

FLUTUA OU NÃO FLUTUA? POR QUE OS CORPOS FLUTUAM? UMA EXPERIÊNCIA USANDO O VPYTHON

Natiline Teixeira Costa Silva ¹

RESUMO

Este artigo refere-se a uma sequência pedagógica que integra o VPython ao ensino de Física e leva em consideração para o processo de ensino-aprendizagem a problematização e a investigação como abordagens. Esta proposta didática foi vivenciada com estudantes do 2º ano do Ensino Médio da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Gayão Pessoa Guerra de Araçoiaba/PE. O objetivo do trabalho foi utilizar uma simulação no VPython visando à exploração e compreensão dos conceitos físicos sobre Empuxo, Densidade do corpo e fluido e a Lei de flutuação dos corpos (Princípio de Arquimedes). Nessa simulação, os alunos tinham liberdade de interagir de forma ativa atribuindo valores as variáveis envolvidas no fenômeno abordado. Além de, trazerem seus conhecimentos prévios de forma interativa para construir novos conhecimentos. De forma prática, os estudantes analisaram e refletiram sobre as variáveis relevantes do fenômeno científico da flutuação de corpos e dentre os resultados obtidos por meio da aplicação desta sequência didática, foi possível constatar que alguns alunos conseguiram atingir níveis de sofisticação da aprendizagem e de refinamento das respostas, não verificados no início da atividade proposta. Percebeu-se também, com a realização do experimento utilizando a simulação no VPython, como aparato tecnológico, simultaneamente ligado as metodologias de ensino supracitadas que surge um leque de possibilidades para o processo de ensino-aprendizagem, que transformam, dinamizam e expandem o que já ocorre no espaço escolar.

Palavras-chave: Empuxo, Densidade, Física, Ensino por investigação, VPython.

INTRODUÇÃO

A utilização de práticas educacionais que relacionem a utilização das novas tecnologias da informação tem sido um grande desafio para todos os professores que propõem-se colaborar para a melhoria e o desenvolvimento na qualidade do ensino e da aprendizagem.

A sociedade é bombardeada continuamente e expressivamente no seu dia-a-dia pelas tecnologias e essa inclusão não só conecta pessoas como modifica de uma forma profunda as possibilidades de interatividade e agilidade na aquisição e difusão do conhecimento científico.

¹ Mestra em Ensino de Física – MNPEF / Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, lenesbel2006@gmail.com;

Neste artigo, apresenta-se uma sequência pedagógica que integra o *VPython*, como aparato tecnológico que possibilita simulações computacionais no contexto do ensino de física. O *VPython* é um *software* livre de módulo de gráficos que utiliza a linguagem de programação Python.

Essa linguagem de programação promove à concepção de animações 3D interativas e manipuláveis de sistemas físicos, mesmo para aqueles com conhecimento restrito em programação. Essas animações criadas com o *VPython* podem ser utilizadas tanto para diversão quanto como para uso educacional. É notadamente benéfica na criação de modelos que envolvem leis simples da Física.

Nessa perspectiva, uma simulação usando o *VPython* foi construída para a vivência desta atividade visando o ensino e aprendizagem de conceitos físicos sobre Empuxo, Densidade do corpo e fluído e a lei de flutuação dos corpos (Princípio de Arquimedes).

Na afirmação de Andrade (2016, p.19) o uso de simulação tem se mostrado uma ferramenta de grande potencial para a aprendizagem em física, matemática e ciências em geral por oferecer a oportunidade ao aluno de ter contato mais concreto com o objeto de estudo e favorecer o processo de construção do conhecimento.

Segundo Yamamoto e Barbeto (2001, p. 215) as simulações possibilitam uma melhor compreensão de certos fenômenos físicos na medida em que tornam possível a inclusão de elementos gráficos e de animações em um mesmo ambiente.

Contudo, na utilização de simulações, Medeiros e Medeiros (2002) ressaltam que tanto professor quanto educandos devem ter de forma clara que uma animação não é jamais, uma cópia fiel do real, por mais realística que possa parecer. Toda simulação, animação está baseada apenas numa modelagem do real, carregado de simplificações. Araújo e Veit (2004) destacam que:

a perda da noção da complexidade de um sistema real é apresentada como um dos riscos da utilização acrítica das simulações. Este risco é agravado na medida que o contexto de validade dos modelos não é discutido com os alunos e estes tendem a negligenciar as simplificações adotadas, acreditando que a simulação seja um espelho da realidade.

