



**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
PRODUTO EDUCACIONAL**

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA
PERCA PESO SEM PERDER MASSA

**CEILA DE BRITO DIAS
MARTA JOÃO FRANCISCO SILVA SOUZA**

**JATAÍ
2019**

CEILA DE BRITO DIAS
MARTA JOÃO FRANCISCO SILVA SOUZA

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Perca Peso sem perder Massa

Produto educacional vinculado à dissertação “Uma Sequência de Ensino Investigativa para o ensino e a aprendizagem dos conceitos de ‘Massa’ e ‘Peso’: análise do Engajamento Disciplinar Produtivo dos alunos

JATAÍ
2019

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

DIA/seq Dias, Ceila de Brito.
Sequência de Ensino Investigativa: Perca Peso sem perder Massa: *Produto Educacional vinculado à dissertação* “Uma Sequência de Ensino Investigativa para o ensino e a aprendizagem dos conceitos de “Massa” e “Peso”: análise do Engajamento Disciplinar Produtivo dos alunos” [manuscrito] / Ceila de Brito Dias; Marta João Francisco Silva Souza. -- 2020.

29 f.; il.

Produto Educacional (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2020.

Bibliografias.

1. Ensino de Física. 2. Ensino por Investigação. 3. Sequência de Ensino Investigativa. 4. Engajamento Disciplinar Produtivo. 5. Produto Educacional. I. Souza, Marta João Francisco Silva. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

CDD 530.7

APRESENTAÇÃO

Prezados colegas professores, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) apresentada nas próximas páginas, compõe o Produto Educacional da dissertação de Mestrado em Educação para Ciências e Matemática, Uma Sequência de Ensino Investigativa para o ensino e a aprendizagem dos conceitos de ‘massa’ e ‘peso’: análise do Engajamento Disciplinar Produtivo dos alunos, defendida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí. Pretendemos que este seja um recurso didático para auxiliar você, professor(a) de Física, em seus planejamentos.

A SEI é proposta por Carvalho (2013), como uma abordagem metodológica, que oferece um ambiente com caráter pré-científico para a promoção da investigação e da compreensão dos fenômenos físicos, composta por aulas sequenciais com atividades investigativas devidamente planejadas, abordando um determinado tema do programa escolar com o objetivo de propiciar aos estudantes um ambiente de discussão a partir de seus conhecimentos prévios, para assim desenvolverem um conhecimento científico (Carvalho, 2013).

Nesse sentido desenvolvemos uma SEI que traz como tema os conceitos de “Massa” e “Peso”, pois, entendemos a necessidade de explorar esse assunto a partir da dificuldade dos estudantes da primeira série na compreensão de grandezas escalares e vetoriais (massa e peso, respectivamente), já que não conseguem estabelecer relações entre elas e diferencia-las.

Nesse sentido, após verificarmos a dificuldade que os estudantes da primeira série do ensino médio apresentam na diferenciação de grandezas escalares e vetoriais (especialmente no caso das grandezas massa e peso), desenvolvemos uma SEI com o objetivo de explorar este assunto a fim de facilitar a compreensão dessas duas grandezas físicas essenciais no estudo da Mecânica.

Esperamos que os materiais diversos utilizados na SEI (atividades investigativas, materiais físicos, estratégias de ensino) possam contribuir de forma significativa no planejamento e execução de aulas de Física no ensino básico.

Bom trabalho!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	5
CAMINHOS PARA UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA	6
Atividades que compõem as Sequências de Ensino Investigativas.	8
A Sequência de Ensino Investigativa: Perca Peso Sem Perder Massa..	12
Primeiro encontro: aulas 1, 2 e 3 - apresentação da proposta e início das atividades.	12
Segundo encontro: aulas 4 e 5 – apresentações e manipulação dos instrumentos balança e dinamômetro	14
Terceiro encontro: aula 6(atividade investigativa) e aula 7 (sistematização do conhecimento) .	17
Quarto encontro: aula 8 - atividade de finalização da SEI	21
Atividade complementar	22
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	24
REFERÊNCIAS.....	25
ANEXOS	27

INTRODUÇÃO

As novas orientações de ensino propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2002), apontam vários objetivos educacionais do Ensino Médio, que preveem o desenvolvimento de competências e habilidades, esperadas em situações didáticas geradas a partir de problemas que estimulem a elaboração de hipóteses e a construção de modelos, desenvolvendo a competência investigativa dos estudantes através da contextualização do conteúdo relacionando o conhecimento científico com o cotidiano, abandonando o senso comum. Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM, 2006, p. 46).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) complementa o parágrafo acima, ao pressupor que o ensino de Ciências necessita ao mesmo tempo respeitar a diversidade cultural dos estudantes e oferecer subsídios para a construção de um conhecimento científico de forma provocativa e instigante, através dos métodos investigativos da Ciência.

