconfiança, esta estratégia busca formar cidadãos mais ativos na sociedade que sejam capazes de pensar por si só e de organizar os novos conhecimentos que absorvem ao longo de suas vidas.

Neste trabalho, faremos uso de Atividades Experimentais numa perspectiva investigativa que podem proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e, também, ao professor, ocasionar momentos de aprendizagem. Um dos objetivos da sequência, é o desenvolvimento da capacidade de argumentar de forma mais estruturada cientificamente, e o laboratório didático discutido por Villani e Nascimento (2003) dá suporte na busca em

alcançá-lo:

O laboratório didático introduz elementos específicos, que facilitam o reconhecimento do contexto escolar, e aumentam a probabilidade e a necessidade dos alunos utilizarem argumentos adequados e completos, cuja estrutura se aproxima mais da estrutura dos argumentos científicos, em suas respostas a problemas e questões escolares (VILLANI; NASCIMENTO, 2003, p.206).

Segundo Carvalho (2013), no processo de ensino e aprendizagem, as atividades realizadas de forma investigativa favorecem a discussão e o levantamento de hipóteses em torno da questão problema, proposta pelo professor mediador. Carvalho (2013) propõe também alguns fatores que julga importantes na construção de conhecimentos oriundos de atividades de caráter meramente investigativo, sendo eles: Relevância de um problema proposto para o início de uma discussão que irá, posteriormente, colaborar para a assimilação dos dados; Através da discussão e possível manipulação dos dados, construir uma ação intelectual; Consolidação dos próprios atos na análise e processamento intelectual dos dados; E, por fim, mas não menos importante, a presença constante do professor mediador no processo de realização de todo o processo.

As atividades propostas pelo professor para seus estudantes, como nos orienta Capecchi (2013), devem ter a perspectiva de resolver uma situação problematizadora, com a qual, propõe aos alunos situações diferentes das encontradas em livros didáticos e apostilas, proporcionando assim, oportunidades para que novos conceitos sejam assim formalizados. Não é apenas levantar questões que apliquem conceitos estudados anteriormente, mas sim, criar condições para a absorção de novos conteúdos. Para o docente que se preocupa com a construção do conhecimento, as atividades investigativas são fundamentais neste processo.

A sequência didática presente neste trabalho visou desenvolver o conteúdo almejado, trabalhando com os alunos em pequenos grupos, tendo o professor como mediador das ações ao longo do processo. Assim, usamos como referência a teoria de ensino sócio interacionista de Vygotsky, conforme Eugênio (2018):

Vygotsky desenvolveu o termo ZDP (zona de desenvolvimento proximal ou potencial). A zona de desenvolvimento proximal ou potencial representa a diferença entre a capacidade da criança/adolescente de resolver problemas por si próprios e a capacidade de resolvê-los com ajuda de terceiros. Abrange todas as funções e atividades que a criança/adolescente ou o aluno consegue desempenhar apenas se houver ajuda de alguém. Note que a pessoa que intervém para orientar a criança pode ser, tanto um adulto (pais, professor, responsável), quanto um colega que já tenha desenvolvido a habilidade necessária. Uma implicação importante, está relacionado ao fato de que o aprendizado humano tem uma natureza social e é parte de um processo em que a criança desenvolve seu intelecto dentro da

intelectualidade daqueles que a cercam (EUGÊNIO, 2018, p.16-17).

O processo de desenvolvimento da zona potencial de um indivíduo pode ser potencializado por meio de atividades experimentais, realizadas em grupos, e de cunho investigativo. A estratégia de grupos, permite a colaboração, diálogos, discussões, troca de saberes, um maior envolvimento com os materiais didáticos, que são essenciais no processo de aprendizagem e no desenvolvimento da zona potencial. Nela o indivíduo realiza atividades inicialmente com o apoio de outras pessoas, até o momento em que tenha a capacidade de realizá-las sozinho. A SD busca proporcionar interações durante todo seu desenvolvimento, sendo entre os colegas, aluno e professor, ou até mesmo aluno e recursos didáticos.

A construção da SD, deu início a partir das minhas experiências na disciplina de Geral e Experimental II e da minha participação no PIBID. Participar dele me ajudou muito nas ideias, pois durante o programa fiquei responsável por construir uma unidade didática com o tema hidrostática, para a implementação no ensino básico. Algumas das atividades aqui apresentadas, foram inspiradas nessas experiências que tive a oportunidade de fazer parte, como, instigar a curiosidade dos estudante ao inserir objetos em um recipiente com água, e questioná-los porque alguns afundam e outros não. Me apoiiei no livro de Nussenzveig (2014), que é para o ensino superior, mas usei ele para seguir uma ordem de conteúdos, iniciando com as características de um fluido, a definição de densidade, discussão de pressão atmosférica, pressão exercida por um fluido com densidade constante até a formalização da Lei de Stevin, como também, para utilizar os conceitos mais fundamentados.

A sequência didática foi dividida em 5 aulas, a primeira delas tem o objetivo de apresentar a problematização da sequência didática, que é de grande importância para o bom andamento das atividades, como um fator de motivação. A segunda aula contará com uma atividade experimental de cunho investigativo, com o objetivo de ilustrar a aula que envolve os conceitos de densidade. A terceira aula será para apresentar conceitos de pressão atmosférica, a Lei de Stevin e vasos comunicantes que são de extrema importância para o estudo de hidrostática. A aula tem uma parte expositiva, mas o professor deve buscar o diálogo constantemente. Ao fim da aula contará com uma atividade experimental investigativa utilizando o aparato em U. Na quarta aula os alunos irão responder algumas questões em 2 grupos. Na quinta e última aula os alunos deverão responder a questão problematizadora que foi discutida na primeira aula da sequência didática.

Os recursos para a construção dos aparatos experimentais, como também, materiais que são necessários para o desenvolvimento das atividades e impressões de textos, data-show

e utilizados em sala de aula, foram de responsabilidade do autor da pesquisa.

3.2 A Sequência Didática

Perspectiva Adotada

A Sequência Didática realizada se propôs a desenvolver atividades experimentais investigativas, onde alguns dos objetivos são desenvolver a capacidade de observação, elaborar hipóteses e solucionar problemas através de conhecimentos bem estruturados.

As aulas foram estruturadas com uma duração de 100 minutos de duração cada, somando ao total de cinco aulas, trazendo os conteúdos de hidrostática. Mas caso seja inserida na educação básica, ela pode ser quebrada em mais aulas.

Objetivo geral da sequência

Ao fim do desenvolvimento da sequência didática, esperamos que os estudantes compreendam os conceitos e leis fundamentais da hidrostática, com a finalidade de usá-los de maneira crítica e responsável na resolução de problemas do cotidiano. Que possam levantar hipóteses para solucionar problemas ao se deparar com eles. Que contribua na formação de cidadãos mais críticos, que busquem a melhora da qualidade de sua vida e da sociedade à sua volta.

Sintetização das aulas

Abaixo, apresento um quadro (Quadro 1), em que faço uma compactação de todas as aulas presentes na sequência didática construída e, destaco cada momento das aulas, fazendo uma pequena síntese desses momentos, apresento também, os objetivos de cada aula. Assim, quando o professor que se interessar pelo tema e quiser saber um pouco mais sobre as aulas produzidas, pode olhar para esse quadro geral e ter uma ideia de como vai ser o andamento das atividades.

Quadro 1 - Sintetização das aulas da sequência didática (Continua)

Aulas de 100 minutos	Objetivos	Momentos	Dinâmica da aula Breve descrição da atividade
Primeira Aula	Desenvolver a capacidade de analisar um problema e levantar hipóteses.	1º	Apresentação da problematização inicial e a realização da atividade I, em que os estudantes devem responder a questão problematizadora.
	Compreender os conceitos iniciais de hidrostática.	2º	Discussão entre os estudantes em relação às respostas apresentadas.
	Desenvolver a habilidade de trabalhar em grupo.	3º	Nova escrita da atividade I, baseada na discussão feita anteriormente.
		4º	Primeiros conceitos sobre fluidos em repouso: características dos fluidos, e pressão a nível de interação de partículas.
Segunda Aula	Desenvolver habilidades de levantar hipóteses, realizar medidas, cálculos matemáticos, como também o cooperativismo e respeito à opinião do outro.	1º	Retomar à aula anterior e dar início a atividade I
		2º	Construir o conceito e formalizar densidade
		3º	Obtenção do valor da densidade dos corpos da tabela.
		4º	Comparar resultados obtidos entre os grupos e refazer a atividade I

Quadro 1 - Sintetização das aulas da sequência didática (Continua)

Aulas de 100 min	Objetivos	Momentos	Dinâmica da aula Breve descrição da atividade
Terceira Aula	Compreender o conceito de pressão atmosférica, como também pressão exercida por um fluido com densidade constante. Desenvolver a capacidade de levantar hipóteses e realizar operações matemáticas. Desenvolver a colaboração em grupo e o respeito mútuo.	1º	Retomada dos conceitos e a questão problematizadora
		2º	Apresentação do aparato experimental tubo em U, para que os estudantes levantem hipóteses para descobrir a densidade de um fluido desconhecido.
		3º	Aula expositiva utilizando slides para a construção dos conceitos de pressão, empuxo e construir a Lei de Stevin.
		4º	A realização da atividade experimental
Quarta Aula	Desenvolver a capacidade de relacionar conceitos construídos na solução de problemas. Desenvolver o trabalho em equipe e o respeito mútuo.	1º	Retomar a questão problematizadora, e explicar o que deve ser feito na aula.
		2º	Resolução dos três exercícios propostos pelo professor.
		3º	Explicação dos conceitos e resolução dos exercícios
		4º	Fechamento da aula, onde o professor faz a recapitulação dos saberes construídos.

Quadro 1 - Sintetização das aulas da sequência didática (Conclusão)

Aulas de 100 minutos	Objetivos	Momentos	Dinâmica da aula Breve descrição da atividade
Quinta Aula	Relacionar os conhecimentos construídos com os problemas propostos, desenvolver a capacidade de colaboração em grupos, e desenvolver o respeito pelas opiniões dos colegas.	1º	Retomada a questão problematizadora e os conceitos construídos
		2º	Leitura de texto: Vida sob pressão
		3º	Respondendo a questão problematizadora
		4º	Discussão em relação às respostas dadas e fechamento da SD

Fonte: Do Autor(2023)

Abaixo apresento detalhadamente cada aula da sequência didática, onde apresento uma forma de desenvolvê-la, como uma sugestão, mas claro que o professor que tiver interesse de utilizá-la terá a autonomia para trabalhar da maneira que achar melhor.

