
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DO EMPUXO NO ENSINO MÉDIO

SEQUENCE OF INVESTIGATIVE TEACHING FOR THE STUDY OF BUOYANCY IN HIGH SCHOOL

Fábio Andrade de MOURA¹
Rubens SILVA²

Resumo

O presente artigo tem como objetivo apresentar o produto educacional elaborado através de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) com o tema Empuxo durante o Mestrado Profissional em Ensino Física. A construção do produto educacional é baseada na perspectiva do Ensino por Investigação; nos PCNs e na construção do conhecimento através do cognitivismo e o desenvolvimento intelectual que justificam a importância ao realizar atividades em grupo. Ao construir este produto educacional analisamos a literatura atual que define o Ensino por Investigação como ferramenta capaz de melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Com base na literatura, organizamos o produto educacional em sete etapas: leitura de textos; questões abertas; demonstração investigativa; recursos tecnológicos; problema aberto; laboratório aberto e sistematização do conhecimento. Cada etapa da SEI possui os seguintes tópicos: Situação-problema; Conteúdo físico; Objetivo; Procedimentos metodológicos; Recursos instrucionais e Avaliação. Com base em toda fundamentação teórica discutida no artigo e analisando alguns casos de produtos educacionais, que estão alinhados com esta pesquisa, ponderamos sobre a importância do planejamento e aplicação dos produtos educacionais nas escolas e concluímos que os mesmos têm sua importância no contexto educacional, pois, promovem condições de ser aplicado em várias escolas.

Palavras-chave: Produto educacional; Ensino de Física por Investigação; Sequência de Ensino Investigativo.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA. E-mail: fabio.moura@ifpa.edu.br

² Universidade Federal do Pará - UFPA. E-mail: rubsilva@ufpa.br

Abstract

The present article aims to present the educational product elaborated through a Sequence of Investigative Teaching (SET) with the theme "Buoyancy" during the Professional Master's in Physical Education. The construction of the educational product is based on the perspective of Research Education; in the NCPs and in the construction of knowledge through cognitivism and intellectual development that justify the importance of carrying out group activities. In constructing this educational product, we analyze the current literature that defines Teaching by Research as a tool capable of improving the teaching and learning process. Based on the literature, we organize the educational product in seven stages: Reading texts; Open questions; Investigative demonstration; Technology resources; Open problem; Open laboratory and Systematization of knowledge. Each stage of the SET has the following topics: Situation-problem; Physical content; Goal; Methodological procedures; Instructional resources and Assessment. Based on the theoretical basis discussed in the article and analyzing some cases of educational products, which are in line with this research, we ponder about the importance of planning and application of educational products in schools and we conclude that they have their importance in the educational context, once they promote conditions to be applied in several schools.

Key words: Educational product; Teaching of Physics by Investigation; Sequence of Investigative Teaching.

Introdução

O Ensino por Investigação, termo usado para se referir a abordagens pedagógicas, não tem como meta revelar futuros cientistas e sim incentivar a cultura da investigação que, ao realizar ações que se aproximam do fazer científico, permitirá ao aluno criar soluções para os problemas apresentados (SOUZA, 2015). Para Carvalho (2016), o Ensino por Investigação precisa ocorrer em um ambiente investigativo de tal forma que permita ao professor ensinar, conduzir e mediar os alunos no processo do trabalho científico. Estes, por sua vez, poderão, de forma gradativa, ampliar sua cultura científica. Assim, o aluno poderá adquirir aula a aula a linguagem científica e, por conseguinte, apreender novos conhecimentos.

A partir da perspectiva do Ensino por Investigação este produto educacional apresentou resultados em análises realizadas por Moura (2018) e Moura e Silva (2019 e 2019a). O presente trabalho tem como objetivo apresentar a toda comunidade acadêmica o produto educacional elaborado durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) em parceria com a Universidade Federal do Pará (UFPA). O produto educacional apresentado trata de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sobre o estudo do *Empuxo* para alunos do Ensino Médio.

O produto educacional apresentado foi elaborado utilizando como base livros, artigos, dissertações e teses que tratam do assunto e que, ao mesmo tempo visam melhorar o ensino ao propor uma mudança de postura dos alunos, que se tornam o agente principal do processo investigativo, e do professor, que além de ter o papel de planejar as atividades investigativas, precisa atuar como um mediador e/ou orientador. Segundo Carvalho (2014) cada etapa da SEI procura desenvolver o conteúdo científico abordado durante as aulas e permite dar condições aos professores de levar os seus alunos a criar bases e trabalhar a evolução de conceitos.

Este produto educacional, que pode ser aplicado em qualquer escola, é organizado em uma SEI dividida em 07 (sete) etapas. A primeira etapa consiste em leituras de textos; a segunda etapa trata sobre questões abertas; a terceira etapa é uma demonstração investigativa; a quarta etapa é uma aplicação de recursos tecnológicos; a quinta etapa trabalha com problemas abertos; a sexta etapa utiliza o laboratório aberto como instrumento de ensino e a sétima e última etapa consiste na sistematização do conhecimento.

O Ensino por Investigação: Analisando o cognitivismo de Piaget e o desenvolvimento intelectual sob a perspectiva de Vygotsky.

Para compreender o processo de ensino/aprendizagem do desenvolvimento cognitivo e social humano de forma mais consistente podemos usar como referências as Teorias Educacionais. Nesta área, Jean Piaget e Lev Vygotsky destacam-se como principais autores/teóricos.

Esses autores abordaram em suas obras diferentes perspectivas a respeito do processo de construção do conhecimento pelo ser humano. Piaget se destacou pelo estudo do cognitivo e Vygotsky pelo social.

Para Carvalho (2016), ambos têm uma complementariedade entre suas ideias quando aplicadas em diferentes momentos e situações de ensino/aprendizagem em sala de aula e que satisfaz a prática do Ensino de Física por Investigação. Nesta seção, não pretendemos fazer um resumo das obras de Piaget e Vygotsky e sim apresentar ao leitor a prática do Ensino por Investigação, como um meio de melhorar o processo de ensino-aprendizagem, por meio das teorias do construtivismo.