As mudanças no ensino de Física, diante das expectativas das propostas apresentadas nos PCNEM, nas OCNEM e na BNCC, exigem uma abordagem de ensino que vislumbre o desenvolvimento das competências esperadas para os estudantes no Ensino Médio, contribuindo com a principal característica do desenvolvimento da Ciência, que é a investigação.

Nesse sentido, a abordagem didática apresentada a seguir, buscou oferecer compreensão e diferenciação de conceitos de “massa” e “peso” por meio de atividades de caráter investigativo, no intuito de despertar a autonomia, criticidade e a motivação dos alunos nas aulas de Física, contribuindo assim para a promoção da Alfabetização Científica. Nossa SEI está estruturada da seguinte forma:

- 1°. Apresentação dos pressupostos para o ensino por investigação, através da SEI, proposta por Carvalho (2013);
 - a. A importância da Alfabetização Científica;
 - b. Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica;
 - c. Atividades que compõem a Sequência de Ensino Investigativa.

2º. Apresentação da SEI “Perca peso sem perder massa”, expondo cada encontro: os objetivos específicos; os conteúdos que serão abordados; os materiais utilizados durante o desenvolvimento das aulas e a descrição das atividades a serem desenvolvidas;

Por fim, concluiremos apresentando algumas considerações para você que fará uso de nossa SEI em sua prática pedagógica.

CAMINHOS PARA UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Contemplando as mudanças ocorridas na educação a partir da segunda metade do século XX, Carvalho (2013) se fundamenta nas teorias de Piaget (construção do conhecimento pelo indivíduo), de Vigotsky (importância do papel social na construção do conhecimento diante da mediação dos artefatos¹ sociais e culturais) e na afirmação de Bachelard de que todo o conhecimento é a resposta de uma questão, para justificar a elaboração de uma SEI como uma proposta de ensino cujas etapas, de raciocínios coerentes, apontam caminhos para a argumentação científica e para a Alfabetização Científica.

Neste trabalho, tomaremos como definição para Alfabetização Científica, a mesma dada por Sasseron:

[...] usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. (SASSERON, 2008, p. 12).

Conforme a citação acima, o ensino que promova a Alfabetização Científica precisa ser planejado visando esse objetivo. O aluno alfabetizado cientificamente usa os conhecimentos adquiridos para construir relações com o mundo, solucionar problemas no seu dia-a-dia, se posicionar a favor ou contra ideias, pensamentos, doutrinas, crenças, etc., impostas a ele, alterar sua convivência com a sociedade, sendo capaz de modificá-la de acordo com sua necessidade, respeitando as individualidades. Por consequência, esse estudante detém um conhecimento de mundo que o identifica como indivíduo de uma

¹ Artefatos: instrumentos físicos e psicológicos. (PEIXOTO; CARVALHO, 2012, p. 33).

sociedade com direitos e deveres, adquire pensamento próprio com criticidade suficiente para reconhecer seu espaço e a possibilidade de mudança de vida.

Nesse contexto, Sasseron (2008) apresenta uma lista de habilidades (separadas em três grupos) necessária para identificar o estudante alfabetizado cientificamente e os classificam como **Eixos estruturantes da Alfabetização Científica**.

De acordo com Sasseron (2008), o primeiro eixo, **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**, baseia-se no ato de relacionar conhecimentos científicos com os problemas cotidianos por meio do ensino de leis e teorias em sala de aula através da investigação de um problema acerca de um conteúdo que aborde situações do dia a dia do estudante.

O segundo eixo, **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**, tem como característica entender que a Ciência não possui conhecimentos imutáveis, que se transformam por meio de aquisição e análise de dados. Tal eixo pode ser trabalhado em sala de aula por meio de problemas que exigem investigação para a sua solução.

O terceiro eixo compreende o **entendimento das relações existentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente**, ou seja, é preciso construir relações entre o desenvolvimento científico, social, cultural e econômico da sociedade passada e atual, que ocorre quando os temas científicos são analisados de forma globalizada. Para Sasseron (2008, p. 65) “este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas Ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos”. Logo, compreende-se que esse eixo incorpora a habilidade do estudante de estabelecer relação entre o conhecimento aprendido em sala de aula e o mundo exterior.

Dentro deste contexto teórico, a fim de que o ensino promova a Alfabetização Científica dos estudantes, proporcionando aos mesmos o desenvolvimento intelectual e reflexivo a partir de conhecimentos científicos com habilidades para atuação consciente dentro e fora do âmbito escolar, Carvalho (2013) propõe a Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

De acordo com a autora, a SEI é uma sequência de ensino com atividades investigativas devidamente planejadas sobre um determinado conteúdo escolar. Tais atividades devem ser pensadas de forma que haja interações materiais e sociais com a

intenção de proporcionar aos estudantes condições de utilizarem seus conhecimentos pré-estabelecidos a fim de transitar do senso comum para o conhecimento científico (CARVALHO, 2013, p. 9).