Aula a aula

Conhecimentos prévios

Área

Aceleração da gravidade

Força

Diagrama de forças

Conteúdos

Densidade

Pressão Atmosférica

Pressão em um Fluido com Densidade Constante

Vasos Comunicantes

Lei de Stevin

Empuxo

Aula 1 – Introduzindo o conteúdo de fluidos e verificando conhecimentos prévios

Para esta primeira aula, tomamos como ponto de partida uma situação real, apresentada no filme Kursk - a última missão. O enredo aborda a história do submarino nuclear russo Kursk (K-141), que afundou no Mar de Barents em 12 de Agosto de 2000. Em uma das missões, as bombas existentes a bordo causaram, por alguma falha, duas explosões e, como desfecho final, os 118 tripulantes faleceram. Uma parcela foi morta pelas explosões, e um grupo de 23 tripulantes conseguiram se esconder em um compartimento, mas como a busca só foi feita após 9 dias, eles não resistiram pela falta de oxigênio. O submarino Kursk estava aproximadamente a 100 metros de profundidade, e a magnitude da explosão, na escala Richter, foi de 1,5. Assista o trailer clicando no link abaixo:

[Kursk - A Última Missão | Trailer Legendado](#)

Objetivos específicos

Procedimentais

Desenvolver a capacidade de levantar hipóteses.

Desenvolver a habilidade de analisar um problema.

Conceituais

Compreender os conceitos iniciais de Hidrostática.

Atitudinais

Desenvolver habilidades de trabalho em grupo nas soluções de problemas.

Dinâmica da primeira aula

Após os alunos assistirem o trailer do filme, de duração de aproximadamente 02 minutos, o professor entrega individualmente a cada estudante uma folha contendo uma atividade inicial, que consiste na própria Problematização da Sequência Didática.

Atividade I - Analisando o acontecimento descrito no trailer do filme, reflita e comente, por escrito, sobre a seguinte afirmação: os tripulantes que sobreviveram às explosões no Kursk deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície?

O tempo estimado para que os estudantes executem a atividade I é de 10 a 20 minutos. Em seguida, o professor recolhe o material produzido para posterior análise e anuncia o passo seguinte da dinâmica.

Atividade II - Agora com o grupo todo, em uma roda de conversa, os estudantes devem discutir a situação vivenciada pela tripulação do Kursk, e socializar a atividade I, debatendo os argumentos dos colegas. A duração da atividade II é de 20 a 30 minutos.

Atividade III – Após as discussões na Atividade II os estudantes, novamente de forma individual, devem refazerem a Atividade I, produzindo um novo material. A intenção aqui é verificar como a atividade II pode ter influenciado nos argumentos relativos à questão problematizadora. O tempo estimado para atividade III é de 10 a 20 minutos, e no final dela, o professor recolherá o material para posterior análise.

A aula I se encerra com o professor fazendo uma exposição dialogada a respeito das características da matéria conhecida como fluido e estabelecendo o conceito de uma grandeza física denominada de pressão P , exercida por um fluido. com duração de aproximadamente 30 minutos.

Material do aluno

Atividade I

Analisando o acontecimento descrito no trailer do filme, reflita e comente, por escrito, sobre a seguinte afirmação: os tripulantes, que sobreviveram às explosões no Kursk, deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície?

Atividade II

Discussão dos argumentos entre os colegas.

Atividade III

Após as discussões desenvolvidas na Atividade II, novamente de forma individual, refaçam a Atividade I, produzindo um novo material. Reflita e comente, por escrito, sobre a seguinte afirmação: os tripulantes, que sobreviveram às explosões no Kursk, deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície?

Metodologia e Estratégia

Aula expositiva dialogada.

Recursos Didáticos

Data show

Vídeo

Material do aluno impresso

Quadro e giz

Avaliação

A ser feita pelo professor através do material produzido pelos estudantes, objetivando investigar conhecimentos prévios, como por exemplo, ter uma pequena ideia de fluidos, pressão, e de densidade. A socialização no grupo e apropriação de conhecimento a partir das discussões e debates.

Aula 2 – DENSIDADE DOS CORPOS: conceito e medidas

Conteúdo

Densidade

Objetivos específicos

Procedimental

Desenvolver a capacidade de levantar hipóteses

Desenvolver a capacidade de realizar medidas experimentais

Desenvolver a capacidade de realizar cálculos matemáticos

Atitudinal

Desenvolver o cooperativismo.

Respeitar a opinião do outro.

Dinâmica da aula

Momento inicial: A aula se inicia com o professor relembrando a ideia geral da primeira aula, onde foi apresentada a situação problematizadora da sequência didática: “os tripulantes, que sobreviveram às explosões no Kursk, deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície?” Nessa aula também deve ser discutido o conceito de pressão exercida por um fluido. Na retomada do assunto, o professor pode levar um balão de borracha, enchê-lo e, como reforço, discutiu o conceito de pressão, tomando o balão como sistema físico. O balão encerra uma certa quantidade de ar e encontra-se ainda imerso na atmosfera, propiciando assim uma excelente situação para a discussão desse conceito. Esse momento tem duração de aproximadamente 10 minutos.

Num segundo momento, o professor orienta os alunos a respeito do trabalho que será desenvolvido na aula 2, com a turma dividida em dois grupos. Alguns objetos devem ser apresentados aos alunos: um recipiente contendo água, uma esfera, que pode ser de ferro e um bloco de madeira. Esse momento tem duração de aproximadamente 10 minutos.

Atividade I - O professor deve pedir que os estudantes, em seus respectivos grupos, coloquem os objetos no recipiente contendo água e que observem, descrevam e justifiquem por escrito, o porquê de alguns corpos flutuam e outros afundam quando inseridos no fluido nesse fluido (pode ser água). Esta atividade tem duração de cerca de 15 minutos e no final dela individualmente, cada aluno do grupo entrega seu relato ao professor.

Em seguida o professor introduz, de forma dialogada, o conceito de densidade, como sendo uma grandeza característica de um corpo, definida, como a razão entre a massa do corpo, dividida pelo volume que ele ocupa, $\rho = m/V$. Tempo estimado de 15 minutos.

Atividade II – Agora que o conceito de densidade(ρ) já foi apresentado, os alunos, em cada grupo, serão desafiados a fazer uma medida numérica da densidade de cada um dos corpos e também do fluido em questão, no caso a água. Os valores encontrados devem ser colocados na tabela. Os recursos para fazer tais medidas foram disponibilizados pelo professor: balança de precisão, barbante, régua, e os materiais que foram usados na atividade I. O tempo estimado para esta atividade é de 40 minutos.

Atividade 3 – Após realizadas as medidas de densidade da madeira, da esfera e da água. Os alunos agora precisam comparar os valores obtidos e repetirem o procedimento feito na atividade I, descrevendo e justificando por escrito o comportamento observado dos corpos

no fluido. Tempo estimado de 10 minutos. A aula 02, se encerra com o professor fazendo um fechamento das atividades realizadas e dos objetivos inicialmente propostos para ela.

Material do aluno

Vocês estão recebendo, nos seus respectivos grupos, alguns objetos: um recipiente contendo água, uma esfera de ferro e um bloco de madeira.

Atividade I - Coloquem os objetos no recipiente contendo água. A partir dessa ação, observem, descrevam e justifiquem, por escrito, o porquê de alguns corpos flutuam e outros afundam quando inseridos no fluido nesse fluido (água). No final dela, individualmente, entregue seu relato ao professor e aguarde o próximo passo.

Atividade II – Com o conceito de densidade ($\rho = \text{massa/volume}$) já apresentado, façam a medida numérica da densidade de cada um dos corpos e também do fluido em questão inseridos, no caso a água. Os valores encontrados podem ser colocados na Tabela abaixo (TABELA 1). Use os recursos para a obtenção dos valores da densidade: 01 balança de precisão, barbante, régua, calculadora e os materiais que foram usados na atividade I.

Atividade III – Após realizadas as medidas de densidade da madeira, da esfera e da água, compare os valores obtidos com a análise feita na atividade I, descrevendo e justificando por escrito o porquê de alguns corpos flutuam e outros afundam quando inseridos no fluido nesse fluido (pode ser água).

No término da atividade entregar o material e aguarde as instruções do professor.

Tabela I – Valores numéricos para os valores obtidos na atividade II

Material	Massa (g)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
Bloco de madeira			
Esfera de ferro			
Água			

Fonte: Do autor (2023)

Metodologia e Estratégia

Aula expositiva

Atividade experimental investigativa

Recursos Didáticos

Água

Balança de precisão

Régua

Bloco de Madeira

Esfera de ferro ou de vidro (Bolinha de gude)

Avaliação

A avaliação será realizada através da resolução da atividade, e será observado a colaboração dos integrantes dos grupos para a realização da atividade.

Aula 3 - Pressão atmosférica e Pressão exercida por um fluido: conceitos e atividade experimental

Conteúdos

Pressão atmosférica

Pressão em um fluido com densidade constante

Lei de Stevin

Vasos comunicantes

Objetivos específicos

Conceituais

Compreender o conceito de pressão atmosférica

Compreender o conceito de pressão por um fluido com uma densidade constante

Procedimentais

Desenvolver a capacidade de realizar operações matemáticas para solucionar um problema físico.

Desenvolver a capacidade de levantar hipóteses.

Atitudinais

Colaboração em grupo, saber ouvir e respeitar as opiniões dos colegas.

Dinâmica da aula

No primeiro momento da aula, o professor utilizando o projetor datashow, inicia

fazendo a retomada da questão problematizadora feita na aula 1: os tripulantes, que sobreviveram às explosões no Kursk, deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície?, como também o conceito de densidade e pressão exercida por um fluido. O tempo estimado para esse momento inicial são 10 minutos.

No segundo momento, o professor deve fazer uma atividade inicial (I) que será realizada em grupos, que consiste em apresentar aos estudantes um aparato experimental denominado tubo em U, (no interior do aparato estão presentes dois fluidos, sendo um com propriedades conhecidas, e o outro não) e os estudantes devem descobrir qual fluido se encontra no tubo. Será entregue aos estudantes um material com uma tabela contendo 4 fluidos, e um deles é o fluido desconhecido dentro do aparato. O objetivo da atividade é fazer com que os estudantes descubram qual dos fluidos é. Por fim, os estudantes devem entregar o material escrito, finalizando a atividade (I). O tempo estimado para a atividade (I) é de 10 minutos.

No terceiro momento, o professor com o auxílio do projetor, deve fazer construir junto aos estudantes o conceito de pressão atmosférica e o experimento de Evangelista Torricelli. Em seguida, deve perguntar como varia a pressão no interior de um fluido, e para ilustrar, pode usar um recipiente com água e um bloco de madeira perguntando quais forças atuam no bloco. Após as respostas dos estudantes, o professor formaliza, passando por empuxo e chegando na Lei de Stevin. Logo em seguida, será discutido sobre os vasos comunicantes, com o intuito de dar mais ferramentas para que os estudantes consigam solucionar a questão da aula, e assim com mais condições de responder a questão problematizadora do início da sequência didática. Este momento tem duração de aproximadamente 40 minutos.