Piaget, em suas pesquisas, procurava explicar como o conhecimento científico é construído pelo homem e, destacando a importância de um problema (situação-problema) para a construção do conhecimento, pois, quando o professor leva uma situação-problema para a sala de aula faz com que o aluno ao sair de sua zona de

conforto possa raciocinar e construir seu conhecimento. É nesse momento que o aluno passa a ter a responsabilidade de raciocinar, socializar, expor suas ideias prévias e compartilhar com os colegas de sala de aula, que ao final do processo produz um novo conhecimento, pois “é necessário estabelecer entre as crianças, sobretudo entre os adolescentes, relações sociais, apelar para a sua atividade e para a sua responsabilidade” (PIAGET, 1948, p.36).

Concordando com Lev Vygotsky, as relações sociais na sala de aula são defendidas por vários autores (CARVALHO, 2014, 2016; AZEVEDO, 2009; BELLUCCO e CARVALHO, 2015; CARVALHO; SASSERON, 2015) e atualmente é aceita como base do desenvolvimento cognitivo do aluno para a construção do conhecimento. Cabe ressaltar que a teoria de Piaget não é exatamente uma teoria de aprendizagem, e sim, uma teoria de desenvolvimento mental que podemos utilizar nas escolas. Para Piaget só há aprendizagem quando o indivíduo sofre um aumento no conhecimento.

No contexto social também cabe reflexões com base em Lev Vygotsky ao relacionar com o Ensino por Investigação buscando fundamentos através de dois temas desenvolvidos em seus trabalhos que são: as mais elevadas funções mentais do indivíduo em processos sociais, que modificou a relação/interação entre os alunos e professor e; demonstrar que os processos sociais e psicológicos se firmam através de ferramentas, artefatos culturais que fazem parte da interação entre os indivíduos e o mundo físico (CARVALHO, 2016).

Podemos relacionar o Ensino por Investigação com as teorias de Vygotsky através da interação social, dos significados, da fala e da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Partindo da premissa que, o professor ao propiciar o desenvolvimento do cognitivo do estudante, possibilitando o diálogo, a interação entre alunos e levantamento de hipótese, propiciando maior engajamento do mesmo, não deve esquecer-se de abordar o contexto social e cultural do indivíduo. Pois, os processos mentais superiores são pensamentos, as linguagens e os comportamentos têm origem nos processos sociais e ao desenvolver o cognitivo gera conversão entre as relações sociais e funções mentais (VYGOTSKY, 1988, p.97).

Ao relacionar aprendizagem e ensino, o professor se apresenta como um mediador entre o conhecimento e o aluno. Cabe ao professor apresentar aos alunos significados socialmente aceitos. Essa visão expõe que sem a interação social, ou

sem intercambio de significados, dentro da ZDP não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo (MOREIRA; MASSONI, 2016).

A visão de Vygotsky é clara quanto ao processo de aquisição do conhecimento, ou seja, é amplamente defendido que o conhecimento advém das relações sociais, e, na sala de aula, pode ser adquirida por meio de trabalhos em grupos, ou interações e proposições resolutivas entre alunos. Os trabalhos em grupo, dentro do contexto social e investigativo, tornam o planejamento do professor mais agradável para o aluno e os resultados mais expressivos e ao utilizar essa dinâmica de grupo, necessita-se deixar os alunos trabalharem em equipe quando a atividade tiver conteúdos e habilidades proporcionando trocas de ideias e ajuda mutuas beneficiando a aquisição do conhecimento. Esse trabalho apresentado é denominado de atividade sociointeracionista. Essa proposta exaltada por Vygotsky torna o papel do professor como orientador das atividades, o ser que elabora o caminho do conhecimento e que proporciona a utilização das ferramentas de ensino.

Finalizando, outro ponto que podemos destacar com as teorias de Vygotsky, é a importância do conhecimento inicial do aluno, isto é, conhecimento prévio, conceitos intuitivos, cotidiano ou até mesmo de zona de desenvolvimento real. Esse conhecimento permite ao estudante trazer para a sala de aula a curiosidade em entender e aprender os novos conhecimentos explicados pelo professor. Em geral, qualquer abordagem fundamentalmente nova de um problema científico leva, inevitavelmente, a novos métodos de investigação e análise (VYGOTSKY, 1988).

As teorias de Piaget e Vygotsky, apesar de apresentarem algumas diferenças, nos mostraram como o aluno adquire o conhecimento, seja pelo cognitivo ou pelas interações sociais. Entre essas teorias apresentadas, há pontos de concordância que é a importância do conhecimento anterior, das atividades em grupo, a socialização do conhecimento e, também, permite inserir o ensino através da investigação para que o discente adquira o novo conhecimento.

O Ensino de Física por Investigação

Segundo Carvalho (2016), o Ensino por Investigação baseia-se em propor que o aluno não seja um agente passivo do processo de ensino e de aprendizagem e sim o agente principal desse processo, buscando desenvolver habilidades cognitivas e o desenvolvimento da capacidade de argumentação, comunicação e elaboração de estratégias para solucionar problemas. O Ensino por Investigação, quando bem

planejado, objetiva melhorar as ideias prévias dos alunos com o aporte científico apresentado nas aulas de Física ao ponto que o discente possa realizar deduções, relações e interpretações sobre o tema trabalhado. Outro ponto importante é a necessidade de mudança intelectual entre o professor e o aluno, pois, os alunos devem ser considerados como um ser pensante, intelectualmente ativo e participativo de todo o processo de ensino-aprendizagem (CARVALHO; SASSERON, 2015).

O professor precisa realizar com cuidado o planejamento e execução de suas aulas, pois, os alunos precisam ser introduzidos na cultura científica e para que isso ocorra, as atividades desenvolvidas em sala de aula, precisam propor um ambiente investigativo, trabalhos em grupo para que possam socializar e expandir o conhecimento adquirido. Essas atividades precisam estar centradas em problemas sobre os fenômenos físicos para que haja argumentação dos alunos desenvolvendo o raciocínio hipotético-dedutivo permitindo raciocinar cientificamente. Na avaliação, o professor, precisa mudar e refletir sobre sua prática docente, pois, ao mudar sua metodologia de ensino é preciso mudar o formato da avaliação, pois, o professor deve dar a devida importância a avaliação contínua e perceber a evolução do discente ao longo das aulas.