Carvalho (2018, p. 767) faz uma breve definição de SEI como “uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos. Este tema é inquirido com o uso de diferentes atividades investigativas”. Como já mencionado, a SEI prevê a utilização de atividades investigativas que promovam, além de outras, as interações sociais.

Atividades que compõem uma SEI

As principais atividades que compõem uma SEI, conforme descrito por Carvalho (2013) são: a proposição e resolução de um problema; a leitura de um texto para sistematização do conhecimento; a realização de atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo; uma atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI.

A primeira atividade da SEI é caracterizada pela problematização de um tema, que tem por objetivo aguçar a curiosidade dos estudantes e promover a discussão de hipóteses para sua resolução. Por isso o problema precisa estar dentro do contexto de vida dos estudantes e levar em conta os conhecimentos prévios dos mesmos. Nesse cenário, o problema:

[...] deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade aos estudantes de levantarem e testarem suas hipóteses, passarem da ação da manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor. (CARVALHO 2013, p. 10)

Essa primeira atividade da SEI pode ser um problema experimental, demonstrações investigativas ou problemas não experimentais. O problema experimental divide-se nas seguintes etapas propostas por Carvalho (2013):

- Distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor: nessa etapa o professor introduzirá o problema se certificando de que os estudantes compreenderam o que lhes foi apresentado. O professor também entregará o material

(objetos de manipulação) para que os alunos manuseiem a fim de chegarem à solução do problema proposto.

- Resolução do problema pelos estudantes: nesta etapa os estudantes são dispostos em pequenos grupos para facilitar as discussões das hipóteses sugeridas para a solução do problema e testá-las. É importante que eles testem suas hipóteses, e ao errar, levantem novas hipóteses. Esse processo ocorre mais facilmente sem a presença do professor. Ao término da resolução do problema proposto o professor recolherá o material entregue no início da atividade.
- Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos: essa etapa pode ser entendida como sistematização coletiva do conhecimento, pois é o momento em que todos os alunos falarão da experiência no desenvolvimento das etapas anteriores. Recomenda-se que os estudantes formem um círculo e que cada um descreva oralmente “como” e “porque” conseguiu solucionar o problema;
- Escrita e desenho: essa etapa pode ser entendida como sistematização do conhecimento individual, pois cada estudante fará um registro escrito de “como” e “porque” conseguiu solucionar o problema. Esse registro pode ser feito através de um desenho, de texto ou de ambos.

Após a solução do problema e de seu registro, a próxima atividade é a leitura de um texto para sistematização do conteúdo apresentado na SEI, a fim de possibilitar, a partir da leitura do texto, que os estudantes ordenem os conceitos e ideias que surgiram na atividade anterior. Segundo Carvalho (2013, p.15) o texto de sistematização se torna necessário para relacionar o problema investigado com um problema social do estudante. Assim, o texto precisa promover a releitura do processo da resolução do problema, assim como o conhecimento discutido em aulas anteriores e os principais conceitos e ideias surgidas anteriormente.

A atividade que segue a sistematização, por meio da leitura de um texto, deve apresentar “questões que relacionem o problema investigado com o problema social (ou tecnológico)” (CARVALHO, 2013, p. 16). É importante que o estudante relacione o problema investigado com problemas reais do seu cotidiano. Esta atividade é desenvolvida seguindo as mesmas etapas da resolução do problema: a discussão em grupo pelos estudantes; a abertura das discussões com toda a classe, coordenada pelo professor, e a escrita individual pelos estudantes em seus cadernos.

Por fim, a atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI tem por objetivo mediar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes de maneira a sistematizar o conhecimento adquirido de forma estimulante. A avaliação pode ter como objetivo não só avaliar a aprendizagem dos alunos, mas desenvolver uma nova atividade como, por exemplo, construção de painéis, cruzadinhas, dentre outras, aplicando o conteúdo já ensinado, tornando-se como mais uma atividade da SEI. É importante que a avaliação fuja dos padrões utilizados tradicionalmente (cujos objetivos concentram-se no aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas) e concentrem-se também em avaliar os conteúdos atitudinais (aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica) perdendo o caráter classificatório dos estudantes, discriminando e desmotivando os mesmos. Assim a avaliação de uma SEI deve seguir as premissas do ensino por investigação, criando oportunidades aos alunos de auto avaliação. Nesse contexto, a avaliação deve atender as necessidades do ensino científico. Para tal é necessário que o professor assuma “a responsabilidade de refletir sobre toda a produção de conhecimento do aluno, favorecendo a iniciativa e a curiosidade no perguntar e no responder e construindo novo saberes junto com os alunos” (HOFFMANN, 1996, p. 75-6 apud CARVALHO, et al, 1998, p. 34).