Nesse contexto, é necessário que o professor ao desenvolver atividades utilizando objetos virtuais de aprendizagens contemple esse aspecto da validade dos modelos teóricos, mas, ressalte que não são equiparáveis aos experimentos reais.

A conexão entre recursos tecnológicos como o *VPython* e metodologias de ensino da problematização e investigação, quando inseridas no contexto pedagógico escolar cria novos espaços de diálogo entre ação-reflexão. Abordar o ensino-aprendizagem de conceitos de fenômenos físicos a partir dessa perspectiva, que foi o objetivo deste trabalho, envolve dar ênfase a processos diversificados e instigantes de aprender e construir conhecimento mediante a assimilação deste elemento questionador aplicável na prática pedagógica do professor de física do ensino médio.

Numa proposta de ensino - aprendizagem que utilize as metodologias da problematização e investigação há uma evidente mudança de atitude tanto no aluno como na prática do professor. Segundo Azevedo (2010, p. 24) numa proposta que utilize a investigação, o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes expositivas, passando a ter grande influência sobre ela, precisando argumentar, pensar, agir questionar, interferir, fazer parte da construção de seu conhecimento.

Utilizar a metodologia da problematização para se introduzir um conteúdo possibilita ao aluno oportunidades de questionar e lidar intelectualmente com as situações colocadas. Na afirmação de Capecchi (2017, p. 25) a problematização aparece como um processo de transformação, de construção de um novo olhar sobre aquilo que, aparentemente, já nos é familiar, e não como o acesso a algo que já vem pronto.

O trabalho foi norteado pelas perguntas: “Flutua ou não flutua? Por que os corpos flutuam?”. Num primeiro momento os alunos receberam materiais diversos e um recipiente com água para investigarem experimentalmente quais objetos flutuam ou não? Provocados por questionamentos e por um problema experimental, os alunos foram conduzidos a elaboração de explicações para os fenômenos que estavam próximos a observar sobre a temática em questão. Assim como, foram desafiados a encontrar aplicações práticas para as mesmas. Carvalho (2010, p.9) ressalta que:

para que ocorra uma mudança na linguagem dos alunos - de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica -, os professores precisam dar oportunidade aos estudantes de exporem suas ideias sobre os fenômenos estudados, num ambiente encorajador, para que eles adquiram segurança e envolvimento com as práticas científicas. É, portanto, necessária a criação de um espaço para a fala dos alunos nas aulas.

Neste aspecto, o professor exerce a função de questionar e lançar dúvidas sobre o assunto, em vez responder ou ministrar explicações. As questões formuladas pelo professor ou até pelos alunos, com vínculo ao conteúdo a ser desenvolvido, permitem ao

aluno participar e intervir com seus posicionamentos e questionamentos, de forma a possibilitar também que o aluno comece a construir sua autonomia.

Num segundo momento os alunos receberam textos que continham explicações científicas sobre Empuxo, Densidade do corpo e fluído e a lei de flutuação dos corpos (Princípio de Arquimedes). E no último momento foi apresentado uma simulação no *VPython* na qual os alunos interagiram de forma dinâmica atribuindo valores as variáveis envolvidas no fenômeno abordado.

As principais características das simulações computacionais são a imersão, a interatividade e a manipulação decorrentes das ações do estudante tal como no mundo real. Estudantes passam a interagir, podendo criar uma representação real e muito próxima do ideal de um fenômeno físico, modificando as condições iniciais e observando as respostas, relacionando grandezas e outros parâmetros.

Num ensino-aprendizagem que utiliza as metodologias da problematização, argumentação e da investigação o enfoque está na postura ativa do estudante na resolução de problemas. Para isso, destaca Azevedo (2010, p. 32) que o aluno deve sair de uma participação passiva e aprender a pensar, elaborando raciocínios, verbalizando, escrevendo, trocando ideias, justificando suas ideias.