Quando o professor decide trabalhar com o Ensino de Física por Investigação, precisa ter ciência das bases metodológicas. Ao analisar as teorias apresentadas por Piaget e Vygotsky, compreender as habilidades e competências apresentadas nos PCN e PCN+ que tratam da investigação no Ensino de Física e principalmente, estar disponível para a mudança de postura para planejar, executar e avaliar os alunos durante as atividades desenvolvidas. Precisa mudar sua postura e atitudes principalmente ao planejar as atividades investigativas, pois, ao aceitar que o aluno é o investigador da situação, precisa encontrar meios para propiciar êxito a essa investigação de situações-problema. Para que a investigação possa fazer sentido aos jovens, é necessário que haja um diálogo entre os alunos e professores mediado pelo conhecimento e observando os fenômenos que fazem parte do cotidiano.

Tal perspectiva coaduna com os PCNs e PCN+ quando consideram a Física como uma área do conhecimento que permite ao aluno estudar e compreender os fenômenos da natureza, a evolução cósmica, os mistérios do mundo submicroscópico, além de desenvolver novas fontes de energia, criar novos materiais e produtos tecnológicos. Tais documentos consideram o estudante como a parte fundamental no

processo de investigação tornando-o fundamental para melhorar o processo de ensino-aprendizagem e permitindo a construção de novos conhecimentos.

A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física. (BRASIL, 1999).

Ao analisar as teorias do Ensino por investigação proposta por Azevedo (2009), Barrelo Junior (2015), Bellucco e Carvalho (2013), Bellucco (2015), Carvalho e Sasseron (2015) e Carvalho (2014; 2016) percebemos a necessidade da interação dos alunos com uma situação-problema que exija do aluno a sair do paradigma de receptor para o ser pensante e ativo no processo de ensino, que através da tentativa e erro aprenda como o mundo funciona. Na perspectiva da investigação, o aluno pode executar atividades em sala de aula, no laboratório, realizar atividades em grupo e socializar os resultados encontrados com seus colegas de classe, ou seja:

Investigar tem, contudo, um sentido mais amplo e requer ir mais longe, delimitando os problemas a serem enfrentados, desenvolvendo habilidades para medir e quantificar, seja com réguas, balanças, multímetros ou com instrumentos próprios, aprendendo a identificar os parâmetros relevantes, reunindo e analisando dados, propondo conclusões. (BRASIL, 1999).

As propostas de Ensino por Investigação vão ao encontro dos PCNs e reafirmam a mudança de postura do aluno permitindo-o, através da investigação, compreender as grandezas, os conceitos, leis e princípios físicos para que de fato possa ter uma apropriação desses conhecimentos. Outro ponto relevante ao Ensino por Investigação, que já foi tratado pela ótica do construtivismo de Vygotsky e Piaget, é a utilização do conhecimento anterior dos alunos para a aquisição do novo conhecimento.

Segundo os PCNs, os alunos chegam à escola trazendo vários conhecimentos físicos que construíram no seu cotidiano e os utilizam na explicação dos fenômenos e, muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes, porém, diferentes daqueles elaborados pela ciência. Nesse momento cabe ao professor em transformar esse conhecimento anterior em conhecimento científico através de um diálogo pedagógico traçando estratégias de ensino que permitam ao aluno a construção da visão científica através da confrontação do poder explicativo, respeitando a forma de pensar do aluno (BRASIL, 2002).

Se o professor não for capaz de entender esse conhecimento prévio do aluno e não conseguir realinhar aos conceitos científicos, o aluno não conseguirá se desprender dessa ideia não-científica e acabará por não compreender os fenômenos da Física e não chegará ao novo conhecimento. É nesse momento que o professor necessita entender das concepções do mundo dos alunos, pois, essa bagagem cultural, que foi construída fora dos muros da escola, se torna barreiras que desfavorecem ao ensino.

Para realinhar o conhecimento anterior à construção do novo conhecimento, o professor, precisa buscar situações que o estudante veja que esse conhecimento anterior não satisfaz a sua atual realidade e que as teorias apresentadas na sala de aula e discutido com todos os colegas de turma tragam essa nova visão e que gere um novo significado científico.

Nesse contexto, a aula experimental torna-se uma ferramenta indispensável, pois, privilegia a investigação no fazer, manusear, operar, agir em diferentes formas e níveis, além de desenvolver a curiosidade e o espírito investigativo do aluno (BRASIL, 2002). As aulas experimentais precisam fazer sentido ao aluno e não ter um roteiro fechado, para Azevedo (2009) um dos pontos fundamentais para a aula experimental é a atividade de laboratório aberto, pois, os alunos respondem a uma situação-problema através de atividade experimental. Segundo os PCN+:

Experimental pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais. (BRASIL, 2002, p.84).

Nas atividades experimentais ao substituir um problema por uma situação-problema faz com que o aluno tenha outra visão sobre a Física trazendo as teorias, conceitos e princípios como algo palpável e próximo de sua realidade.

Antes de detalhar as etapas de uma SEI, cabe ressaltar que, na visão da autora, as avaliações precisam ser reavaliadas quanto ao formato não permitindo a avaliação de caráter somativa. Como essa proposta traz inovações didáticas, as avaliações precisam contemplar a construção do conceito, noções científicas, as ações nas atividades em grupo e as atitudes exibidas durante a resolução das situações-problema.

... não deve ter o caráter de uma avaliação somativa, que visa a classificação dos alunos, mas, sim, uma avaliação formativa que seja instrumento par que alunos e professor confirmam se estão ou não aprendendo. E tais instrumentos

de avaliação precisam ter as mesmas características que o ensino proposto. (CARVALHO, 2016 p. 18).

Essa proposta de SEI é voltada para o Ensino de Física no Ensino Médio que pode ser aplicado tanto nas escolas da rede pública como particular. Dependendo da carga horária da escola, o professor pode planejar a quantidade de horas para cada SEI planejada e se não for possível executar todas as etapas apresentadas, o professor, pode, inclusive, adaptar à sua realidade. O importante é sair do paradigma do ensino mecânico para um ensino que motive o aluno a estudar e compreender os fenômenos da Física.

Bellucco (2015), Bellucco e Carvalho (2013), Carvalho (2016), Moura e Mandarin (2017) destacam alguns pontos importantes na construção e planejamento de uma SEI: a relevância da situação-problema, pois, precisa fazer parte do cotidiano do aluno para cativar o aluno; transformar a ação manipulativa em ação intelectual; a importância da tomada de consciência dos atos; criar etapas para as explicações científicas; realizar atividades que exija a interação social para a construção do conhecimento, pois, o estudante precisa ser estimulado a participar da ação; a importância da relação aluno-aluno e aluno-professor; ensinar o aluno valorizando o conhecimento prévio; propor atividades que envolvam Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Ainda segundo os autores, para a construção do conhecimento a SEI precisa apresentar durante suas etapas o raciocínio científico na forma de elaboração e testes de hipóteses; argumentação científica; solução de problema através de explicação e construção do raciocínio.