Com base nas informações contidas nessa seção, sobre o ensino por investigação, concordamos com Sasseron e Souza (2019), ao defenderem que:

[...] o desenvolvimento de atividades investigativas em sala de aula permite aos estudantes o desenvolvimento de liberdade intelectual para que os processos de construção de planos de trabalho, levantamento e teste de hipóteses, percepção de variáveis relevantes, coleta de informações, análise de dados e de informações e construção de explicações e de modelos explicativos sejam por eles realizados com ajuda do professor e em contato com os colegas, com os materiais e com os conhecimentos que já possuem. (SASSERON E SOUZA, 2019, p. 140).

Diante do exposto, apresentamos a você professor(a), na próxima seção, a SEI proposta por esse trabalho, a fim de que te auxilie nos planejamentos de aulas de Física, contribuindo para a promoção da Alfabetização Científica dos alunos.

A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: PERCA PESO SEM PERDER MASSA

O problema da nossa SEI permeia a dificuldade que os alunos têm em abandonar as concepções errôneas na utilização do conceito peso no lugar de massa. Utilizamos constantemente o termo “pesar” para nos referir à quantidade de massa medida em uma balança, o que gera uma confusão na diferenciação desses conceitos.

De acordo com Hewitt (2015, p. 61) “A massa corresponde à nossa noção intuitiva de peso.” Normalmente quando um corpo possui muita massa dizemos que tal corpo é muito pesado. Mas existe diferença entre massa e peso.

Massa pode ser entendida em três aspectos: como medida da quantidade de matéria em um corpo, como massa inercial m_i , ligada à propriedade inercial da matéria de resistir à mudança do seu movimento, seja em pôr-se em movimento, aumentar a velocidade ou diminuí-la, como uma medida dessa resistência: $F = m_i a$, e como massa gravitacional m_g , ‘carga’ geradora e sujeita ao campo gravitacional. (SANTOS; CARBÓ, 2004, p. 3)

Enquanto massa é uma grandeza escalar, definida pela quantidade de matéria num objeto, peso é uma grandeza vetorial, a força resultante sobre um objeto devido à atração gravitacional. Porém no cotidiano é comum as pessoas dizerem que vão à balança se pesar ou que estão “acima do peso”, sempre se referindo ao conteúdo/volume de um corpo como sendo o peso contido nele.

De acordo com Fukui; Molina e Venê (2016, p. 113), “Peso à força de atração exercida pela Terra sobre os corpos – é o que nos mantém na superfície terrestre apesar da velocidade com que o planeta se move”. Como o peso é uma força, é uma ação, logo, um corpo não pode conter força, ou seja, o corpo não pode conter peso. Embora, a balança meça o valor da força normal, que possui mesma intensidade e direção, mas sentido contrário ao peso, quando no dia a dia o termo peso é utilizado para definir o valor indicado em uma balança, ele está sendo confundido com o conceito de massa.

Esse engano pode gerar nos estudantes dificuldades em diferenciar os conceitos relacionados a massa e peso, prejudicando o ensino de outros conceitos que os utilizam como pré-requisito para seu entendimento. Assim, a SEI, que será apresentada a seguir, visa resolver a confusão encontrada nessa situação de aprendizagem. Portanto seu objetivo é

promover a aprendizagem do conceito de força, em particular da força peso, possibilitando ao aluno diferenciar peso e massa.

A SEI foi planejada para ser desenvolvida em uma turma de primeira série do Ensino Médio de uma escola pública rural de Goiás, e a escolha dos conteúdos se deu por meio das dificuldades encontradas pela professora em aulas de Física quando abordados em sala de aula. Sua aplicação se deu em oito aulas de 50 min no decorrer de quatro encontros. Caso você professor(a) queira utilizar toda a sequência pode repensar a quantidade de encontros.

A seguir discorreremos sobre os aspectos da SEI proposta nesse trabalho. Desse modo, apresentaremos em cada encontro, os objetivos específicos, os conteúdos a serem abordados, os materiais que deverão ser utilizados durante o desenvolvimento das aulas e a descrição das atividades que serão desenvolvidas.

Primeiro encontro: aulas 1, 2 e 3 - apresentação da proposta e início das atividades.

Os objetivos específicos para o primeiro encontro são:

- Propiciar um momento de levantamento de hipóteses e discussão a respeito do conceito de força;
- Reconhecer vários tipos de forças de acordo com a apresentação dos slides.
- Compreender o conceito de força e reconhecer que por meio de uma força aplicada a um corpo, podemos: alterar o estado de movimento (ou de repouso) desse corpo; produzir uma deformação no corpo; anular a ação de outra força aplicada ao corpo.
- Diferenciar forças de contato e de campo.

Os conteúdos a serem abordados no primeiro encontro são:

- Força
- Natureza das forças (forças de contato e de campo).