O professor de física do ensino médio deve encarar esse desafio, buscando “promover a aprendizagem do aluno para que este possa construir o conhecimento dentro de um ambiente que o desafie e o motive para a exploração, a reflexão, a depuração de ideias e a descoberta” (ALMEIDA, 2000, p.77).

Neste contexto, sugere-se que o *VPython* voltado a simulações de experimentos de fenômenos físicos no ambiente escolar facilite o processo de aprendizagem e a criatividade dos estudantes. Além de ser, uma possibilidade de já introduzir os alunos do ensino médio na física computacional mesmo que seja num nível introdutório. Essa prática educacional visa cooperar com teóricos educacionais que acreditam que atividades integrando o *VPython* têm uma tremenda potencialidade para melhorar o ensino em sala de aula.

METODOLOGIA

A aplicação desta atividade, que integra o *VPython* e as metodologias de ensino da problematização e investigação, foi realizada no horário normal de aula da disciplina Física com estudantes do 2º ano do Ensino Médio da Escola de Referência em Ensino

Médio Maria Gayão Pessoa Guerra de Araçoiaba/PE, perfazendo um total de seis horas-aula e cada aula com 50 minutos de duração.

No primeiro momento, recorreu-se a um problema experimental para introduzir os alunos no ensino do tópico desejado do fenômeno físico da flutuação dos corpos. Assim sendo, os alunos foram organizados em grupos e receberam alguns objetos como: pedra, prego, folha, borracha, liga, alfinete, esponja, pedaço de madeira, etc...e um recipiente com água.

Os alunos tiveram total liberdade de manipular esses objetos recebidos e registrar suas investigações em uma tabela. Nesta tabela, os alunos descreveram previsões sobre o que eles achavam que iria ocorrer aos objetos ao serem colocados na água e os motivos pelos quais eles acreditavam fazer os objetos flutuar ou afundar na água. Após esse registro, os alunos foram orientados a colocarem os objetos na água para observação de seus comportamentos e constatação se eles afundavam ou flutuavam. Esse momento ocorreu em duas horas – aulas contínuas.

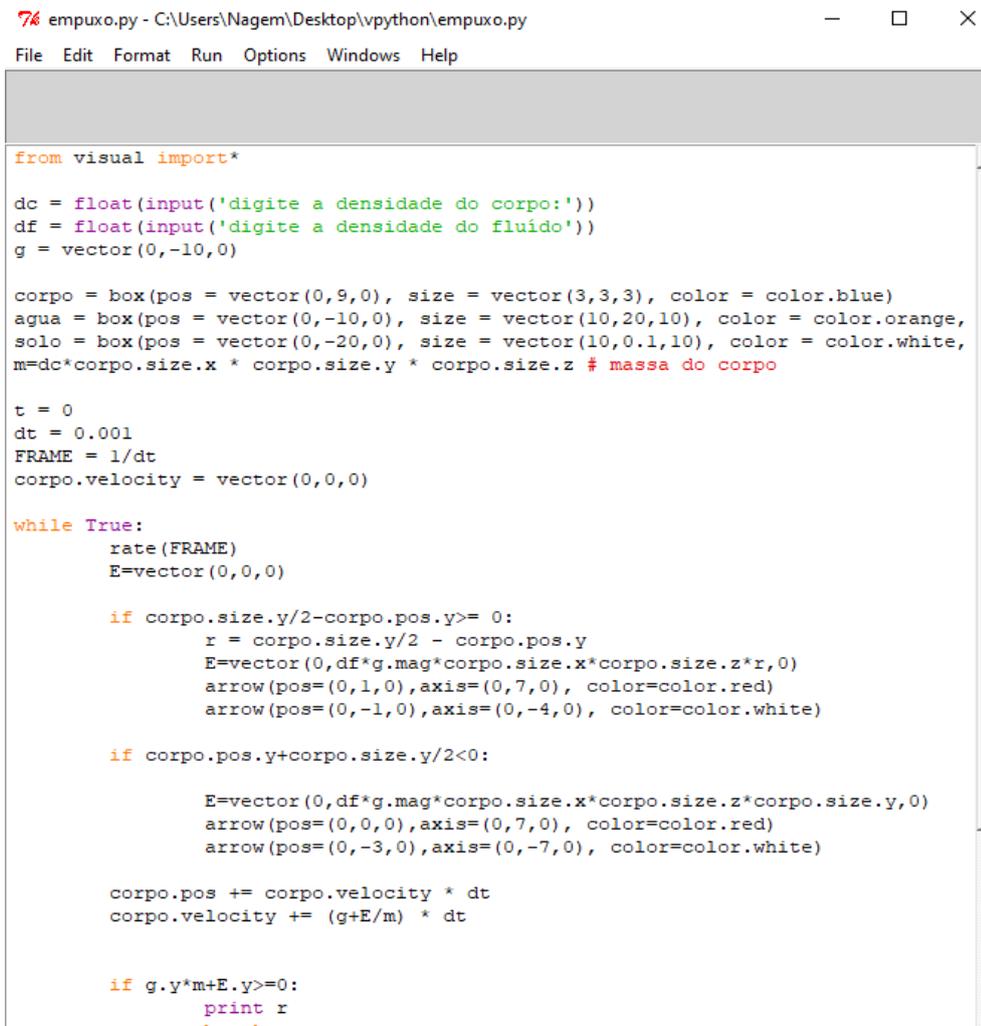
Na sequência da vivência de aplicação desta proposta didática os alunos receberam textos que apresentavam explicações científicas sobre Empuxo, Densidade do corpo e fluido e a lei de flutuação dos corpos (Princípio de Arquimedes). As discussões dos textos complementares visaram fundamentalmente mostrar aos alunos as dimensões e abrangências do conteúdo em estudo, bem como da importância de se conhecer as teorias que sustentam o tema para compreender outras situações.