Encaminhamento metodológico: Compreendendo as etapas da SEI

Antes de apresentar o produto educacional, é necessário entender os conceitos e princípios de cada etapa da atividade, pois, dependendo de como é organizada a SEI, a mesma atividade pode ter objetivos diferentes, ou seja, o objetivo que se almeja depende diretamente da sequência organizada.

Destacamos que a característica deste produto educacional foi inspirada principalmente nos trabalhos de Bellucco e Carvalho (2013) Carvalho (2014, 2016), Carvalho e Sasseron (2015), Azevedo (2009) e Barrelo Júnior (2015). Podemos compreender as etapas desta SEI analisando o significado de cada etapa.

Na *Leitura de Texto*, primeira etapa da SEI, os textos utilizados devem sempre ter uma conexão/contextualização com o fenômeno estudado e que os textos de apoio

têm que permitir o debate entre os grupos de alunos e depois realizar uma discussão com toda a sala de aula. A *Leitura de Texto* é uma ferramenta para discussão e sistematização do conhecimento, porém, nesta SEI será utilizada como introdução das atividades para que os alunos consigam ver a importância do fenômeno e que percebam a construção do conhecimento.

A etapa de *Questões Abertas* é definida por Azevedo (2009) como “aquelas em que procuramos propor para os alunos fatos relacionados ao seu dia-a-dia, cuja explicação estivesse ligada ao conceito discutido e construído nas aulas anteriores”. Segundo a autora esta etapa se torna importante devido ao desenvolvimento da argumentação dos alunos e destaca também a importância do uso da linguagem científica, inicialmente em fase de construção, e a organização da atividade em pequenos grupos de alunos.

Durante a etapa de *Demonstração Investigativa*, o professor organiza e executa um experimento permitindo aos alunos sair do campo da teoria e entrar no campo da experimentação que, neste contexto, o mais importante é permitir aos alunos o tempo necessário para o levantamento de hipóteses e indicar as devidas soluções para a situação-problema apresentada. Segundo Carvalho (2014, p.45) as demonstrações investigativas “partem da apresentação de um problema relacionado ao fenômeno a ser estudado e propõem ao aluno uma reflexão acerca desse fenômeno, proporcionando um caráter investigativo a esta atividade”.

Ao trabalhar com *Recursos Tecnológicos*, precisamos ter atenção nas análises dos conceitos abordados nas etapas anteriores permitindo estabelecer conexões entre fenômenos físicos e permite ao aluno deduzir teorias e hipóteses para a solução da situação-problema apresentada. Segundo Carvalho (2014, p.114) atividades com o suporte de Recursos Tecnológicos “não se quer a substituição da experimentação real, nem colocar o uso dessas tecnologias no mesmo patamar epistemológico e educacional da experimentação em termos de resultados”. A autora afirma que essas atividades promovem mudanças atitudinais permitindo ao aluno realizar debates e diálogo com os colegas de sala melhorando assim o desenvolvimento da argumentação.

Durante a etapa que envolve os *Problemas Abertos*, os alunos terão a chance de resolver problemas que deve levar à matematização dos resultados. Para Azevedo (2009, p.30) *Problemas Abertos* “são situações gerais apresentadas aos grupos ou à classe, nas quais se discute desde as condições de contorno até as possíveis

soluções para a sua situação apresentada”. A autora afirma que esta etapa é uma atividade que vai além do uso de lápis e caneta e que pode demandar um maior tempo em relação às demais etapas.

A etapa do *Laboratório Aberto*, permite ao aluno um papel mais científico, pois, ao ser apresentado à situação-problema, o aluno, terá que pensar da mesma forma que um cientista para solucionar o problema. Azevedo (2009, p.27) entende que “a solução de uma questão, que no caso será respondida por uma experiência” é a característica de um Laboratório Aberto. Para Carvalho (2014) o Laboratório Aberto é “uma investigação experimental por meio da qual se pretende que os alunos, em grupo, resolvam o problema”. Barrelo Junior (2015, p.60) e Moura e Mandarino (2017) concordam com os autores e, ao mesmo tempo defende que o Ensino por Investigação requer atividades experimentais que permita ao aluno compreender os fenômenos da natureza. O mesmo afirma:

As atividades experimentais centradas na investigação apresentam um maior potencial para a aprendizagem dos alunos, tanto no que se refere ao entendimento conceitual quanto na compreensão da natureza da ciência e são particularmente importantes em face das propostas de ensino e aprendizagem por investigação (Barrelo Junior, 2015, p.60).

A *Sistematização do Conhecimento* ocorrerá ao final da SEI com o objetivo de verificar se ainda há alguma dúvida por parte dos alunos. Esta etapa terá dois momentos: no primeiro os alunos terão um tempo para organizar uma discussão entre os grupos para poder socializar com toda a classe; no segundo momento, o professor realizará um debate sobre todas as etapas realizadas e em seguida apresentará uma aula interativa explorando toda situação-problema analisado nas etapas anteriores. A justificativa para esses dois momentos de sistematização se deve ao fato que estamos trabalhando com alunos do Ensino Médio que em breve farão o ENEM e/ou vestibulares. Cabe lembrar que a sistematização do conhecimento também é realizada ao final de cada etapa no momento que os alunos fazem as discussões em grupo e com a turma inteira.

A avaliação da SEI é um ponto importante a se discutir, pois, precisamos perceber se ocorreu e como ocorreu a construção do conhecimento por meio do processo de argumentação que, nesta SEI, sugerimos analisar com base na teoria de Toulmin (2006) por meio dos indicadores da Alfabetização Científica (AC) analisando os eixos estruturantes da mesma. Esses eixos estruturantes foram divididos em três blocos: o primeiro bloco consiste na compreensão básica de termos, conhecimentos

e conceitos fundamentais; o segundo tem relação com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; o terceiro compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CARVALHO; SASSENON, 2015).