Professor(a) inicie a aula com uma breve apresentação da proposta para os alunos, ressaltando a importância da assiduidade, da participação e do comprometimento dos estudantes para o êxito dos trabalhos e para a aprendizagem. Em seguida com o intuito de contextualizar o problema, destine as aulas dois e três a verificar conceitos relacionados a “Força”, já que “Peso” é uma força. Para isso, realize a apresentação de *slides* com fotos onde apareciam situações envolvendo diferentes tipos de forças como no quadro 1.

Durante a apresentação dos slides, com a ajuda de um Datashow, realize os questionamentos de cada slide. A ordem das fotos no quadro obedece à sequência mostrada aos alunos no decorrer das aulas.

Quadro 1 – Apresentação dos slides

<i>Slides</i>	Questionamentos realizados pela professora na exposição de cada slide	<i>Slides</i>	Questionamentos realizados pela professora na exposição de cada slide
	O que mantém os pregos presos ao imã? É possível soltá-los? Como?		Quem puxa quem?
	O que mantém o pião suspenso no ar? Por que ele não cai?		Por que os corpos não afundam? Por que eles flutuam?
	O que é necessário para conseguir puxar o arco?		Quais forças estão agindo sobre a menina? Na subida? E na descida?
	Quem conseguirá vencer? Por quê? O grupo perdedor não exerce força?		O paraquedista está em queda? Por que?

¹ Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/processos-imantacao.html>>. Acesso em: out. 2018.

² Disponível em < https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSPoizPg94dwFx0v17eF4SWRmYydqwiwMDkEE_xS6MePDkmKPg >. Acesso em: out. 2018.

³ Disponível em: <https://www.magtek.com.br/blog/desafio-de-gravidade-brinquedo-e-modernizado-com-o-uso-de-eletoimas/>. Acesso em: out. 2018.

⁴ Disponível em < <https://exame.abril.com.br/tecnologia/temperatura-nas-alturas-praias-mais-salgadas/> >. Acesso em: out. 2018.

⁵ Disponível em <<https://www.distrito13.com.br/diversos/stay-alive-arco-e-flecha/>>. Acesso em: out. 2018.

⁶ Disponível em < <https://br.guiainfantil.com/materias/cultura-e-lazer/jogos/cancoes-para-pular-corda/> >. Acesso em: out. 2018.

⁷ Disponível em <<https://www.torcedores.com/noticias/2014/08/voce-sabia-que-cabo-de-guerra-ja-foi-esporte-olimpico-veja-outras-bizarrices-dos-jogos>>. Acesso em: out. 2018.

⁸ Disponível em: < <https://algarvepressnahora.wordpress.com/2014/03/21/festival-da-primavera-atrai-cerca-de-400-paraquedistas-europeus-ao-aerodromo-municipal-de-portimao/>>. Acesso em: out. 2018

	<p>Qual a interação do tênis com o asfalto? Se eu empurro o chão para trás, por que ele não vai para trás?</p>		<p>E agora? Por que ele não cai</p>
	<p>E agora? Se empurrar o chão o que acontece?</p>		<p>Existe força agindo sobre a pedra? O que faz com que a pedra não caia?</p>

Fonte: elaborado pela autora

Ao final da atividade, quando os alunos perceberem que o conceito em comum em todos os *slides* é o de força, como uma ação capaz de alterar o estado de movimento (ou de repouso) desse corpo, produzindo uma deformação no corpo ou anulando a ação de outra força aplicada ao corpo. Em seguida, explique a natureza (de campo ou de contato) dessas interações, nomeando juntamente com os alunos, em um quadro escrito na lousa, a natureza das interações de cada força exposta nos *slides*.

Segundo encontro: aulas 4 e 5 – apresentações e manipulação dos instrumentos balança e dinamômetro

Os objetivos específicos para o segundo encontro são:

- Conhecer o dinamômetro como instrumento de medição de força. Conhecer Newton como unidade de medida de força do SI;
- Reconhecer balança como instrumento de medir massa; Conhecer o quilograma como unidade de medida de massa do SI;
- Compreender que existe um equilíbrio de forças no dinamômetro e na balança.

Os conteúdos a serem abordados no segundo encontro são:

- Massa (quantidade de matéria de um corpo);
- Instrumentos de medidas – balança/dinamômetro;

⁹ Disponível em <<https://brasile scola.uol.com.br/fisica/forca-atrito.htm>>. Acesso em: out. 2018.

¹⁰ Disponível em <<https://www.dreampass.com.br/experiencias/paraquedismo-indoor-sao-paulo-sp>>. Acesso em: out. 2018.

¹¹ Disponível em <<https://soupletopolis.com/2019/11/23/petropolis-tera-pista-de-patinacao-no-gelo-neste-fim-de-ano/>>. Acesso em: out. 2018.

¹² Disponível em <<https://media-cdn.tripadvisor.com/media/photo-s/0e/fb/fb/27/equilibrio-perfeito.jpg>>. Acesso em: out. 2018.

- Unidades de medidas – quilograma(kg) e Newton (N);
- Equilíbrio de forças.