No quarto momento da aula 03 consiste em retomar a atividade experimental, onde os estudantes terão de descobrir qual dos líquidos da tabela fornecida é o fluido desconhecido do aparato experimental fornecido pelo professor. Por fim, os alunos devem entregar o material ao professor e o mesmo faz o fechamento da aula fazendo uma ponte com a questão problematizadora da sequência. A estimativa de duração para este momento é de 40 minutos.

Material do aluno

Vocês estão recebendo, nos seus respectivos grupos, um aparato experimental: tubo em U, que contém em seu interior dois fluidos, sendo um fluido colorido (água) com características conhecidas, e um com características desconhecidas, o fluido transparente.

Atividade I - Observem o aparato, e respondam por escrito a seguinte questão: *Qual é*

o valor da densidade do fluido desconhecido no aparato experimental sabendo que a densidade da água é 1000 kg/m³? Como chegou nessa conclusão? No final individualmente, cada aluno do grupo entregue sua atividade ao professor e aguarde o próximo passo.

Atividade II – Com o conceito de pressão exercida por um fluido e vasos comunicantes já apresentados, façam uma medida numérica da densidade do fluido desconhecido para obter a resposta da questão feita na atividade I: *Qual é o valor da densidade do fluido desconhecido no aparato experimental sabendo que a densidade da água é 1000 kg/m³? Como chegou nessa conclusão?*

Atividade III – Após realizadas as medidas e descoberto qual era o fluido desconhecido, os alunos devem justificar por escrito os procedimentos utilizados para chegar a solução. No término da atividade entregar o material produzido ao professor.

Metodologia e estratégia

Aula experimental investigativa

Aula expositiva e dialogada

Recursos didáticos

slide

Data show

Material impresso

Avaliação

A ser feita pelo professor através do material escrito produzido pelos estudantes objetivando investigar conhecimentos prévios, socialização no grupo e apropriação se conhecimento a partir das discussões e debates.

Aula 4 - Aplicação do conhecimento por meio da resolução de problemas

Conteúdos

Pressão atmosférica

Pressão em um fluido com densidade constante

Lei de Stevin

Vasos comunicantes

Objetivos específicos**Procedimentais**

Desenvolver a capacidade de relacionar os conceitos estudados para solucionar problemas propostos.

Atitudinais

Trabalhar em equipe.

Desenvolver a escuta e o respeito pelo colega.

Dinâmica da aula

A aula se inicia com o professor retomando a grande questão problematizadora e fala dos conceitos construídos até o momento. Em seguida deve explicar aos alunos que nesta aula eles devem resolver 3 exercícios nos grupos, como forma de aplicação dos conhecimentos. Este momento tem duração de aproximadamente 15 minutos.

Posteriormente o professor entrega o material construído para os estudantes, um exercício de cada vez, para que não ocorra uma perda de foco durante a resolução. Este momento tem duração de aproximadamente 50 minutos para cada exercício.

Por fim, o professor faz o fechamento da aula, linkando todos os conceitos aprendidos, e diz que na próxima aula os estudantes irão responder a grande questão problematizadora. Este momento tem duração de aproximadamente 35 minutos.

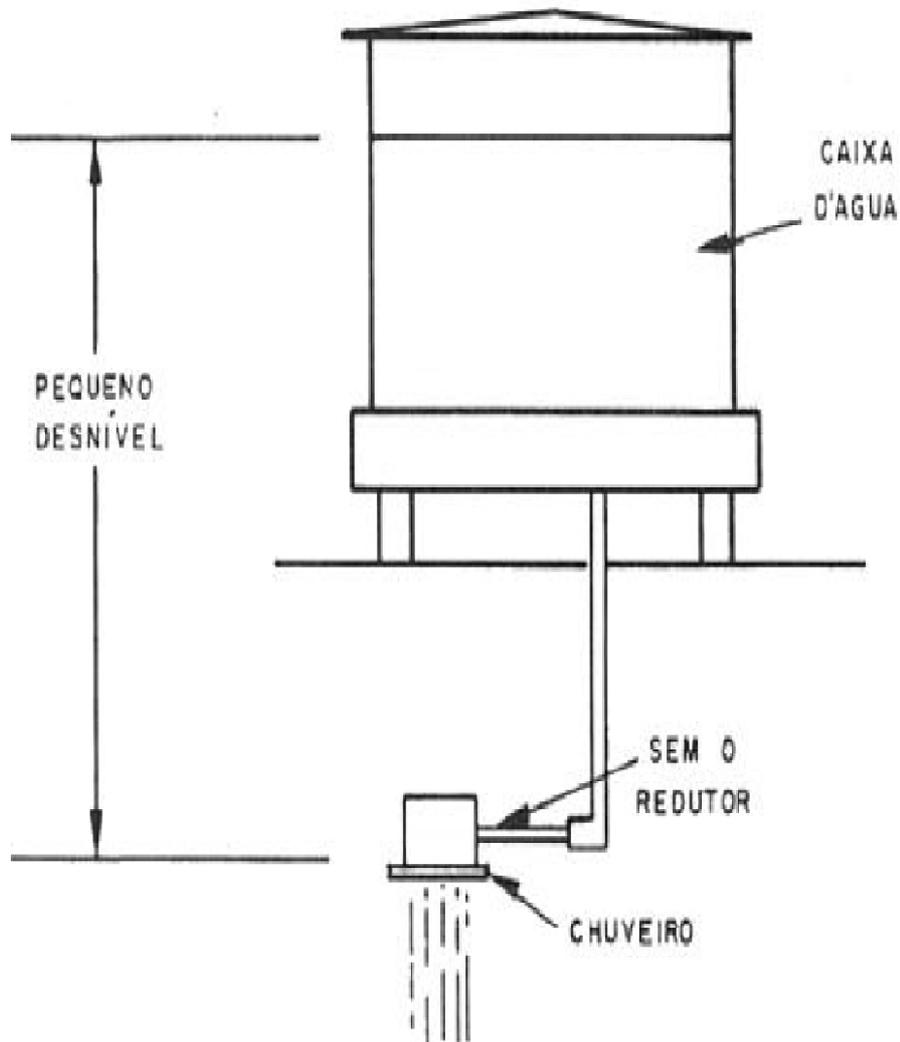
Material do aluno

Resolvam os seguintes exercícios, utilizando os conhecimentos construídos nas aulas anteriores. Ao término, entreguem o material ao professor.

Exercícios

I) Um encanador foi fazer a instalação de um chuveiro tecnológico de alta vazão em uma casa. A pressão mínima necessária para que ele funcione bem é de 250.000 Pascal. Sabendo que a densidade da água é: 1000 kg/m^3 . Calcule a altura mínima que a caixa d'água, (FIGURA 1), deve se encontrar para que o chuveiro funcione.

Figura 1 - Ilustração para a atividade I

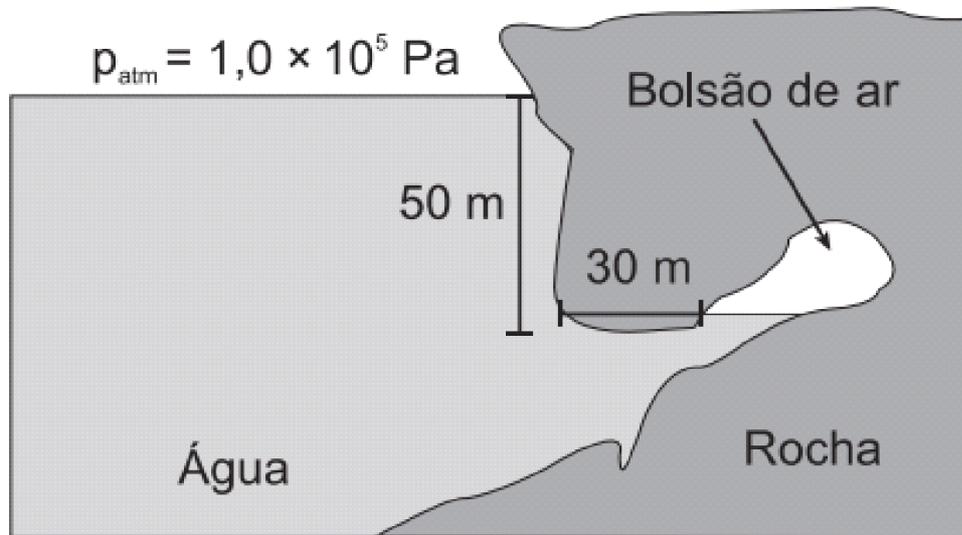


Fonte: BRAGA (2019)

II) Um mergulhador profissional estava fazendo um mergulho, e guiado pela curiosidade, entrou em uma caverna a 50 metros de profundidade no mar para ver o que tinha no seu interior (FIGURA 2). Por um descuido, seu equipamento bateu em uma rocha e acabou danificando e ele acabou ficando preso na caverna. Ele tinha um meio de comunicação para pedir ajuda, e seu superior pediu a pressão que ele se encontra para mandar a equipe. ajude o mergulhador e encontre:

- A pressão a que o mergulhador é submetido dentro da caverna (denominada bolsão de ar), sabendo que a densidade da água do mar é: 1.030 kg/m^3 .
- Converta para atm.

Figura 2 - Ilustração para exercício II

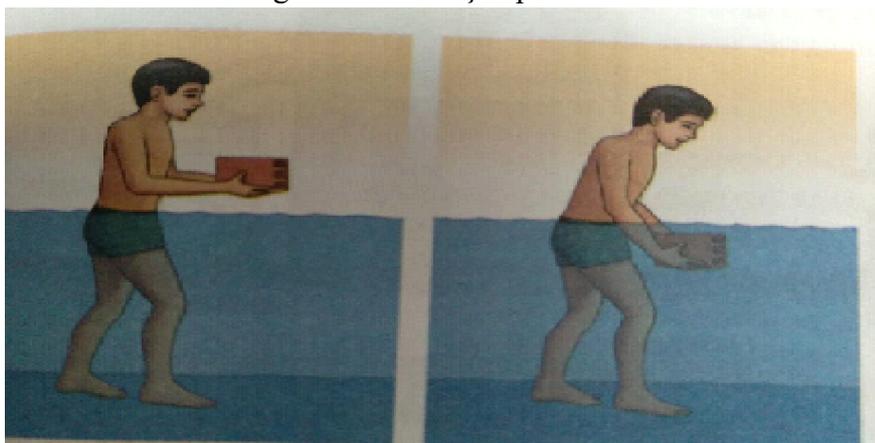


Fonte: ENEM (2020)

III Um garoto estava na praia brincando com um tijolo de 4 kg e decidiu entrar na água com ele (FIGURA 3). Ao entrar ele o afunda cerca de 50 cm e percebeu que o bloco parecia ter a metade do peso de antes.