No último momento foi apresentado uma simulação no *VPython* na qual os alunos interagiram de forma dinâmica com a simulação atribuindo valores diferentes para as densidades do corpo, ou deixaram fixo os valores da densidade do fluido ou vice-versa. De forma, que à medida em que o corpo afunda na simulação, o empuxo vai aumentando, na proporção direta do aumento da parte submersa do corpo, até que o empuxo possa se igualar ao peso, no caso em que o corpo flutua. Se, ao final de toda a imersão do corpo, o empuxo não equilibrar o peso, o corpo afunda.

Aqui é importante que se diga que a simulação traz algumas limitações impostas pelas simplificações que foram assumidas na sua construção e que foram discutidas com os alunos como exemplo: a viscosidade do fluido, a profundidade atingida pelo corpo, a inércia ao entrar no líquido e a não variação dos vetores durante a queda.

Para esse momento, cada grupo de aluno recebeu para a vivência dessa simulação, que envolvem leis da flutuação de um corpo, um Tablet da Cce doado para a escola como parte de um Projeto da Secretaria de Educação / Estado PE. Em cada tablet

utilizado pelos grupos o programa *VPython* foi instalado anteriormente, assim como, o código da linguagem para a execução da simulação conforme figura 1. Contudo, na programação os alunos podiam manipular valores para as variáveis físicas envolvidas no fenômeno estudado.



```
empuxo.py - C:\Users\Nagem\Desktop\vpypython\empuxo.py
File Edit Format Run Options Windows Help

from visual import*

dc = float(input('digite a densidade do corpo:'))
df = float(input('digite a densidade do fluido'))
g = vector(0,-10,0)

corpo = box(pos = vector(0,9,0), size = vector(3,3,3), color = color.blue)
agua = box(pos = vector(0,-10,0), size = vector(10,20,10), color = color.orange,
solo = box(pos = vector(0,-20,0), size = vector(10,0.1,10), color = color.white,
m=dc*corpo.size.x * corpo.size.y * corpo.size.z # massa do corpo

t = 0
dt = 0.001
FRAME = 1/dt
corpo.velocity = vector(0,0,0)

while True:
    rate(FRAME)
    E=vector(0,0,0)

    if corpo.size.y/2-corpo.pos.y>= 0:
        r = corpo.size.y/2 - corpo.pos.y
        E=vector(0,df*g.mag*corpo.size.x*corpo.size.z*r,0)
        arrow(pos=(0,1,0),axis=(0,7,0), color=color.red)
        arrow(pos=(0,-1,0),axis=(0,-4,0), color=color.white)

    if corpo.pos.y+corpo.size.y/2<0:

        E=vector(0,df*g.mag*corpo.size.x*corpo.size.z*corpo.size.y,0)
        arrow(pos=(0,0,0),axis=(0,7,0), color=color.red)
        arrow(pos=(0,-3,0),axis=(0,-7,0), color=color.white)

    corpo.pos += corpo.velocity * dt
    corpo.velocity += (g+E/m) * dt

    if g.y*m+E.y>=0:
        print r
        break
```

Figura 1. Linguagem de programação utilizada para a simulação.