Comece a aula com a apresentação dos instrumentos: balança digital de cozinha (figura 1); dinamômetro: tubular de 2 N (figura 2); dinamômetro caseiro (figura 3). Ao apresentar cada instrumento, também explique qual é a unidade de medida utilizada em cada um, pois, a balança mede massa, sua unidade de medida é o quilograma (kg), e o dinamômetro mede força, sua unidade de medida é o Newton (N). Nesse momento é importante lembrar aos alunos as unidades do Sistema Internacional (SI) e mostrar que alguns instrumentos, mesmo medindo a mesma grandeza física, podem apresentar submúltiplos ou múltiplos de uma unidade, como por exemplo, a balança. Explique aos alunos que a maioria das balanças utilizadas no mercado está calibrada em quilogramas (kg), mas no caso, a balança que utilizaríamos estava calibrada em gramas (g).

Se você professor(a) preferir, para realizar essa atividade, pode construir dinamômetros (como o da figura 3) calibrados com capacidade de medição de até 8 N. Os materiais utilizados para a construção dos dinamômetros foram: quatro canos brancos de 50 mm de PVC¹³; quatro tampas para cano de PVC de 50 mm; 12 parafusos gancho; quatro recortes de madeira 150 mm x 35 mm; quatro folhas de papel milimetrado e elásticos.

Figura 1– Balança digital de cozinha



Fonte: <https://a-static.mlcdn.com.br>

Figura 2 - Dinamômetro tubular 2 N



Fonte: <http://www.homelab.com.br>

Figura 31 – Dinamômetro caseiro 8 N



Fonte: arquivo pessoal da autora

Na apresentação dos dinamômetros, aproveite a oportunidade para explicar que o que difere a balança do dinamômetro é apenas a calibração de cada um e que isso só é possível

¹³ Policloreto de vinila (do inglês, *polyvinyl chloride*)

por causa do campo gravitacional terrestre não sofrer grandes variações em diferentes regiões.

O dinamômetro possui uma escala graduada em unidades de força, no caso, o N.

A seguir, passe para a familiarização dos objetos, o objetivo aqui é permitir que os alunos explorem cada instrumento, descobrindo sua utilidade, seu manuseio, e entender como se utiliza cada um. Para tal, organize os alunos em pequenos grupos (máximo de quatro integrantes). Entregue a cada grupo uma balança e um dinamômetro, e peça aos alunos escolherem os mais diversos objetos dentre seus materiais escolares e de uso pessoal (canetas, lápis, borracha, cadernos, estojos, réguas, celulares, anéis, etc.) para que medirem na balança e no dinamômetro, consecutivamente. Os resultados devem ser anotados em uma tabela, elaborada pelo próprio grupo em uma folha A4, para análise e discussão posteriormente.

Durante a atividade eles perceberão que objetos muito pequenos não podem ser medidos na balança devido a sua pouca massa, como por exemplo, a borracha e os anéis, logo mudarão de estratégia, juntarão alguns itens no estojo e medirão tudo junto, conseguindo obter a medição nos dois instrumentos (balança e dinamômetro).

Quando os alunos terminarem as medições, peça que encontrem a razão entre os valores obtidos para força e os valores obtidos para massa e anatem. Nesse momento sugerimos que pergunte aos alunos se recordam do valor da aceleração gravitacional da Terra, e se recordam se há semelhança entre esses valores das razões obtidas por eles com a aceleração gravitacional. O esperado é que a resposta seja negativa, nesse momento o(a) professor(a) deve aproveitar para esclarecer que o valor da aceleração gravitacional na superfície terrestre é aproximadamente, $9,8 \text{ m/s}^2$, pois há uma pequena variação da aceleração gravitacional da Terra e que os livros trazem esse valor como 10 m/s^2 apenas para facilitar os cálculos matemáticos.

Em seguida, organize os alunos em um círculo e peça aos alunos que respondam quais as semelhanças entre a balança e o dinamômetro. O esperado é que os alunos apontem em seus discursos que os dois instrumentos são utilizados para medição, mas que um mede massa enquanto o outro mede força, apontando as grandezas físicas medidas por cada instrumento e que nos dois instrumentos há a presença de duas forças contrárias tentando se equilibrar.

Após as discussões, sugerimos a seguinte pergunta: “Qual a relação entre massa e peso?”. O objetivo aqui é sondar se os alunos já conseguem diferenciar esses conceitos.

Espera-se que nesse momento alguns alunos já tenham alcançado o objetivo da proposta e outros não, por isso propomos a próxima atividade.