- Explique porque parecia estar mais leve quando o garoto colocou o tijolo na água.
- Encontre a pressão que o tijolo sofre sabendo que a densidade da água do mar corresponde a: 1.030 kg/m^3 .
- Qual o valor da força de empuxo que atua no tijolo?

Figura 3 - Ilustração para atividade III



Fonte: FILHO; SILVA (2016, p. 268)

Metodologia e estratégia

Resolução de exercícios

Recursos didáticos

Quadro e giz

Datashow

Avaliação

A avaliação será feita a partir da interação e colaboração dentro dos grupos e através do material produzido entregue ao professor.

Aula 5 - Retomando à questão problematizadora**Objetivos específicos****Procedimentais**

Relacionar os conceitos estudados na resolução de problemas

Atitudinais

Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo.

Ouvir e respeitar a opinião dos colegas.

Dinâmica da aula

A aula se inicia com o professor retomando a grande questão problematizadora e deve falar dos conceitos construídos até o momento. Este momento tem duração de aproximadamente 15 minutos.

Em um segundo momento o professor deve entregar aos estudantes um texto “A vida sobre pressão”, onde os estudantes têm o acesso a mais informações sobre as dificuldades que aparecem quando está imerso no em um fluido como o oceano, e conseqüentemente, mais informações para responder a questão problematizadora. Após a leitura, o professor deve fazer uma pequena discussão acerca do texto, levantando os pontos principais. Este momento tem duração de aproximadamente 20 minutos.

Posteriormente, em um terceiro momento o professor solicita aos estudantes para se agruparem nos respectivos grupos já estabelecidos, e em conjunto puderam responder a

grande questão problematizadora sobre o submarino Kursk. Este momento tem duração de aproximadamente 40 minutos.

Por fim, o professor encerrou a aula e a sequência didática fazendo uma discussão sobre as respostas elaboradas pelos alunos. Finalmente, o professor fez os agradecimentos pela colaboração dos estudantes e encerrou a sua Sequência Didática. Este momento final tem duração de aproximadamente 25 minutos.

Material do aluno

Realizem a leitura do material para obter mais informações sobre a problematização feita na primeira aula e, assim, conseguirem responder a questão.

A vida sobre pressão¹

Mais do que a falta de ar, a pressão das águas é o grande obstáculo à permanência do homem no fundo do mar, seja a 10 ou 300 metros, obrigando seu organismo a radicais adaptações ao novo meio.

Regina Prado

Sentado na areia ardente à beira do mar, o homem fita a água e sonha em conquistar o azul profundo. Há mais de 2000 anos, alguns ousados se aventuram a deixar a areia e pulam de cabeça no mundo submarino — é quando descobrem que a falta de ar não é o principal obstáculo a um passeio tranquilo ao lado de peixes e corais. O grande vilão das histórias debaixo d'água atende pelo nome de pressão, um inimigo invisível, mortal, sub-reptício. Seja a 10 ou a 100 metros de profundidade, quanto mais se desce, mais o oceano comprime os frágeis corpos humanos, como se quisesse deliberadamente expulsá-los de um ambiente que não é seu. Com os pés em terra firme, o homem sofre a pressão de 1 atmosfera (1 quilo por centímetro quadrado do corpo, equivalente a uma coluna de ar sobre a cabeça).

Como seu organismo foi moldado pela evolução para viver nesse meio, o fardo é leve. Nos domínios dos peixes, porém, o mundo fica mais pesado: a atmosfera. No corpo humano apertado pelo mar, o que sofre são as cavidades recheadas de ar, como os pulmões e os

¹ Texto completo disponível em: [A vida sob pressão | Super \(abril.com.br\)](https://super.abril.com.br/a-vida-sob-pressao/). Acesso em setembro de 2022

ouvidos. A guerra do homem contra seu maior inimigo aquático, que pode deixar como saldo alguns mortos e feridos, ainda que com pouca frequência, começa assim que se pula na água. Nem mesmo os praticantes do mergulho livre, a modalidade mais simples e praticada com o equipamento mais básico, se vêem livres de alguns percalços. Munido de máscara, snorkel (o canudinho para respirar na superfície) e nadadeira, o mergulhador inspira fundo desce em apnéia (com a respiração presa) e inicia sua aventura.

No caminho para baixo, toda a lei de Boyle atrapalha. Ela diz que, em temperatura constante, o volume de um gás é inversamente proporcional à pressão. Isso significa que, apertado pela pressão crescente, o ar dentro da máscara vai diminuir de volume. Se o mergulhador não injetar um pouco de ar na máscara pelo nariz, tornando iguais as pressões do mar naquela profundidade e a do ar em sua máscara, a estrutura elástica da borracha comprimirá seu rosto e surgirão hematomas.

As vítimas seguintes são os ouvidos, apelidados, sem exagero, de calcanhar-de-aquiles do mergulhador. “Uma região atrás do tímpano, chamada de ouvido médio, está cheia de ar para funcionar como uma caixa acústica, com espaço para a vibração da membrana do tímpano”, detalha o médico Paulo Iazzetti, professor e coordenador da Unidade de Medicina Hiperbárica da Universidade de Campinas. “Justamente por ser recheada de ar, esta região é vulnerável à variação da pressão.” Iazzetti já era mergulhador com apenas 12 anos e enveredou mais tarde pela Medicina Hiperbárica — ramo que surgiu para tratar acidentados em mergulhos e que hoje é usada em diversas enfermidades. Iazzetti explica que, à medida que o mergulhador afunda, a pressão da água aumenta e empurra o tímpano para dentro, provocando dor; se o mergulhador não tomar nenhuma atitude, o tímpano poderá até se romper, causando o barotrauma do ouvido médio. Para evitar este tipo de acidente, o mergulhador realiza a manobra de Valsalva, assim chamada por ter sido descrita por um fisiologista italiano com esse nome: tapa-se o nariz com dois dedos, mantém-se a boca fechada e expira-se com um pouco de força. Sem opção de saída, o ar caminha pela trompa de Eustáquio, o canal membranoso que liga o ouvido à garganta, e chega ao ouvido médio, preenchendo a cavidade e igualando a pressão de dentro com a de fora. Caso a operação seja mal feita e o tímpano se rompa (o que só uma delicada cirurgia resolve), a água fria entra no ouvido e pode atingir o labirinto, responsável pelo equilíbrio do corpo. “Se isto acontecer, a vertigem pode confundir o nadador a ponto de ele não saber se está descendo ou subindo” descreve outro médico mergulhador, Ivan Jorge Ribeiro, do Centro Hiperbárico de São Paulo.

Nesse caso, há uma dica para localizar a superfície: seguir as bolhas de ar. “Elas, sem dúvida nenhuma, estarão subindo”, brinca Ribeiro, carioca que recebeu o apelido de Merluza

em 1971, época de seu batismo na Marinha, no Rio de Janeiro, e que hoje dá aulas para novatos civis em São Paulo. Se o mergulhador cansar de ficar como ioiô afundando e buscando ar na superfície, e resolve bater papo mais longo com os peixinhos, descobrirá que a aventura se complica a cada metro em direção ao fundo. O mergulho autônomo, em que o mergulhador carrega seu suprimento de ar num cilindro de aço ou alumínio, só virou realidade quando o oceanógrafo francês Jacques Cousteau inventou o aqualung, em 1943. O ar é “engarrafado” sob uma pressão 200 vezes maior que a da atmosfera em terra firme. Uma válvula acoplada ao cilindro reduz esta pressão para cerca de 8 atmosferas. Antes de o ar atravessar o bocal e chegar até o mergulhador, porém, uma nova válvula reduz a saída à mesma pressão da água naquela profundidade. “Desta maneira, quando o ar é inspirado, está dando ao tórax uma pressão suficiente para que ele tenha movimentação, vencendo a pressão que a água faz sobre o peito”, descreve Vicente Albanez, professor de mergulho da academia Raia 4, em São Paulo. Albanez já não ouve muito bem, resultado da pressão sob seu tímpano desde o tempo em que resolveu fazer do mergulho sua profissão. Hoje, está empenhado em divulgar o mergulho como terapia para crianças com deficiência mental.

O prazer de uma fugaz estada no mundo aquático a bordo de um cilindro embute uma overdose de moléculas gasosas. Como o ar dentro dele está comprimido sob alta pressão, a quantidade de moléculas a ocupar o mesmo espaço é maior, aumentando proporcionalmente a quantidade de gás absorvido pelo mergulhador. Ocorre então uma saturação desses gases no organismo, que não está habituado a sorvê-los em quantidades tão grandes. Como o ar atmosférico é composto de 78,62% de nitrogênio, 20,84% de oxigênio e 0,5% de outros gases, o aumento significativo do volume inspirado vai resultar num problema igualmente grande para o mergulhador. O nitrogênio praticamente não é metabolizado pelo organismo e se acumula, passa dos alvéolos pulmonares para o sangue e do sangue para os tecidos, já que neles a concentração deste gás em condições normais é mínima.

A dissolução do nitrogênio no corpo não causa mal algum, mas na hora do caminho inverso — eliminar o excesso — o gás dita as regras. Para se dosar a velocidade na qual o mergulhador pode retornar à superfície sem problemas, a Marinha americana desenvolveu uma tabela de descompressão, estruturada a partir da profundidade que o mergulhador atingiu e o tempo que ele permaneceu submerso. Em outras palavras, a tabela avalia a quantidade de gás inerte que teve tempo de se instalar no organismo. Ela indica a velocidade com que se pode subir para que o gás alojado tenha tempo de sair dos tecidos e ser eliminado pelas vias aéreas — 18 metros por minuto e uma série de paradas, a 9, 6 e a 3 metros da superfície.

Quando a pressão externa diminui, o gás faz o caminho inverso, dos tecidos para os

alvéolos, por difusão. Respeitada essa tabela, o risco diminui. Diminui mas não acaba, porque o padrão que determina estes números é a resistência de um marinheiro jovem, em boa forma física. Se o perfil do mergulhador não for exatamente este, é recomendado não atingir os limites. O médico Paulo Iazzetti explica que uma falha na hora de acompanhar estes números pode ocasionar a chamada doença descompressiva: “Se você retorna à superfície, onde a pressão é menor numa velocidade errada, o gás que estava dissolvido se expande e forma microbolhas onde estiver.” É como o que acontece com uma garrafa de Coca-Cola — quando aberta, a pressão dentro dela, que era grande; diminui em contato com a atmosférica e o gás fisicamente diluído desprende-se. Nos tecidos humanos, sem opção de fuga, as bolhas expandem-se no lugar em que estão. Iazzetti conta que estas bolhas provocam dores nas articulações, onde o tecido fibroso é uma porta aberta para a instalação destes gases. Em casos mais graves, as microbolhas podem se alojar no cérebro, muito vascularizado, onde, dependendo da localização, provocam danos algumas vezes até fatais. A todo instante o mergulhador é lembrado de que é um intruso na água. Uma distração ou um susto como avistar um tubarão, pode fazer com que ele suba desesperado da pior maneira possível: com a respiração presa.