O Produto Educacional: Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sobre Empuxo

A SEI apresentada neste trabalho tem como foco o estudo e a análise do *Empuxo* a partir da compreensão dos conceitos de massa, volume, densidade e peso. A sequência foi dividida em 07 (sete) etapas interdependentes que podem ser trabalhadas em 06 (seis) aulas. Para compreender a lógica planejada para esta SEI, elaboramos um planejamento geral (ver quadro 01) e outro para cada etapa do Ensino Investigativo.

Essa sequência didática de ensino foi elaborada pensando na experiência que o aluno terá ao vivenciar fenômenos da Física que permitirá, ao aluno, trabalhar em grupos, elaborar teorias e hipóteses para solucionar as situações-problema apresentadas. Esta experiência em sala de aula permitirá colocar em prática tudo aquilo que é ensinado sobre empuxo. As atividades de ensino permitirão ao aluno compreender os conceitos de empuxo relacionando a massa, volume (líquido, objeto e líquido deslocado), densidade, força peso (real e aparente) e aceleração gravitacional. Os conceitos apresentados serão ligados ao cotidiano do aluno, que dessa maneira, para mostrar que a física envolve esses fenômenos tão próximos da nossa realidade.

Quadro 01: Resumo do produto educacional (SEI sobre empuxo)

Atividades propostas	Momentos	Duração (Sugestão)
Etapa 01: Leitura de Texto	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura de 2 textos sobre o mar morto; • Debate do texto 1 (em grupos e em sala); • Debate do texto 2 (em grupos e em sala); • Sistematização da leitura em sala. 	0,5 aula
Etapa 02: Questões Abertas	<ul style="list-style-type: none"> • 1º atividade experimental (afunda ou não afunda); • Debate em grupos para analisar e justificar os resultados encontrados no experimento; • Sistematização da atividade em sala 	0,5 aula
Etapa 03: Demonstração Investigativa	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da 2ª atividade experimental (coluna de líquidos); • Debate em grupos para analisar e justificar os resultados encontrados no experimento; 	1 aula

	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematização da atividade em sala 	
Etapa 04: Recursos Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da atividade através do aplicativo; • Debate em grupos para analisar e justificar as relações entre as grandezas analisadas; • Sistematização da atividade em sala 	1 aula
Etapa 05: Problema Aberto	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da 3ª atividade experimental para medir m, V_{LD}, P_R, P_{AP}, D e E; • Debate em grupos para analisar e justificar as relações entre as grandezas analisadas; • Sistematização da atividade em sala 	1 aula
Etapa 06: Laboratório Aberto	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do Problema; • Apresentação do material disponível; • Elaboração de estratégias para a solução do problema; • Debate em grupos para analisar a solução do problema; • Apresentação da(s) Solução(ões) do Problema; • Sistematização da atividade em sala 	1 aula
Etapa 07: Sistematização do Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematização das atividades realizada pelos alunos; • Sistematização das atividades realizada pelo professor; 	1 aula

Fonte: Autores, 2018.

A partir deste ponto apresentamos o planejamento das sete etapas da SEI que compõe o produto educacional.

Etapa 01: Leitura de Texto

Situação-Problema: Você já viu algum vídeo ou leu alguma reportagem sobre o mar morto? O que ele tem de tão especial que atrai milhares de turistas?

Conteúdo Físico: massa, volume, densidade e empuxo

Objetivo: Introduzir, através da leitura de dois textos, o conceito de densidade e deduzir através da leitura (ou apresentar) a equação matemática para calcular a densidade.

Procedimentos metodológicos: Antes de começar a aula, a turma deverá ser dividida em grupos de até 05 (cinco) alunos e em seguida a aula iniciará com a apresentação do tema geral da SEI. Em seguida será entregue aos alunos dois textos (em anexo) que tratam sobre os aspectos turísticos e físicos do mar morto. O primeiro texto, que apresenta o motivo pelo qual o mar morto é chamado dessa forma, faz uma reflexão sobre a influência dos sais minerais na água além de apresentar o conceito de densidade. Após a leitura do primeiro texto, os alunos irão debate-lo, pois pretende-se que, ao final das discussões os alunos tenham noção do conceito de densidade. O segundo texto, que retrata a alta densidade do mar morto, apresenta a equação

matemática da densidade e apresenta o conceito de empuxo. Durante a atividade pretende-se que os alunos compreendam a relação entre massa, volume e densidade além de relacionar o conceito de empuxo ao de densidade. Ao final da leitura dos dois textos, além de responder as perguntas da situação-problema, será realizada uma sistematização dos textos e espera-se que os alunos escrevam textos dissertando sobre o que foi compreendido durante as aulas.

Recursos Instrucionais: Texto 1: *Por que o mar morto recebe este nome?* Texto 2: *O Mar Morto e a Alta Densidade.*

Avaliação: A avaliação da SEI ocorrerá ao finalizá-la. Nesta etapa espera-se que o aluno consiga interpretar a equação da densidade compreendendo as relações entre massa, volume, densidade e empuxo. Essas relações serão evidenciadas por meio de textos escritos pelos alunos e discussões em grupo.

Etapa 02: Questões Abertas

Situação-Problema: Você já brincou de “afunda ou não afunda”? Essa brincadeira é comum em vários programas da televisão brasileira como forma de entretenimento. Como podemos saber se um objeto vai afundar ou não na água?

Conteúdo Físico: massa, volume e densidade

Objetivo: Fazer o aluno perceber que, para o objeto afundar ou não, é necessário estabelecer a relação entre suas densidades. Caso o objeto tenha densidade maior que a da água, irá afundar; caso a densidade seja igual a da água, ficará em equilíbrio no meio da coluna do líquido e caso a densidade do objeto seja menor que a densidade da água ficará flutuando na superfície do líquido.

Procedimentos metodológicos: A aula começará retomando os conceitos estudados na atividade anterior e em seguida os grupos, separadamente, vão começar a brincadeira do “afunda ou não afunda”. Após o término da brincadeira, o professor selecionará 3 objetos e perguntará a turma se o mesmo afunda ou não. Porém, cada grupo deverá justificar sua resposta antes do professor mergulhar os objetos. Em seguida iniciam-se os debates que serão encerrados após os alunos compreenderem a necessidade de conhecer ou estimar a densidade do objeto que será mergulhado na água. Para finalizar a aula, será realizada a sistematização da etapa reafirmando o que foi estudado.

Recursos Instrucionais: Becker, água e objetos de diferentes densidades.