➤ Princípio de Arquimedes e a Lei de Flutuação dos corpos

Em grande parte dos livros didáticos as explicações científicas para o tema flutuação de corpos surgem no Princípio de Arquimedes, que trabalha com conceito de empuxo, ou com a Lei de flutuação dos corpos, que emprega o conceito de densidade. As duas teorias foram abordadas com os alunos através dos textos propostos para a discussão em grupo.

O Empuxo

Um objeto totalmente submerso em um fluido está sujeito a forças de pressão em todos os pontos da superfície do objeto. Na figura 2, observa-se a representação da distribuição destas forças, que agem em distintas direções e cujos módulos crescem com a profundidade.

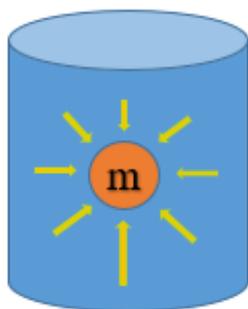


Figura 2. Forças de pressão exercidas por um líquido sobre um objeto totalmente mergulhado.

Como as forças atuantes possuem módulos desiguais e as forças exercidas nas laterais do objeto por simetria se anulam, a resultante delas não será nula. Percebe-se que esta força resultante é vertical para cima e é precisamente esta resultante que representa o Empuxo (E) do líquido sobre o objeto.

Fica evidente que há empuxo devido a pressão do líquido na parte inferior do líquido ser maior do que na parte superior. Contudo, além do empuxo, o objeto mesmo mergulhado fica condicionado ao peso e sua flutuação vai estar sujeita ao valor do empuxo em relação ao peso². O peso de qualquer objeto pode ser medido simplesmente obtendo-se o valor de sua massa em uma balança.

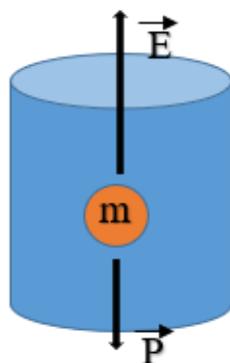


Figura 3. Forças resultante da pressão exercidas por um líquido sobre um objeto mergulhado.

² Na física o peso é a força que a Terra exerce sobre um objeto. Seu valor é dado pelo produto da massa do corpo pela magnitude da aceleração da gravidade nas proximidades da Terra.

Outra possibilidade para obter-se também o valor do empuxo no objeto imerso, é medir em uma balança a massa do volume da água deslocada pelo objeto ao ser mergulhado. O peso do volume desta água deslocada será exatamente o valor do empuxo. Desta maneira, o empuxo será maior quanto maior for a quantidade de água deslocada pelo objeto.

Com essas possibilidades de comparação, apresenta-se abaixo dois enunciados da Lei de Arquimedes encontrados em livros didáticos, tanto para o ensino médio, quanto ao superior e que foram usados como referência para os alunos.

“Um corpo, total ou parcialmente, imerso em um fluido em equilíbrio recebe desse fluido uma força, vertical, de baixo para cima e com intensidade igual ao peso de fluido deslocado pela imersão do corpo, chamada empuxo” (PENTEADO, 2001).

“Todo corpo sólido mergulhado num fluido em equilíbrio recebe uma força de direção vertical e sentido de baixo para cima cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado” (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

Os enunciados supracitados deixam claro que o empuxo é uma força relacionada à submersão de um objeto em um fluido. Sendo o empuxo uma força, possui direção, sentido e intensidade. A direção desta força é vertical e o seu sentido é para cima. Logo, é relevante saber se o empuxo é igual ao peso do fluido por ele deslocado, pois dessa informação deve-se sair a conclusão se o objeto flutua ou afunda.