Se o mergulhador prende a respiração, o gás se expande conforme a pressão diminui e deforma o pulmão, provocando a temida embolia traumática pelo ar, que é rara, mas pode acontecer em qualquer profundidade. “As moléculas de gás expandidas forçam as paredes dos pulmões, o ar entra onde não era chamado, no espaço entre o pulmão e a pleura, e colapsa a região”, descreve o médico Iazzetti. “Algumas vezes pode haver até o rompimento dos pulmões, um quadro clínico muito grave e difícil de ser tratado.” A maioria dos problemas com pressão podem ser resolvidos colocando-se o mergulhador acidentado dentro de uma câmara hiperbárica (do grego *hypér*, excesso, e *báros*, pressão), que o comprime e depois diminui gradualmente a pressão, como numa volta segura à tona, para que os gases que ele absorveu possam percorrer a via normal de retorno à atmosfera, saindo da circulação para os pulmões e daí para a boca.

A partir dos 40 metros de profundidade, em média, o mergulhador também pode começar a “ver” sereias. O mágico ilusionista, nada inocente, é de novo o nitrogênio. Uma vez no organismo, o nitrogênio se instala na bainha de mielina, uma camada gordurosa que envolve as células nervosas, e atrapalha a transferência de cargas elétricas e o caminho do estímulo nervoso. O mergulhador tem então a chamada narcose pelo nitrogênio, ou embriaguez das profundidades. Como se estivesse bêbado, ele pode simplesmente esquecer de voltar à superfície ou ser atraído para o fundo por um peixe espetacular. Neste momento, a

presença de um companheiro por perto ajuda-o a salvar-se. No caso da narcose, subir devagar ajuda a desalojar as bolhas de nitrogênio alojadas no sistema nervoso central. Por todos estes percalços, uma regra em mergulho é lei: jamais mergulhar sozinho.

A maioria dos mergulhadores livres e autônomos gosta de enfrentar as aventuras submarinas por esporte. Existem aqueles, porém, para quem o fundo do mar é um meio de vida. É o caso dos mergulhadores profissionais das plataformas de exploração de petróleo submarino, que descem a 300 metros de profundidade para manipular válvulas nos oleodutos ou fazer reparos nos equipamentos. Executar o trabalho não é tão complicado, o difícil é chegar lá. É preciso passar por um rosário de adaptações para poder descer tão fundo, no chamado mergulho saturado, onde a pressão ronda as 30 atmosferas — algo como 45 toneladas ou 56 fuscas sobre os ombros.

O organismo do mergulhador precisa ser lentamente comprimido, para equilibrar a pressão dos gases de seu corpo com a escandalosa pressão na água àquela profundidade. “Se isso não fosse feito, a pressão mecânica poderia esmagar os pulmões, romper os tímpanos e até provocar sangramento nos seios da face, todos recheados por ar” enumera o engenheiro Carlos Eduardo Serra, da Petrobrás responsável pelo treinamento de mergulhadores. “O primeiro passo foi encontrar uma mistura gasosa que, sob alta pressão, não provocasse efeitos colaterais no organismo.” Para o mergulho autônomo, onde, pela lei, o mergulhador só pode ir até 40 metros, ar comprimido basta. Mais fundo que isso, no mergulho dito saturado, a mistura de gases tal qual na atmosfera poderia ser fatal. “Num mergulho profundo, a embriaguez seria inevitável devido à alta pressão do gás respirado, que entra no organismo numa velocidade muito maior”, compara o médico cardiologista Elmo de Araújo Carvalho Júnior, da base naval de Mocanguê, em Niterói (RJ), onde mergulhadores são treinados para trabalhar para a Petrobrás. Para resolver este problema, a tática foi encontrar um gás mais leve, que substituísse o nitrogênio e não tivesse o tal efeito narcótico.

Atividade Final

Após realizarem a leitura do material para obter mais informações sobre a problematização feita, e assistirem novamente o trailer do filme, em grupo respondam a questão problematizadora, de modo elaborado, com base nos conceitos construídos e na leitura realizada.

Os tripulantes, que sobreviveram às explosões no Kursk, deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície? Justifique sua resposta.

Ao final entreguem o material produzido ao professor

Metodologia e estratégia

Leitura de texto

Discussão em grupo

Recursos didáticos

Texto: A vida sobre pressão

Avaliação

A avaliação será feita a partir da interação e colaboração dentro dos grupos e através do material produzido entregue ao professor.

4. REFLETINDO SOBRE A PRÓPRIA PRÁTICA

A formação de um professor é uma etapa onde a reflexão sobre a própria prática é um exercício que todos devem fazer, durante seus estágios supervisionados ou alguma experiência vivida no âmbito educacional, como nos diz Alarcão (1996):

Uma forma especializada de pensar implica uma prescrutação activa, voluntária, persistente e rigorosa daquilo em que se julga acreditar ou daquilo que habitualmente se pratica, evidencia os motivos que justificam as nossas acções ou convicções e ilumina as consequências a que elas conduzem.(ALARCÃO, 1996, p.174)

O propósito de realizar uma reflexão sobre a própria prática, foi olhar com cuidado todas ações, discussões conduzidas e, a partir delas, refletir sobre qual foi minha postura, quais os problemas encontrados e como consegui solucioná-los, e se não consegui, o que poderia ter feito, na busca por um melhor aproveitamento das aulas, como discute Selingardi e Menezes (2017) quando trazem que:

Quando o professor reflete sobre sua prática, ele começa a perceber algumas dificuldades em sala de aula, a partir de então reflete para buscar soluções para a mudança, sendo assim, ele se encontra na parte mais baixa do pântano, pois busca soluções para seus problemas.(SELINGARDI; MENEZES, 2017, p.271)

Para elaborar a sequência didática, pensei inicialmente no tema a ser abordado, e me senti confortável em trabalhar com fluidos em repouso. Este é um conteúdo com grande potencial para trabalhar com experimentos e, juntamente com o tema, desperta muito interesse no público alvo que, a princípio, seria alunos do ensino médio. Os alunos desde cedo presenciam fenômenos no seu cotidiano e são instigados por sua curiosidade, como apresenta Carvalho(2013):

Muitos fenômenos que ocorrem no cotidiano chamam bastante a atenção das pessoas. Entre eles, a flutuação dos corpos aparece com frequência como um fenômeno instigante. Por exemplo, as crianças desde muito cedo começam a perceber a influência do peso dos objetos e, dependendo das suas vivências, vão passar a incorporar novos elementos às explicações sobre as causas desse fenômeno (CARVALHO, 2013, p.94).

. O conteúdo de hidrostática é geralmente trabalhado no 1º ano do ensino médio. Pensando nisso, busquei introduzir os conceitos a partir do que eles conheciam, ou seja, de situações vivenciadas do dia a dia dos mesmo, como por exemplo, porque a maioria das madeiras flutuam e as pedras afundam, porque as coisas parecem ser mais leves embaixo d'água, entre outras situações. Enfim, aprofundar os conhecimentos, apresentando conceitos,

leis referentes ao tema. Isso mostra a minha preocupação com o conhecimento do currículo, que para um professor deve ser fundamental como apresenta Alarcão(2011) quando fala:

“O conhecimento do currículo, entendido como a compreensão do conjunto de áreas disciplinares e não disciplinares que integram a organização das atividades formativas de um determinado nível de ensino, bem como o conhecimento da estrutura dos seus programas, é fundamental (ALARCÃO, 2011, p.68)”.

Abaixo, apresento o relato das aulas e as reflexões sobre minha própria prática durante seu desenvolvimento.

Aula 1

No dia 23 de agosto de 2022, às 21h, iniciei o desenvolvimento da Sequência Didática (SD) com os estudantes da disciplina de Introdução à Licenciatura em Física A - GFM 156. A turma era composta por 11 estudantes. Inicialmente, o professor da disciplina apresentou-me aos estudantes, como também alguns dos meus objetivos ao longo da SD. Logo em seguida, eu tomei frente a turma, fazendo uma pequena apresentação da minha história de vida. Após este momento, solicitei que os estudantes se apresentassem e dissessem porque escolheram o curso de licenciatura em física para seguir (FIGURA 4). Todos os estudantes, sem exceção, se apresentaram. Alguns relataram que queriam permanecer na licenciatura, mas também havia aqueles que não queriam isso. Após as apresentações, pedi aos estudantes que assinassem um termo de autorização para que eu pudesse usar o material escrito e a imagem como objeto de análise posteriormente.

Figura 4: Momento de interação inicial da aula 1



Fonte: Do Autor (2023)

Nesse primeiro momento fiz uma abordagem, na busca de compreender os estudantes que estão ali, quais os contextos e perspectiva de vida eles têm para as suas vidas, como também, logo de cara, eu tento perceber forma de promover uma linguagem mais adequada

para o ensino a partir dos alunos, como nos afirma Alarcão (2011):

Sendo o aluno o elemento central da ação educativa, é imprescindível que o professor detenha **conhecimento do aluno e das suas características**, isto é, compreenda o seu passado e o seu presente, a sua história de aprendizagem, e seu nível de desenvolvimento, a sua envolvente sociocultural (ALARCÃO, 2011, p.68).

Nesse sentido, é muito importante ter esse momento inicial de interação entre professor e aluno para o desenvolvimento das ações de ensino e aprendizagem em uma sala de aula.

Eu particularmente, gosto deste momento, é um momento definitivo para um bom andamento das próximas aulas, em que posso conquistar os estudantes e, deixá-los mais confortáveis e abertos para fazer diálogos. Além de conhecê-los, deixo a sala de aula um ambiente mais “leve” para trabalhar.

Para iniciar o desenvolvimento de minha sequência, de fato, apresentei o trailer do filme Kursk² a última missão, como um problema inicial, posteriormente, foi contextualizado o acontecimento do acidente para maior entendimento. A partir deste momento, passei à primeira atividade, (FIGURA 5), que consistia em responder sobre a seguinte questão: Os tripulantes, que sobreviveram às explosões em Kursk, deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície? A atividade foi individual e os estudantes tinham que escrever os seus conhecimentos prévios sobre o assunto.