Terceiro encontro: aula 6 (atividade investigativa) e aula 7 (sistematização do conhecimento)

Os objetivos específicos para o terceiro encontro são:

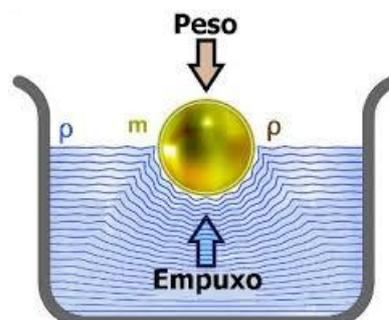
- Diferenciar peso de massa; Reconhecer que existe uma força contrária ao peso dentro da água; Entender o peso aparente dentro d'água e o empuxo.
- Expor e compartilhar ideias aos colegas com o propósito de auxiliar na construção individual do conhecimento.
- Reforçar a construção do conhecimento de forma individualizada.

Os conteúdos a serem abordados no terceiro encontro são:

- Massa (quantidade de matéria de um corpo);
- Peso (força resultante da ação da gravidade);
- Equilíbrio de forças.
- Princípio de Arquimedes / Empuxo

Neste encontro, os alunos deverão ser desafiados a resolverem um problema produzindo alteração no peso de um objeto. O experimento em questão possibilitará aos alunos perceberem que o valor da força peso se alterará no dinamômetro quando o objeto for inserido dentro d'água. O novo valor pode ser considerado como “peso aparente”, pois como o próprio nome diz, apenas aparenta que diminui. Na verdade, quando encostamos o objeto na água existe uma força contrária (empuxo) empurrando o objeto de volta (figura 4), fazendo que a força resultante (apresentada no dinamômetro) seja menor.

Figura 4 – Esquema de forças



Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/empuxo.htm>

O objetivo da próxima atividade será de ajudar os alunos a abandonarem a concepção intuitiva de que peso corresponde a massa de um corpo. Para tal, inicie com a leitura da tirinha a seguir:

Figura 5 – Tirinha do Garfield



Fonte: <https://www.deviante.com.br>

Em seguida a leitura da tirinha instigue os alunos com as seguintes questões:

Por que Garfield acredita que perderá peso em um planeta de gravidade menor?

Qual o sentido da palavra “peso” usada por Jon Arbuckle? A expressão está correta?

Qual a diferença entre massa e peso?

Nesse momento, você deve oportunizar discussões onde os alunos irão levantar hipóteses ao responder as perguntas acima. Mais uma vez, você professor(a) irá sondar se os alunos já conseguem diferenciar esses conceitos. Espera-se, que, nesse momento mais alunos já saibam diferenciar peso de massa, mas prevendo que outros alunos ainda não o fazem, propomos a próxima atividade.

Nessa atividade, faça a proposição do problema que envolve a tirinha. Para isso separe a turma em grupos (máximo quatro alunos) e faça a distribuição dos seguintes materiais: uma balança, um dinamômetro, um saquinho de bolinhas de gude, uma balde com água e uma régua (figura 6).

Faça a proposta do seguinte problema: *Como mudar o peso de um objeto, sem alterar a sua massa e sem mudar de planeta?*

Figura 6 – Materiais utilizados na atividade investigativa



Fonte: arquivo pessoal da autora

No próximo passo permita que os estudantes investiguem o problema, proponham soluções, elaborem hipóteses para a solução e as testem para conseguirem chegar à solução, como na figura 7.

Figura 7 – Momentos da Atividade Investigativa



Fonte: arquivo pessoal da autora

O tempo previsto para que os alunos cheguem a solução do problema proposto é de aproximadamente vinte minutos. Assim que terminarem passe para as etapas de

sistematização do conhecimento, para tal organize os estudantes em uma roda (figura 8) para a chamada sistematização do conhecimento coletivo.

Convide todos os estudantes a se manifestarem, explicando oralmente à turma como o seu grupo solucionou o problema e o porquê da solução. Partindo do pressuposto de que o principal objetivo do ensino de disciplinas científicas seja a promoção das AC, levar os alunos a responder “como” chegaram a solução é muito importante, pois, “assim como é na Ciência, espera-se que seja criado um ambiente intelectualmente ativo que envolva os estudantes, organizando grupos cooperativos e facilitando o intercâmbio entre eles” (NASCIMENTO, 2012, p. 60). Assim também com o “porquê”, pois, “Neste momento, também, se busca uma proximidade com a cultura científica, uma vez que construir explicações é um dos principais objetivos da Ciência” (NASCIMENTO, 2012, p. 60).

Figura 8 – Roda de conversa





Fonte: arquivo pessoal da autora (Os efeitos nas fotos foram realizados no site fotoefeitos.com).

Ao fim da etapa de sistematização do conhecimento coletivo, passe para a próxima etapa, de desenho e escrita. De acordo com Barbosa; Carvalho e Gonçalves (1998) o tempo previsto para essa atividade é de 20 a 30 min. Descrever “como” e o “porquê” da solução do problema proposto também perpassa pelos moldes da cultura científica. Daí a importância dessa atividade. Entregue a cada um uma folha A4 em branco, para que façam o registro escrito de “como” o seu grupo solucionou o problema e o “porquê” da solução.