A Densidade e a Lei de flutuação

A Lei da flutuação é aceita cientificamente e utiliza como explicação para que um objeto venha a flutuar ou afundar quando imerso em um fluido à comparação entre suas respectivas densidades. Essa lei física utiliza a relação entre massa e volume do objeto colocado na água para determinar seu comportamento (flutuar ou não).

De forma simples, basta estabelecer o quociente (densidade) entre essas duas características do objeto mergulhado e comparar à densidade do líquido para se determinar se o objeto flutua ou afunda. De forma que, se um objeto for colocado num recipiente com um fluido, pode-se observar as seguintes situações:

1. Se a densidade do líquido for menor que a densidade do objeto ($d_L < d_c$), o corpo vai afundar no líquido. Implicitamente, o empuxo é menor que o peso ($E < P$);
2. Se a densidade do líquido for maior que a densidade do objeto ($d_L > d_c$), o corpo vai flutuar no líquido. Implicitamente, o empuxo é maior que o peso ($E > P$);

3. Se a densidade do líquido for igual a densidade do objeto ($d_L = d_c$), o corpo vai permanecer totalmente imerso e em equilíbrio em qualquer posição no interior do líquido. Implicitamente, o empuxo é igual que o peso ($E = P$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações em relação a essa atividade foram vivenciadas no decorrer de toda a aplicação da proposta didática para ensino aprendizagem de aspectos relacionados aos conceitos da flutuação dos corpos. Nas duas primeiras aulas foi iniciado um diálogo com os estudantes tentando despertar a curiosidade, assim como, sondar um pouco do conhecimento prévio dos mesmos.

A pergunta norteadora do trabalho “*Por que os corpos flutuam?*” foi lançada para todos os alunos pela professora tentando provocar a elaboração de explicações para os fenômenos que estavam próximos a observar sobre a temática em questão. Os alunos tiveram liberdade para responder o que acreditavam ser a razão de flutuação de objetos sem a interferência da professora.

Essa investigação foi oportuna por diagnosticar e refletir sobre os conhecimentos prévios dos alunos sobre o Empuxo, densidade do corpo e fluído e a lei de flutuação dos corpos (Princípio de Arquimedes). Então a professora deu continuidade à problematização, dizendo:

P: Hoje nós vamos fazer um experimento e vamos utilizar estes objetos (pedra, prego, folha, borracha, liga, alfinete, esponja, pedaço de madeira, etc...e um recipiente com água) para nossas investigações. E vocês devem preencher essa tabela com os nomes dos objetos e marcarem com um x quais vocês acreditam que flutuam ou não antes de colocarem na água. Também devem discutir entre vocês a razão pelo qual cada um desses objetos flutuam ou não e colocarem na tabela. Entenderam o que vão fazer inicialmente?

Apresentado o problema, os alunos foram organizados em pequenos grupos para poderem começar manipular o aparato recebido e discutirem entre eles quais objetos eles acreditavam que flutuariam ou não. Além de, decidirem uma razão que eles acreditavam ser o motivo do objeto flutuar ou afundar. A estratégia utilizada pela maioria dos grupos foi de perguntar um a um qual objeto iria flutuar ou afundar e o que foi a escolha da maioria foi sendo registrado numa tabela semelhante à abaixo.

Tabela 1 . Tabela entregue aos grupos para seus registros.

Objeto	Antes da investigação			Resultado da investigação	
	Flutua	Não flutua	Por que?	Flutua	Não flutua

Percebeu-se o envolvimento de todos os alunos no diálogo acerca da flutuação ou não dos objetos, assim como, a discordância em relação a flutuação ou não dos mesmos. Isso foi o que se observou nessa fala transcrita abaixo de um dos grupos em relação ao objeto alfinete.

A1: e o alfinete afunda ou flutua?

A2: afunda, é de ferro não?

A3: mas é leve, então será que não vai flutuar?(rsrsrs)

A2: é leve, mas vai afundar;

A4: mesmo sendo leve, mas acho que tem também a questão do que é feito.