Figura 5 - Primeira atividade



Fonte: Do Autor (2023)

No segundo momento da aula, pedi para que todos fizessem uma discussão sobre as respostas dadas. Apareceram várias respostas interessantes, como a do Aluno 2, que disse

² *O filme conta a história do naufrágio do submarino russo Kursk no ano de 2000. Alguns tripulantes sobreviveram à explosão e esperaram resgate em uma profundidade de mais de 100 metros, mas não sobreviveram.*

que a pressão da água é maior que a pressão dentro do compartimento, então não conseguiriam abrir a porta e sair do submarino. O aluno 7 disse que existe a descompressão que mataria todos os tripulantes caso tentassem subir nadando. Após alguns minutos, surgiram várias respostas acerca da pressão. O aluno 2 traz mais uma resposta, dizendo que os tripulantes do submarino morreram por causa da estática dos fluidos. Mais alguns minutos depois pedi para que os estudantes imaginassem que eles fossem os tripulantes do submarino e que, em conjunto, encontrariam a melhor saída para conseguir ficar vivos. Obtive mais algumas respostas, uma um pouco mais extrema, como a resposta da Aluno 11, que disse que a solução é matar todos os outros para sobreviver, ou ficar mais tempo com oxigênio. Por fim, percebi que os estudantes, com a discussão, chegaram a um consenso, que o motivo para eles não subirem é a pressão.

No terceiro momento, pedi para os estudantes responderem novamente a pergunta ligada à problematização, com a intenção de verificar as novas concepções adquiridas durante a discussão. Refizemos a discussão e as respostas foram um pouco diferentes, pois as respostas dadas pelos colegas influenciaram ao repensarem para refazer a atividade.

Nesta parte de problematização e atividade I, o modo como contextualizei o trailer e apresentei a questão hipótese para a turma, levou alguns estudantes a pensarem na situação de pressão logo de cara, como por exemplo a resposta do aluno 5, que disse: “De primeiro imaginei a pressão que existe no fundo do oceano, essa pressão faria com que os tripulantes seriam ‘esmagados’ e também a profundidade, caso a pressão não interferisse a distância até a superfície é longa, o oxigênio não seria suficiente. Logo simplesmente sair do submarino não seria a melhor opção”, mas também abriu espaço para respostas bem diferentes, como nos apresenta o aluno 10: “Acho que seria melhor ficar por segurança, pode acontecer muitas coisas na hora de sair sem contar que eles podem ficar cansados ou podem morrer por um animal marinho”. Essa forma que deixei em aberto a questão inicial, possibilitou uma discussão rica, com várias possibilidades de respostas e muito interativa.

Durante a discussão, ao perceber que os estudantes tiveram respostas que foram diretas sem muita reflexão, ou seja, apareceu um “elemento de surpresa”, fiz uma “reflexão na ação” ao pedir para que os estudantes imaginassem que estavam presos no submarino. A partir daí, além das contribuições feitas pelos colegas no início da discussão, os alunos ampliaram ainda mais suas ideias ao se imaginarem dentro do submarino em uma situação de vida ou morte, e apareceu uma resposta do aluno 11 bem inusitada quando disse: “Com base na primeira atividade, matar os outros tripulantes para conservação do oxigênio seria muito

melhor assim você teria um tempo de vida melhor até ajuda chegar”. Isso mostra a mudança na postura do estudante na segunda atividade em relação à primeira, ao se imaginar na situação levantada. Ao olhar novamente a atividade desenvolvida, pude perceber que, ao fazer a reflexão na ação, os estudantes olharam a situação com outros olhos, na qual os personagens alteraram, e o contexto era o mesmo, por essa mudança, a resposta foi radical.

No último momento da aula, eu construí com os estudantes os conceitos iniciais da hidrostática, definindo o que é estática dos fluidos. Para definir o que era estática, fiz a relação entre movimento e repouso, onde o repouso seria a estática. Para conceitualizar o que vem a ser um fluido, pedi para os estudantes dizerem o que eles entendem, ou o que vem na cabeça, quando se fala de fluido. Aluno 8 disse que fluido tem movimento e poderia colocar em uma garrafa como exemplo, e o Aluno 4 também respondeu, mas ele ficou mais limitado em dizer que o fluido toma a forma de algum recipiente. Seguindo com a aula, quando busquei definir a pressão com os estudantes, pedi para que eles respondessem o que eles entendem o que seria a pressão. Aluno 7 e Aluno 11 disseram que tem relação com a força, e Aluno 5 disse que tem relação com uma compressão de algo. Utilizei vários exemplos, e fiz questionamentos do tipo “porque quando cozinhamos feijão a panela solta vapor?”, “porque balões de ar quente sobem?” entre outros, com o objetivo de explorar ainda mais a capacidade dos estudantes. Por fim, expliquei as definições de pressão aos estudantes oralmente, mas de forma a levar a discussão a nível de interação de partículas. No encerramento da aula, o aluno Aluno 4 perguntou se a pressão é igual a densidade, e expliquei para ele que não são iguais, e que posteriormente iremos ver esta diferenciação mais nítida. A aula foi usada completamente como o esperado, terminando aproximadamente às 22:30h. Finalmente, após os agradecimentos pela colaboração e comprometimento, encerrei a aula.

Nesse último momento da aula, consegui ver, após “refletir sobre a ação”, a minha postura de professor. Ao instigar a participação dos alunos, pude construir internamente a linguagem que devo utilizar nas abordagens para a construção do conhecimento. Podemos ver que fiz uso dos conhecimentos pedagógicos construídos durante a formação, que Alarcão (2011) define como: “**Conhecimento pedagógico em geral**, ou seja, o domínio dos princípios pedagógicos genéricos comuns às várias disciplinas e que se manifesta na maneira como o professor organiza e gere as atividades de sala de aula” (ALARCÃO, 2011, p. 68).

Dia 26 de agosto de 2022, às 21:00 horas, aconteceu o desenvolvimento da aula 02, que contou com a presença de 08 estudantes e o professor da disciplina. Inicialmente, retomei a questão problematizadora apresentada aos estudantes na aula 01 para que os estudantes tenham sempre em mente qual era a questão que estamos querendo responder ao final da sequência de aulas. Posteriormente, iniciei também a discussão a respeito da pressão, quando levei um balão de festas para exemplificar e levar os estudantes a uma reflexão: o que aconteceria se o balão cheio de ar subisse até a camada mais alta da atmosfera, e o que aconteceria com o balão se descesse ao fundo do mar. Os alunos responderam que na camada mais alta da atmosfera o balão iria aumentar de tamanho porque a pressão de fora seria menor do que a pressão de dentro; No fundo do mar o balão iria comprimir pelo fato da pressão externa ser maior do que a pressão de dentro do balão.

A ideia de iniciar a aula retomando a questão problematizadora de toda ação foi um movimento que fiz para deixar bem claro qual é o objetivo geral proposto para a SD. Ao fazer esse movimento, os estudantes compreendem qual o foco e, a cada elemento estudado posteriormente, será uma nova ferramenta para a resposta para a questão.

Levar um balão para a discussão foi uma ideia bem legal e simples que ajudou os estudantes a compreenderem melhor o significado de pressão apresentado na primeira aula, pelas respostas dadas por eles aos meus questionamentos.

No segundo momento, pedi aos alunos que se dividissem em dois grupos, sendo cada um com 4 estudantes. Em seguida, distribui materiais (bacia, bloco de madeira, bola de gude) para que eles pudessem realizar a atividade I, que consistia em colocar dois corpos dentro da bacia com água, fizessem a observação do que tinha acontecido e explicasse o porquê ficaram de tal forma como observado. Os alunos receberam um material impresso para seguir como roteiro e fazer as anotações, que posteriormente seriam recolhidas à medida em que cada atividade fosse realizada. Os alunos colocaram os corpos na bacia e um dos grupos ficou chocada ao perceber que o bloco de madeira recebido não havia afundado como imaginaram e, durante a observação, o aluno 8 ficou aguardando o bloco afundar; mas não afundou e ele ficou refletindo “porque não afundou se o bloquinho era pesado”. Após esse momento de observação e hipóteses feitas pelos alunos, eu fui à frente da sala e, de forma dialogada, construí o conceito de densidade com os estudantes, fazendo questionamentos. Perguntei se eles sabiam qual era a definição de densidade e, então, o aluno 9 respondeu rapidamente que era a razão da massa do corpo pelo volume do mesmo. Para que todos conseguissem compreender o conceito de densidade, utilizei o seguinte questionamento: Entre

1kg de bolinha de gude e 1kg de algodão, qual dos dois possui maior densidade? Os estudantes responderam que era a bolinha de gude, porque no algodão possui mais ar. Como não fiquei satisfeito ainda com a resposta, reformulei a pergunta, mas agora fixando o volume: Eu tenho duas caixas de mesmo volume, e vou preencher totalmente as duas, sendo uma com bolinha de gude e a outra com algodão, e agora, quem tem maior densidade? Novamente os estudantes responderam que era da bolinha de gude por causa da massa dela.

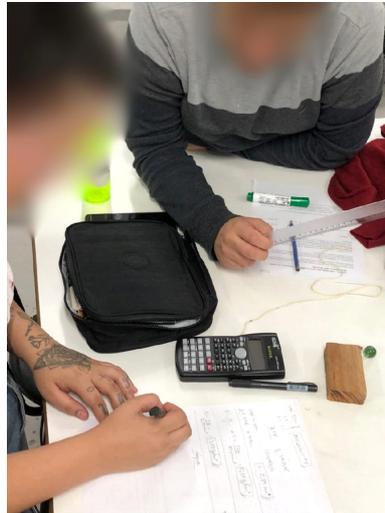
A divisão dos grupos foi feita como o planejado, mas a maneira como eu iria fazer essa divisão foi um ponto que ainda não estava definido, e talvez isso seria um “elemento de surpresa”, que poderia atrasar a aula ou, ainda, não deixaria os alunos confortáveis. Entretanto, eu fiz uma “reflexão na ação” ao ver a disposição dos alunos na sala, em que eles sentaram em grupo por afinidade e entrosamento já criados por eles de antemão. Levando isso em conta, resolvi dividi-los em 2 grupos como já estavam, e só pedi para um aluno 12, que estava isolado, para se juntar no grupo 1.

Um ponto importante que não relatei, é que para atividade ser desenvolvida, era necessário uma esfera e um bloco de madeira, como estava no planejamento. Porém um elemento de surpresa apareceu, quando não consegui obter as esferas de metal com a secretária do departamento como havia planejado, por ela ter ido embora. Rapidamente tivemos uma “reflexão na ação”, então fui perguntar a uma professora do DFM se ela tinha esferas de vidro(bolinhas de gude) para me emprestar, assim, a aula pode se desenvolver naturalmente sem perdas. Podemos ver a importância da reflexão na ação para que uma atividade possa ser desenvolvida. Muitas das vezes, nosso planejamento não dá certo, seja por falta de recursos, por comportamento dos estudantes, ou até mesmo pelo tempo demandado pela atividade e, nesse momento, devemos refletir qual a melhor forma de proceder.

Após as atividades realizadas, a reflexão sobre a ação é necessária para uma visão mais ampla do que foi feito em sala de aula, para organizá-las, como também, a postura durante o desenvolvimento.

No terceiro momento, com a densidade já conceitualizada, distribuí mais alguns materiais (barbante, régua, balança), para que os estudantes realizassem a atividade II de forma investigativa, como mostrado na Figura 6 e Figura 7, que consistia em preencher uma tabela, com a massa, volume e densidade do bloco de madeira, da bola de gude e da água, obtida pelos estudantes.