Avaliação: Nesta etapa é esperado que o aluno consiga interpretar a equação da densidade. Espera-se que os alunos compreendam a condição de um objeto afunda ou não na água. Essas relações serão evidenciadas através de textos, desenho e discussão realizada pelos alunos.

Etapa 03: Demonstração Investigativa

Situação-Problema: Você lembra o que é uma mistura homogênea? E heterogênea? Já brincou ou viu algum vídeo com colunas de líquidos que não se misturam? O que acontece se repetirmos a brincadeira da etapa anterior nessa coluna de líquidos?

Conteúdo Físico: massa, volume e densidade

Objetivo: Reforçar o conceito de densidade para evitar que algum aluno não compreenda esse conceito.

Procedimentos metodológicos: A aula começará retomando os conceitos estudados na atividade anterior e em seguida o professor organizará um debate com toda a turma para ver se os alunos lembram o conceito de misturas homogêneas e/ou heterogêneas. Em seguida, o professor apresentará três líquidos e adicionará corantes de cores diferentes para ficar evidente a diferença entre os líquidos e em seguida montará a coluna de líquidos (o experimento pode ser visualizado no link: <https://youtu.be/YB45xyoWcU>). Após montar a coluna de líquidos, o professor introduzirá no becker 4 objetos de diferentes densidades onde o primeiro ficará no fundo do recipiente; o segundo ficará no fundo do líquido do meio; o terceiro ficará no fundo do líquido superior e o quarto ficará na superfície do líquido superior. Após realizar a atividade demonstrativa, o professor solicitará aos alunos que escrevam suas teorias e argumentos (após discussão em grupo) para explicar toda a atividade apresentada.

Recursos Instrucionais: Becker, água e objetos de diferentes densidades.

Avaliação: Nesta etapa espera-se que o aluno consiga interpretar o conceito de densidade. Espera-se que os alunos ao escrever os textos justificando o experimento utilize termos científicos, ou seja, espera-se que os alunos utilizem a linguagem científica que não está previsto nas etapas anteriores.

Etapa 04: Recursos Tecnológicos

Situação-Problema 01: Até agora estudamos com ênfase o conceito de densidade, porém nos textos sobre o mar morto falou-se do conceito de empuxo. Vamos

relembrar esse conceito? Você já conseguiu flutuar em uma piscina, rio ou igarapés sem se movimentar, apenas ficando parado? Como isso é possível?

Situação-Problema 02: Sem a ajuda do professor, você consegue definir como medir o empuxo? Quantas formas diferentes são possíveis medir?

Conteúdo Físico: massa, volume, densidade, aceleração gravitacional, peso real, peso aparente e empuxo

Objetivo: Reforçar os conceitos de massa, volume, densidade e empuxo. Compreender, através da observação, a relação entre empuxo e a diferença entre peso real e aparente ($E = P_R - P_{AP}$) e perceber que o empuxo está ligado ao peso do líquido deslocado ($E = P_{LD}$) e proporcionar através da experiência que o empuxo depende da densidade e do volume do líquido deslocado ($E = d \cdot V_{LD} \cdot g$). Oportunizar que os alunos, através das atividades solicitadas, deduzam matematicamente as três equações trabalhadas no simulador.

Procedimentos metodológicos: A aula começará com o professor levando os alunos a um laboratório de informática ou em uma sala estruturada com computadores, e em seguida será realizado a apresentação do simulador de empuxo e todas as suas ferramentas. O professor apresentará a situação-problema e pedirá aos alunos que apresentem as soluções que serão discutidas inicialmente em grupo e depois socializadas com a turma. Ao sistematizar essa etapa, e dependendo dos resultados (caso os alunos não consigam deduzir as equações solicitadas) o professor utilizará os argumentos dos alunos para confirmar ou deduzir através dos resultados das atividades as diferentes formas de medir o empuxo.

Recursos Instrucionais: Computador com acesso à internet e simulador do PhET (https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_pt_BR.html).

Avaliação: Nesta etapa espera-se que o aluno consiga interpretar o conceito de empuxo. Espera-se que os alunos consigam interpretar o empuxo relacionando com peso real e aparente; densidade e volume do líquido deslocado e; ao peso do líquido deslocado. Durante a apresentação dos resultados da situação-problema 02, não julgamos obrigatório a dedução das equações para medir o empuxo, que independente do resultado será feito pelo professor, e sim que os alunos compreendam que ao alterar qualquer uma das variáveis estudadas também será alterado o valor do empuxo, ou seja, esperamos que o aluno compreenda todas as relações que envolvem as três equações para medir o empuxo.

Etapa 05: Problema Aberto

Situação-Problema: Acabamos de estudar várias formas de medir o empuxo através de um simulador, agora vamos realizar essas medidas experimentalmente? No laboratório de Física estão disponíveis vários kits, realize as medidas da massa, volume do objeto e do líquido deslocado, peso real, peso aparente, peso do líquido deslocado e densidade do líquido. Após realizar essas medidas efetue a medição do empuxo. (obs.: adotar $g = 9,80 \text{ m/s}^2$)

Conteúdo Físico: massa, volume, aceleração gravitacional, peso, densidade e empuxo

Objetivo: Reforçar o conceito de empuxo estudado na etapa anterior e permitir ao aluno a experiência de realizar atividades experimentais. Evidenciar as equações do empuxo não apenas como uma fórmula matemática e sim como um fenômeno da natureza.

Procedimentos metodológicos: A aula começará retomando os conceitos estudados na atividade anterior e em seguida o professor apresentará os kits que compõe a atividade. Em seguida, o professor apresentará o desafio da situação-problema que será realizado por todas as equipes. Ao finalizar as medições os alunos terão que discutir o resultado encontrado com seus companheiros de grupo e depois com toda a turma. O professor perguntará de quantas formas diferentes os alunos calcularam o empuxo para poder sistematizar o conhecimento desta etapa e concluir a ideia de como medir o empuxo de forma experimental e teórico. Ao sistematizar esta etapa o professor fará um breve conceito reafirmando a relação do empuxo com a aceleração gravitacional para caracterizar o empuxo como uma força.

Recursos Instrucionais: Becker, balança de precisão, cilindro de plástico, dinamômetro, tripé e água.

Avaliação: Nesta etapa espera-se que os alunos consigam interpretar o conceito de empuxo, escrever textos, desenhos e esquemas para resolver o desafio da situação-problema utilizando de forma espontânea as equações definidas nas etapas anteriores com a devida compreensão necessária. Acreditamos que todos os grupos consigam medir experimentalmente, através das três opções de solução, o empuxo e que façam algum comentário em forma de discussão e/ou texto sobre os valores encontrados.