Quarto encontro: aula 8 - atividade de finalização da SEI

Os objetivos específicos para o primeiro encontro são:

- Permitir os alunos relacionar o problema resolvido com situações do dia-a-dia
- Avaliar a aprendizagem

Os conteúdos a serem abordados no terceiro encontro são:

- Massa (quantidade de matéria de um corpo);
- Peso (força resultante da ação da gravidade);
- Equilíbrio de forças.
- Princípio de Arquimedes / Empuxo

Essa atividade tem por objetivo avaliar se as atividades desenvolvidas, anteriormente a essa, conseguiram contribuir com o objetivo geral da SEI, que era compreender e diferenciar os conceitos de “massa” e “peso”. Partindo do pressuposto de que os estudantes, ao relacionar o problema investigado com problemas reais do seu cotidiano, atingiram o objetivo da SEI.

A atividade consiste em apresentar um *slide* (figura 9) com uma situação de utilização do conceito envolvido no problema aplicado no quarto encontro, a fim de contextualizá-lo. Comece uma discussão perguntando aos alunos se o rapaz da figura utilizaria a mesma quantidade de força fora da piscina para levantar a moça.

Figura 9 - Slide para contextualização do problema



Fonte: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br>

A ideia dessa atividade era perceber que da mesma forma que acontece na atividade investigativa, existe uma força (empuxo) empurrando a moça para cima, facilitando a tarefa do rapaz ao segurá-la em seus braços, pois ele exerceria menos força do que se estivesse fora da piscina. Um dos objetivos a se atingir em uma atividade investigativa é fazer o aluno relacionar problemas estudados em sala de aula com seu cotidiano, portanto nesse momento é importante que os alunos expressem o que acontece quando entram em piscinas e rios.

Atividade complementar

Após a solução do problema, do seu registro, a próxima atividade é a leitura de um texto para sistematização do conteúdo apresentado na SEI. O objetivo é possibilitar que os estudantes ordenem os conceitos e ideias que surgiram na atividade passada, promovendo a releitura do processo da resolução do problema, assim como o conhecimento discutido em aulas anteriores.



Por isso, sugerimos a leitura dos textos “Por que o Mar Morto recebe este nome?” (ANEXO A) e “O Mar Morto e a Alta Densidade” (ANEXO B), como leituras para sistematização do conhecimento assim como proposto por Carvalho (2013).

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Perante os inúmeros desafios encontrados no ensino de Física, sabemos que temos uma longa jornada rumo à melhora desse ensino. Portanto, esperamos que este produto educacional possa ajudar você professor(a), como ajudou sua autora, na percepção da importância e da necessidade, de a Física ser ensinada no intuito de promover a AC. Esperamos também que as aulas aqui expostas lhe auxiliem no planejamento de aulas, além de fornecer reflexões sobre sua prática pedagógica. Sugerimos essa SEI como uma proposta de ensino, podendo ser modificada conforme realidade escolar a ser implementada. Recomendamos também a leitura do referencial teórico para embasamento dessa proposta, pois isso contribuirá na compreensão da SEI apresentada, bem como de sua prática pedagógica. Desse modo, pretendemos que o produto educacional elaborado e aplicado auxilie você professor(a) na sua busca por aperfeiçoamento da prática docente no ensino de Física no EM.

Bom trabalho!

REFERÊNCIAS

- BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**. V. 2, Brasília: MEC/SEF, 2006.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. et al. O professor no ensino de Ciências como investigação. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 18(3), p. 765 – 794, dez. 2018
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- FUKUI, A; MOLINA, M. M; VENÊ. Ser protagonista: física, 1º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Tradução: Trieste Freire Ricci. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- NASCIMENTO, V. B. Fundamentos e metodologia do ensino das Ciências da Natureza: pedagogia. v 2. Ilhéus: EDITUS, 2012.
- PEIXOTO, J; CARVALHO, R. M.A. MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA MEDIATIZADA PELAS TECNOLOGIAS? **Revista Teoria e Prática da Educação**, v. 14, n. 1, p. 31-38, jan./ abr. 2012.
- SANTOS, R. P; CARBÓ, A. D. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Massa. In: **IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (ENPEF)**, 2004, Jaboticatubas, Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, p. 1-20. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/posteres/po11-01.pdf> > Acesso em: 17/05/2018.
- SASSERON, L. H. SOUZA, T.N. O ENGAJAMENTO DOS ESTUDANTES EM AULA DE FÍSICA: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 139-153, abr. 2019.

SASSERON, L.H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula.** 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIÁS

*Programa de Pós-Graduação em
Educação para Ciências e
Matemática*

ANEXOS

ANEXO A - 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, que 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.



Cristais salinos encontrados no Mar Morto

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-mortorecebe-este-nome.htm>.
Acesso em 11 de outubro de 2018.*

ANEXO B - 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?



Mulher flutuando no Mar Morto

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-altadensidade.htm>>. Acesso em 11 de outubro de 2018