Figura 6 - Estudantes do grupo 1 realizando a atividade investigativa



Fonte: Do Autor (2023)

Figura 7 - Estudantes do grupo 2 realizando a atividade investigativa



Fonte: Do Autor (2023)

Os recursos didáticos foram pensados para serem levados para o ensino médio, utilizando recursos de baixo custo, o que torna a atividade passível de ser inserida em uma turma de escola pública, onde os recursos são mais limitados.

Os estudantes apresentaram um pouco de dificuldade nas manipulações algébricas e relembrar as fórmulas de obtenção de volumes, como por exemplo no grupo 2 que tiveram uma discussão sobre como encontrar o volume de um paralelepípedo, e também o volume da esfera, mas entraram em consenso, e eu avaliei as hipóteses, com isso, eles coletaram os dados necessários para, enfim, obter os valores das densidades e preencher a tabela.

No último momento da sequência, um estudante de cada grupo apresentou para o professor da disciplina e para mim, as visões obtidas na primeira atividade, as medidas

obtidas e a relação entre as hipóteses levantadas e as medidas, dizendo se os dados batem com suas respectivas observações. O primeiro a apresentar foi o aluno 9, respondendo que sabia que o motivo para tal efeito nos corpos era por causa da densidade dos corpos, e, ao realizar os cálculos, ele conseguiu relacionar o porquê os corpos estão dispostos daquela maneira. Já no grupo 1, o aluno 8, responsável pela apresentação, relatou que inicialmente, já tinha compreendido que era por conta da densidade, entretanto, não tinha conseguido visualizar numericamente. Foi neste gancho que eu disse que os materiais medidos podem apresentar erros tanto no instrumento de medida, mas também podem ter erros nos cálculos e por isso, podem ter obtido resultados diferentes do esperado.

Eu gostei bastante desta segunda aula. Os alunos participaram ativamente da atividade, as dificuldades que apareciam eram sanadas durante a atividade mesmo. Outro ponto relevante foi a percepção de que os instrumentos de medidas possuem limitações devido à precisão. Em relação aos objetivos, os alunos trabalharam em grupos, desenvolvendo esse trabalho coletivo; Ele levantaram hipóteses durante a primeira atividade, sendo assim, desenvolvendo-a. O objetivo de desenvolver a habilidade realizar operações matemáticas se fez presente ao realizarem a atividade de preencher a tabela.

Neste momento da aula, cometi alguns pequenos erros que não prejudicaram o andamento da sequência ou da construção do conhecimento, mas, durante a mediação, os estudantes me diziam quais eram suas hipóteses, e, ao ver que não condizem com o esperado, ou seja, nosso “elemento de surpresa”, eu, durante a aula, realizei a “reflexão na ação”. Conduzia os estudantes dando pequenas dicas, ao invés de deixá-los tentar mais um pouco, ou então chegar sozinhos, usando a colaboração nos grupos. Analisando essa experiência prática, não teve danos, mas, pelo contrário, aumentou o meu repertório de ações, como Schon (2000) nos fala: “cada experiência nova de reflexão-na-ação enriquece seu repertório(SCHON, 2000, p.63)”.

Aula 3

Dia 30 de agosto de 2022, terça-feira, a aula contou com a presença de 09 estudantes, sendo que 2 alunos frequentes faltaram e 2 alunos novatos apareceram. Primeiramente, pedi a autorização de um estudante, que não estava presente na primeira aula, o direito de imagem e atividades para usar no meu TCC. Essa aula teve dois grandes momentos, sendo o primeiro uma aula mais expositiva e dialogada, e o outro momento, uma atividade experimental com uma abordagem investigativa. Na aula, foi utilizado um slide para

construir os conceitos de pressão em fluidos com densidade constante, posteriormente, um aparato experimental denominado como tubo em U.

Inicialmente, retomei a questão problematizadora feita no início da sequência didática que dizia: os tripulantes, que sobreviveram às explosões no Kursk, deveriam simplesmente ter saído do compartimento do submarino, emergindo até a superfície? Em seguida, retomei também os conceitos já definidos anteriormente, como a definição de pressão e a densidade. Após lembrar os conceitos, iniciei falando sobre a pressão atmosférica, trouxe alguns exemplos de onde ela está presente e finalizei trazendo uma abordagem mais histórica, que essa medida da pressão atmosférica foi realizada por Torricelli, obtendo que, ao nível do mar, essa pressão era de 760mmHg, e apresentei os valores da unidade de medida e conversões ao nível do mar. Posteriormente, levantei a seguinte questão: como a pressão varia no interior do fluido? Esse momento, alguns falaram que a pressão aumenta, à medida que a profundidade também aumenta. Eu usei um recipiente com água e um bloco de madeira para contextualizar, e eu enchi o recipiente com água e introduzi o bloco. Logo perguntei aos estudantes quais eram as forças que atuavam no bloco de madeira? Os estudantes falaram que existe a gravidade, mas aí tentei guiar o estudante para entender que a gravidade é uma aceleração, e quando se tem uma massa interagindo com ela, aparece a força peso, e outros estudantes disseram sobre a força de empuxo. Perguntei aos estudantes se eles concordam, e a maioria disse que sim. Utilizando esse gancho, fiz o questionamento sobre o que seria a força de empuxo, e de onde ela vinha, e os alunos disseram que não sabia explicar. Aluno 2 disse que o empuxo é uma força que a água faz pra cima e com isso expliquei que o empuxo é uma força resultante vertical para cima que aparece pela diferença de pressão. Após essa explicação conceitual, fiz a demonstração de como ela aparece, e continuei os cálculos para obter a lei de Stevin. Após chegar na expressão para a lei de Stevin, falei sobre os vasos comunicantes e seu funcionamento, e finalizei esse momento apresentando a lei de Halley, onde se tem uma equação para determinar o valor da pressão atmosférica em determinada altura.

No segundo momento, eu fui para a parte experimental, que foi dividida em 3 etapas utilizando o tubo em U. Inicialmente, pedi para os estudantes se dividirem nos grupos definidos e, para agilizar o processo, montei os equipamentos e entreguei à eles. A primeira etapa consistiu em cada aluno propor uma hipótese para obter o valor da densidade do fluido desconhecido. O Segundo momento foi para os alunos socializarem as suas ideias e, juntos, obterem o valor da densidade (FIGURA 8).

Por fim, distribuí a atividade III, que consistia em descrever como os estudantes

obtiveram a densidade no desenvolvimento e, para encerrar a aula, eu reforcei a questão problematizadora.

Figura 8 - Alunos do grupo 2 realizando as medidas no tubo em U



Fonte: do Autor (2023)

Gostei bastante da aula, consegui construir os conceitos desejados. Os alunos tiveram bastante dificuldade em descobrir o valor da densidade, entretanto, gostei das discussões feitas nos grupos, com pensamentos que saíram da caixinha. Durante a atividade, fui acompanhando os grupos e verifiquei que, mesmo com um pouco de dificuldade, eles compreenderam os conceitos e as manipulações algébricas.

Durante a formalização dos conhecimentos, na parte inicial, onde tive uma postura de diálogo e questionador, os estudantes foram muito participativos. Quando chegou a parte de manipulação de equações, a atenção dos estudantes parecia ter diminuído. Durante a formalização, senti que os estudantes deram uma pequena distraída.

Refletindo sobre as minhas ações e também em relação à sequência didática, eu deveria ter levado essas manipulações no quadro, para que os estudantes participassem do processo de construção das formulações. Essa mudança no planejamento acredito ser um alavancador do processo de ensino e aprendizagem. Outro ponto importante a ser destacado é o grau de dependência dos alunos em relação ao professor mediador. Por auxiliar os

estudantes com frequência, qualquer dúvida que aparecia eles me perguntavam, ao invés de discutir em grupo. As discussões até aconteciam, e tinham resultados, mas, em algumas etapas (FIGURA 9), fui chamado para avaliar os resultados já obtidos por eles e opinar se estava no caminho certo ou não da resposta esperada.

Figura 9 - Estudantes tirando dúvidas com o professor



Fonte: Do Autor (2023)

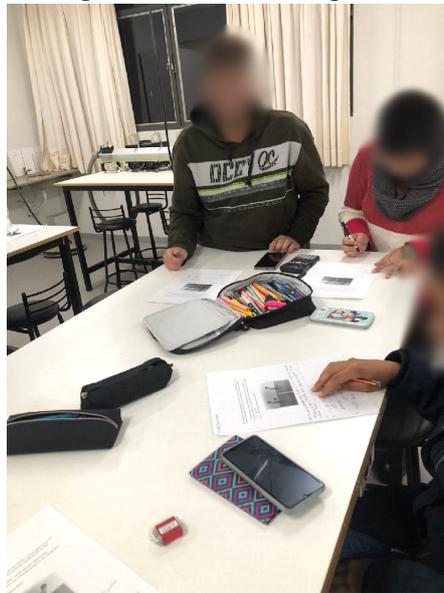
Aula 04

Dia 31 de agosto de 2022, quarta-feira, ocorreu a aula 04, que contou com a presença de 09 estudantes. Ao iniciar a aula, retomei a questão inicial, os conceitos que foram discutidos nas aulas anteriores, fiz um link com os exercícios e expliquei como seria o desenvolvimento da aula. No primeiro, exercício os estudantes estavam bem “parados” mas, com algumas ajudinhas, por exemplo, “Como que a pressão varia no interior dos fluidos?”, “você lembram do que a pressão depende nesse caso?”. Por fim, eles resolveram e entenderam o procedimento de como resolver a questão. Na segunda questão, os estudantes tiveram mais facilidade em resolver os exercícios, mas mesmo assim, os grupos precisavam de uma pequena ajuda para conseguirem chegar a solução. No terceiro exercício, se tratava

da Lei de Stevin e o empuxo, os estudantes quebraram a cabeça e levaram um tempo maior para resolvê-lo.

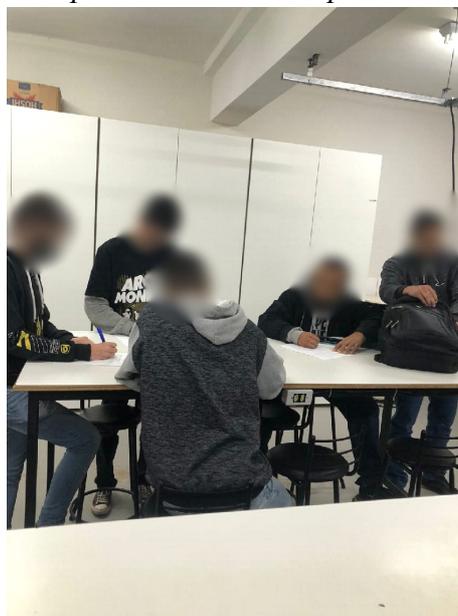
Percebi que os estudantes não analisam o problema ao tentarem resolver e, por isso, precisaram de uma ajuda para interpretá-los, mas quando conseguiram encontrar uma linha de raciocínio, eles conseguiram resolver os exercícios. Na Figura 10 e Figura 11 podemos ver os grupos trabalhando.