Etapa 06: Laboratório Aberto

Situação-Problema: Você já assistiu filmes onde um cientista conseguia criar ou provar alguma teoria científica? Caso sua resposta seja SIM, qual filme? De que se tratava a teoria deste filme? Vamos brincar de provar uma teoria física? Nesta etapa, vocês terão a chance de investigar e encontrar uma constante da física que é fundamental para todas as subáreas da Física, a *Aceleração Gravitacional*. Com base em todas as etapas anteriores, determine experimentalmente o valor da aceleração gravitacional.

Conteúdo Físico: massa, volume, aceleração gravitacional, peso, densidade e empuxo

Objetivo: Reforçar todos os conceitos estudado nas etapas anteriores e estimular o aluno a vivenciar a experimentação como atividade de ensino.

Procedimentos metodológicos: A aula começará retomando o que foi apresentado na etapa anterior e em seguida o professor apresentará o desafio em forma de situação-problema que em grupo de alunos será resolvido. Os equipamentos necessários para a resolução da atividade são os mesmos utilizados na etapa anterior, porém algumas peças que talvez seja necessário utilizar estarão dispostos em uma caixa separada que está disponível aos alunos. Após finalizar as atividades o professor perguntará a cada grupo se conseguiu vencer o desafio e caso algum grupo não tenha conseguido, o professor poderá realizar uma discussão com o grupo e orientar com o intuito que os alunos consigam resolver o desafio. Ao terminar o tempo de resolução do desafio cada grupo mostrará à turma como conseguiu vencer o desafio e caso tenha algum grupo que não conseguiu resolver a atividade mostrará todos os resultados parciais encontrados e discutirão quais os erros realizados para a não solução da atividade. Caso algum grupo não consiga resolver este desafio durante a aula, será marcado um novo encontro (em contraturno) para a solução da atividade com o apoio do professor. Para finalizar esta etapa, o professor fará a sistematização do conhecimento sobre a situação-problema para evitar que algum aluno não tenha entendido a solução.

Recursos Instrucionais: Becker, balança de precisão, cilindro de plástico, dinamômetro, tripé e água.

Avaliação: Nesta etapa espera-se que o aluno consiga interpretar o conceito de empuxo e relacionar com a aceleração gravitacional. Espera-se que os alunos ao

escrever os textos, desenho e/ou esquemas e equações mostrem ao professor que compreendeu como solucionar o desafio. Ao montar o experimento e realizar as medidas necessárias e efetuar a medição do empuxo, o aluno provará que compreendeu todos os conceitos abordados durante as sete etapas da SEI.

Etapa 07: Sistematização do Conhecimento

A última etapa desta SEI, a *Sistematização do Conhecimento*, visa proporcionar uma retomada de todos os conceitos estudados com o objetivo de não deixar nenhum aluno sem compreender o conteúdo trabalhado. Para cumprir esse objetivo, esta etapa foi dividida em dois momentos: A sistematização realizada pelos alunos através de uma discussão em sala de aula e a sistematização realizada pelo professor através de uma aula interativa abordando todos os tópicos estudados nesta sequência didática.

Ao finalizar a sistematização do conhecimento, o professor realizará uma última atividade individual que é um questionário que aborda os assuntos estudados. As questões selecionadas foram retiradas de provas do Enem, livros didáticos e textos variados. Espera-se que os alunos consigam responder de forma satisfatória essa lista de exercício que possui questões com diferentes níveis de dificuldade.

Considerações finais

Ao apresentar este produto educacional em forma de Sequência de Ensino Investigativo (SEI), a ideia principal é possibilitar que esta SEI possa ser aplicada em qualquer escola. Por este motivo elegemos como objetivo deste artigo a possibilidade de apresentar o produto educacional a todos os docentes que tem interesse ao ensinar através da investigação.

Para subsidiar a proposta do produto educacional analisamos a construção do conhecimento na perspectiva do estudo do cognitivo de Piaget e a interação social de Vygotsky em que ambos confirmam a importância ao se realizar trabalhos em grupos e valorizam o conhecimento prévio do aluno na construção do conhecimento. Na mesma perspectiva, e aportado por Carvalho e Sasseron (2015), Carvalho (2014; 2016), Azevedo (2009), Bellucco (2015) e Barrelo Junior (2015) evidenciamos que o Ensino por Investigação busca desenvolver a argumentação, comunicação e elaboração de estratégias para solucionar situações-problema. Evidenciamos,

também, que o Ensino por Investigação provoca a mudança de postura dos discentes elegendo-os como agente principal do processo de ensino-aprendizagem.

Ao buscar por produtos educacionais, que retratam o ensino, podemos destacar como exemplo Nunes e Chaves (2017) que, ao desenvolver as pesquisas sobre seu produto educacional, consideraram importante por agregar o envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem. Segundo as autoras o produto educacional promove a dinâmica que tem o professor como mediador e os alunos como ponto central das ações permitindo que ocorra interação, discussão, troca de conhecimento entre os alunos, esclarecimento de dúvidas além de permitir uma aproximação do educador com os educandos.

Nascimento *et al.* (2012) pondera que o produto educacional desenvolvido e aplicado em escolas do Ensino Médio cumprem sua função educativa além de propiciar o interesse e a atenção dos educandos de forma a melhorar a qualidade do ensino, tornando as aulas mais prazerosas desenvolvendo habilidades com a observação, concentração e a generalização de conceitos.

Para finalizar, concordamos sobre a importância de planejar e criar produtos educacionais que sejam aplicados em sala de aula, pois, possibilitam, através de suas metodologias, a melhoria no processo de ensino-aprendizagem. Consideramos que os produtos educacionais possam ser de grande valia, tanto para professores quanto para alunos, pois, o uso destes recursos vem tornando-se cada vez mais frequente no contexto da educação.