Figura 10 - Grupo 1 resolvendo os problemas propostos



Fonte: Do Autor (2023)

Figura 11 - Grupo 2 resolvendo os problemas propostos



Fonte: Do Autor (2023)

Eu ia apresentar, em slide, os resultados dos exercícios, mas como eu estava presente nos dois grupos formados, vi que não tinha necessidade, pois eles tiveram um bom aproveitamento. Finalizei a aula pedindo para que não faltassem na próxima aula, pois iríamos finalizar a sequência e responder à questão problematizadora feita na primeira aula.

Nessa aula, parando para refletir, teve uma “pegada” mais mecânicizada, eu deixei os estudantes pensarem e responderem as questões, dando apenas pequenas dicas de caminhos a serem seguidos. Quando me aproximava e dava muitas dicas, deixei os alunos mais dependentes do professor, buscando sempre a aprovação para a linha dos seus raciocínios. O fato de no final da aula não ter feito a resolução no quadro passo a passo, mostrou que eu estava atento em relação ao aprendizado dos alunos e, nesse momento, fiz uma reflexão na prática, e senti que os estudantes estavam seguros dos conceitos, das respostas e a maneira de como obtê-las, por isso, resolvi encerrar a aula por ali, só fazendo o fechamento da aula sintetizando os conceitos estudados.

Nas próximas atividades desse tipo, vou instigar mais os grupos, vou apenas direcioná-los, mas deixar que eles em grupo cheguem nas respostas, agir mais como mediador do processo e as discussões, como nos orienta Sasseron(2014):

O objetivo da atividade precisa, portanto, estar muito claro para o professor, de modo que ele faça perguntas, proponha problemas e questione comentários e informações trazidos pelos estudantes tendo como intuito o trabalho investigativo com o tema da aula. A resposta dos alunos pode vir em palavras faladas, mas, em alguns casos, na ausência delas, gestos auxiliam na expressão das ideias.(SASSERON, 2014, p.43).

Aula 05

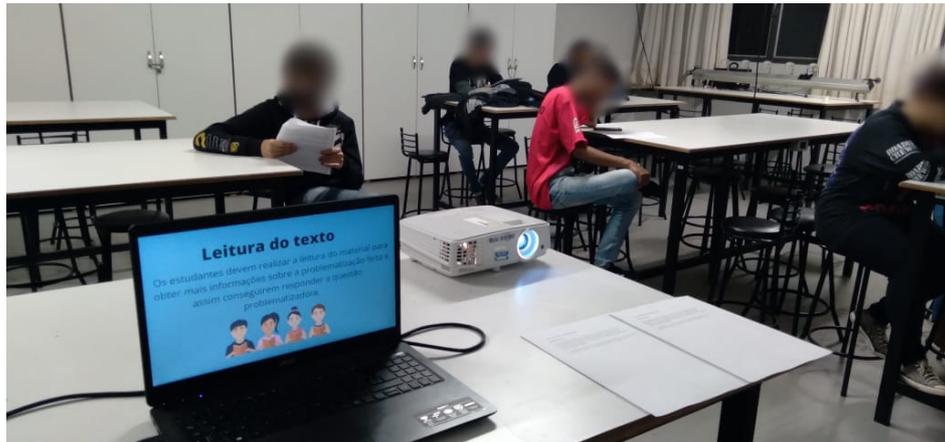
Dia 02 de setembro de 2022, sexta-feira, ocorreu a aula 05, que contou com a presença de 07 estudantes. Nesta aula, o objetivo central era retomar à problematização e respondê-la novamente, a partir dos conceitos construídos.

Inicialmente, falei sobre o objetivo da aula, que era responder a questão problematizadora, e retomei os conceitos que foram desenvolvidas nas aulas anteriores, fazendo questionamentos sobre os conceitos, como por exemplo, qual a definição de pressão que vimos?, e densidade?

No próximo momento, entreguei aos alunos um texto, que fala sobre as consequências

e perigos que os mergulhadores sofrem ao realizar um mergulho. Os estudantes fizeram a leitura, como ilustrado na Figura 9, e, ao término da leitura, fizeram comentários de como eles ficaram espantados e curiosos.

Figura 9- Alunos realizando a leitura do texto



Fonte: Do Autor

Posteriormente, pedi que os estudantes elaborassem uma resposta ao problema inicial em grupos, então, entreguei o material para a escrita da resolução. Posteriormente, pedi que os estudantes relatassem suas respostas para fazermos uma discussão em cima delas. Primeiro, o aluno 7 disse que os tripulantes não emergiram até a superfície por causa da descompressão, pelo fato da pressão ser muito grande naquela profundidade. Eu questionei o grupo como eles sabiam que a pressão era grande igual eles disseram, então eles responderam que era resultado da lei de Stevin. O aluno 11 do grupo 1 relatou que era muita pressão naquele ponto, e que os tripulantes iriam estourar. Novamente questionei os alunos deste grupo, como eles sabiam que a pressão naquele ponto era tanta como eles estavam dizendo, e aluno 5 e aluno 11 me disseram que era por causa da lei de Stevin. Fiz algumas considerações em relação às respostas dadas e encerrei a discussão.

Por fim, agradei imensamente a colaboração dos estudantes pela participação no desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão do Curso.

Esta aula eu apresentei uma postura bem interessante, como o objetivo era responder a grande questão problematizadora sobre o submarino Kursk, eu soube conduzir o raciocínio para que os estudantes respondessem como estava em minha expectativa, que era: os estudantes adotarem uma postura e uma linguagem mais científica na resolução de problemas. As respostas dadas pelos estudantes foram bem elaboradas, entretanto, só embasaram no texto

lido anteriormente, tomando como irrelevante provar que o fato dos mergulhadores estarem cerca de 100 metros de profundidade e a pressão é mais de 10 ATM, pois, internamente, isso era claro para eles. Isso aconteceu porque não deixei claro o que esperava das respostas, em uma próxima vez, vou deixar explícito o nível de detalhamento das respostas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, pude refletir sobre minhas ações no processo de construção da sequência e no desenvolvimento dela. Pude olhar para o meu processo de formação, que é a etapa em que construo toda base necessária para desenvolver minha futura profissão, ou seja, teórica e prática. Como estou inserido no contexto da área da educação, é a etapa onde se tem contato com as teorias educacionais, e também a parte prática, que geralmente é realizada nas escolas de educação básica, além dessas etapas eu contei com a realização dessa pesquisa.

Aqui apresento a importância de fazer uma reflexão sobre a minha prática, pude observar meus acertos e erros ao estar a frente da sala de aula. Com a reflexão feita, consigo enxergar a minha maneira de dar aula, sendo calmo e entusiasmado. Ela me proporcionou ampliar minha visão de sala de aula, para prestar atenção nos mínimos detalhes e, ampliar meu repertório de ações, que me proporcionará posteriormente, uma melhor atuação dentro da sala de aula.

Após a construção deste relato de experiência, vejo que um professor, como qualquer outro profissional, deve ser reflexivo. No mundo que vivemos, em que o desenvolvimento tecnológico e o modo de vida em constante mudanças, o professor precisa estar em formação constante, por isso, é necessário fazer reflexões sobre suas ações e no contexto inserido, como nos salienta Alarcão (2011), quando diz:

Na mesma lógica das capacidades e das atitudes que pretende ajudar nos seus alunos, o professor tem, também ele, de se considerar num constante processo de autoformação e identificação profissional. Costumo dizer que tem de ser um professor reflexivo numa comunidade profissional reflexiva.(ALARCÃO, 2011, p.34)

O movimento de refletir sobre a própria ação, onde olhei de fora para dentro o meu planejamento, a postura durante o desenvolvimento das atividades e os relatos criados a partir das ações, me ajudou no processo de autoconhecimento profissional e pessoal. Para Alarcão (2011), esse movimento apresenta um ciclo, devendo estar presente no cotidiano, onde o professor olha para suas ações e sempre busca melhorar a sua postura, “A pesquisa-ação é uma metodologia de intervenção social cientificamente apoiada e desenrola-se segundo ciclos de planificação, ação, observação, reflexão”(ALARCÃO, 2011, p.52). Nessa pesquisa, o relato das aulas foi uma maneira de olhar para minhas ações e fazer essa reflexão, e reestruturação delas .

Encerro destacando a importância de fazermos a reflexão sobre a prática e a implementação nos currículos, mais momentos que proporcione reflexões em cima do que foi

desenvolvido, para que adiante possamos ter profissionais qualificados, que tenham conhecimento de si mesmos, do seu papel e em constante formação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÃO, I. (ORG.) **Formação reflexiva de professores - estratégias de supervisão.** Editora Porto. Porto, Portugal, 1996. p.171-189.

ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva.** 8 ed. São Paulo: Cortez Editora, V. 8, 2011.

Braga N. C. **Como instalar um chuveiro corretamente (EL080).** 2019. Disponível em: <<https://www.newtonbraga.com.br/index.php/mais/145-eletroneutica-e-eletricidade/instalacoes-eletricas/16345-como-instalar-um-chuveiro-corretamente-el080.html>> Acesso em janeiro de 2020

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Portugal: Porto Editora, 1994. cap. 1 e 2, p. 48-52.

CARVALHO, A. M. P. (ORG.) **Problematização no ensino de ciências. ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2002.

DALTRO, M. R; FARIA, A. A. **Relato de experiência: Uma narrativa científica na pós-modernidade.** Estud. pesqui. psicol., Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 223-237, 2019.

ENEM 2020 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.** Ministério da Educação. Disponível em: <<http://www.enem.inep.gov.br/>>. Acesso em janeiro de 2020.

EUGÊNIO, D.A. **Discutindo conceitos de ondulatória a partir de uma encenação musical no ensino médio.** 2019. 62 p. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FILHO, B. B.; SILVA, C. X. **Física aula por aula: Mecânica, 1º ano.** São Paulo: FTD, 2016.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”.** Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NUSSENZVEIG, H.M. **Curso de Física Básica**, vol. 2, Ed. 5, Edgar Blucher Ltda, 2014.

SCHON, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2000. 256 p.

SELINGARDI, G; MENEZES, M. V. M. **Compreendendo o que é ser um professor reflexivo ante a ação pedagógica.** ACTIO, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 270-286, out./dez. 2017.

PRADO, R. **A vida sobre pressão.** Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/a-vida-sob-pressao/>. acesso em setembro de 2022.

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. **A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio.** Investigações em Ensino de Ciências, V. 8, n. 3, 2003.p. 187-209,

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998. 224 p.