Referências

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

BARRELO JUNIOR, Nelson. **Promovendo a Argumentação em sala de aula de Física Moderna e Contemporânea: Uma Sequência e Ensino Investigativa e as Interações Professor-Aluno**. 2015. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Área de Concentração: Ensino de Física, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BELLUCCO, A. **Argumentação matemática em aulas investigativas de física**. 251f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Ensino de Ciência e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

- BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 30-59, nov. 2013
- BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. 58p. 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. 144 p. 2002.
- CARVALHO, A. M. P. (org). **Calor e Temperatura: Um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. Cap. 1 p. 01-20. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- CARVALHO, A. M. P. SASSERON, L. H. **Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas**. Ensino Em Re-vista, Uberlândia, v.22, n.2, p.249-266, jul./dez. 2015.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- MOREIRA, M. A; MASSONI, N. T. **Noções básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequências de ensino-aprendizagem em Ciências/Física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- MOURA, F. A. **ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: Uma Proposta para o Ensino de Empuxo para alunos do Ensino Médio**. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_fabio_1.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- MOURA, F. A.; MANDARINO, P. H. P. Ensino de Física por Investigação: relato de caso sobre uma sequência didática de aulas experimentais no ensino de empuxo. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências, 2., 2017, Campina Grande. **Anais do II CONAPESC**. Campina Grande: Editora Realize, 2017. v. 1, p. 1 - 3.
- MOURA, Fábio Andrade de; SILVA, Rubens. O Ensino de Física por Investigação: A socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional. **Research, Society And Development**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.1083771-13, 1 jan. 2019. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i3.771>. Disponível em: <<https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/771/679>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

MOURA, F. A.; SILVA, Rubens. Uma Proposta para o Estudo de Empuxo por meio de Atividades Investigativas. **Revista do Professor de Física**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.155-176, 10 abr. 2019. Biblioteca Central da UNB. <http://dx.doi.org/10.26512/rpf.v3i1.21160>. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/21160/21515>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

NASCIMENTO, B. L. D. do et al. “Biodicas”: desenvolvimento e aplicação de um jogo didático para o ensino médio. **Revista Ciências & ideias**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p.1-12, jul. 2012.

NUNES, P. R.; CHAVES, A. C. L. Ciano Quiz: um jogo digital sobre cianobactérias como instrumento para a educação ambiental no ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**. Issn: 2176-1477, [s.l.], v. 7, n. 3, p.324-349, 17 fev. 2017. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ. <http://dx.doi.org/10.22407/issn.2176-1477.2016v7i3447>.

PIAGET, Jean. Discurso do diretor do Bureal Internacional d'Éducation (e outras intervenções). In: **Décima primeira conferência internacional de instrução pública. Reflexões e recomendações**. Genebra: Bureau international d'éducation, 1948. p. 22-23; 28; 36; 48; 80. 1948.

SOUZA, T. N. **Engajamento disciplinar produtivo e o ensino por investigação: estudo de caso em aulas de física no ensino médio**. 136f. Dissertação (Mestrado – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Área de Concentração: Ensino de Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.b.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 2ª ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1988. 168p.

Apêndice

Texto 01: Por que o mar morto recebe este nome?

Na verdade, o Mar Morto não é propriamente um mar e sim um grande lago com dimensões de 82 quilômetros de comprimento e 18 quilômetros de largura. Fica situado no Oriente Médio e banha a Jordânia, Israel e Cisjordânia. Encontra-se a 392 metros abaixo do nível do Mar Mediterrâneo: é o ponto mais baixo do planeta Terra. Analisando a localização do Mar Morto não fica difícil perceber por que suas águas são tão salgadas. Dois fatores são responsáveis pela alta salinidade:

1. As águas que abastecem o Mar Morto provêm do rio Jordão, este é rico em sais minerais.
2. A região onde está situado é praticamente desértica, com clima subtropical e semiárido, com verões de altas temperaturas, ou seja, muito seco. O calor aumenta a taxa de evaporação nas superfícies aquáticas.

Conclusão: A água rica em sais minerais se evapora e seu teor de sal se concentra. Mas em relação ao nome Mar Morto, por que foi batizado assim? A resposta está na alta concentração de sal em suas águas. Estima-se que seja 300 gramas de sais para cada litro de água, sendo que a quantidade considerada normal e que se faz presente nos oceanos é de 35 gramas para cada litro de água.

Agora pergunto: como pode haver vida em meio a tanto sal? O desenvolvimento de peixes ou vegetação é praticamente impossível, uma vez que o sal incomoda até banhistas que permanecem por poucos minutos, imagine viver neste local. A situação é tão crítica que, os peixes que chegam pelo rio Jordão, morrem instantaneamente ao entrarem no lago. A denominação Mar Morto traduz a impossibilidade de vida neste local.

A salinidade característica favorece a formação de cristais na superfície. Esse aspecto juntamente com o fato de corpos flutuarem com maior facilidade em meio salino (mais denso), fazem do Mar Morto um ponto turístico visitados por milhares de curiosos.

Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/por-que-mar-morto-recebe-este-nome.htm>

Texto 02: O Mar Morto e a Alta Densidade

Localizado no Oriente Médio, o Mar Morto recebe esse nome em razão da grande concentração de sal que possui, chegando a ser 10 vezes maior do que nos oceanos. Essa grande quantidade de sal impossibilita a vida de peixes e micro-organismos.

Na realidade, o Mar Morto é um grande lago com uma área de aproximadamente 1.050 km²; esse é abastecido pelo rio Jordão. A grande quantidade de sal faz com que a densidade da água seja muito alta. Essa característica atrai turistas do mundo inteiro, em face do fato de as pessoas flutuarem com muita facilidade. Mas você sabe o que é densidade?

A densidade de um corpo é a razão entre a sua massa e o seu volume.

$$d = \frac{m}{v}$$

A densidade é uma característica própria de cada material, por isso é classificada como sendo uma propriedade específica. Nos sólidos, a densidade geralmente é maior do que nos líquidos, isso ocorre devido ao grau de agitação das moléculas - que nos sólidos é bem menor do que nos líquidos, fazendo com que o distanciamento molecular no primeiro seja menor do que no segundo.

Segundo o teorema de Arquimedes, “um fluido em equilíbrio age sobre um corpo nele imerso, com uma força vertical orientada de baixo para cima, chamada de empuxo, que é aplicada no centro de gravidade do volume de fluido deslocado, cuja intensidade é igual à do peso e do volume de fluido deslocado”.

Adaptado de: CAVALCANTE, Kleber G. "O Mar Morto e a Alta Densidade"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-mar-morto-alta-densidade.htm>>. Acesso em 21 de maio de 2018.

Recebido em: 23/11/2018

Aprovado em: 16/05/2019