Os alunos formularam hipóteses do que podia ocorrer e forneceram explicações a respeito das razões que acreditavam sobre a flutuação ou não de objetos. Parte dos registros nas tabelas desse momento de investigação experimental nos grupos em relação há alguns objetos é apresentado a seguir:

Objeto “folha”: *É leve, então flutua.*

Objeto “prego”: *vai afundar “porque é ferro”; “é pesado”.*

Objeto “alfinete”: *“é leve, mas vai afundar”; “o alfinete é ferro e é leve, mas ele vai afundar eu acho;*

Objeto “pedra”: *vai afundar “porque é pesado”; “é pesado vai afundar.*

Objeto “pedaço de madeira”: *“é pesado vai afundar”; “flutua porque barco flutua é e de madeira”; “tem haver com a densidade”; “não sei por que flutua”.*

É explícito que as explicações do senso comum dos alunos sobre flutuação basicamente relacionaram-se ao peso dos objetos. Em alguns objetos foram incluídos o tamanho, o formato, o material e apenas um grupo colocou a densidade para explicar a razão em um objeto, contudo, não sabiam explicar detalhes.

Os estudantes tiveram oportunidades para partilhar suas ideias em seus pequenos grupos e defenderem e explicarem seus pontos de vista, procedimento que estimula a aprendizagem. Foi proporcionado aos alunos condições de trazerem seus conhecimentos prévios de forma interativa para construir novos conhecimentos.

Nesse momento da atividade as hipóteses levantadas e testadas experimentalmente pelos alunos são mais importantes do que propriamente o conceito que se quer ensinar. Não há neste momento na fala da professora uma linguagem de cunho científico. E o papel da professora neste momento foi de apenas verificar se os alunos compreenderam o problema proposto e deixá-los manipular o aparato.

Após esse momento de registro, os alunos colocaram os objetos um a um na água e observaram os seus comportamentos e constataram se eles afundavam ou flutuavam. Após essa constatação os alunos voltaram à tabela para comparar se suas previsões eram coerente às observações. Deixando registrado na tabela a constatação do que foi observado em relação ao comportamento do objeto.

Para o segundo momento os alunos receberam textos que continham as duas explicações científicas à cerca do fenômeno da flutuação abordadas nos livros didáticos: o Princípio de Arquimedes, que trabalha com conceito de empuxo e a Lei de flutuação dos corpos, que emprega o conceito de densidade. Os alunos foram orientados a lerem os textos nos pequenos grupos, grifarem as informações que julgassem relevantes, e discutirem entre eles essas informações.

Briccia (2017, p. 123) ressalta que nesse momento o papel do professor é muito importante para promover observações, relações com outros conhecimentos e com a tecnologia, avaliar a aprendizagem e a construção de explicações pelos estudantes.

Com a leitura dos textos esperava-se propiciar uma iniciação ao questionamento da relevância dos modelos na Ciência, assim como, que os alunos pudessem identificar qual teoria mais se aproximava de suas explicações. Nessa aula, a professora centralizou a discussão nas explicações científicas abordadas nos textos entregues aos alunos.

Quanto à avaliação da compreensão valeu-se da averiguação das respostas orais dadas pelos grupos no que tange aos dois modelos teóricos abordados, e outros, ainda, por meio de questões dissertativas que foram respondidas pelos grupos:

1. Quais explicações científicas os textos trazem para o fenômeno da flutuação de objetos?
2. Como poderia ser explicado o fenômeno da flutuação pela teoria do Empuxo?
3. O que é propriamente chamado de Empuxo?
4. Como poderia ser explicado o fenômeno da flutuação pela teoria da Densidade?
5. Quais propriedades são relevantes na flutuação de objetos na teoria da Lei de flutuação dos corpos?

Essas argumentações dos textos almejavam essencialmente mostrar aos alunos as dimensões e abrangências do fenômeno físico em estudo, bem como da importância de se apreciar as teorias que abordam o tema para compreender outras situações. Os alunos foram provocados a refletirem de forma investigativa sobre as variáveis relevantes do fenômeno científico da flutuação de corpos.

As construções de explicações científicas foram iniciadas com a leitura dos textos em grupos e formalizadas com as intervenções da professora. Nas construções compartilhadas no grupo maior após a leitura e discussões nos grupos menores, a professora deixou claro a importância do peso total, assim como a relação entre a massa e o volume do objeto como propriedades básicas para a flutuação. Procurando enfatizar como a ciência descreve as explicações dadas ao fenômeno, sem preocupar-se com os aspectos matemáticos que o expressam.

➤ **Olhando alguns momentos em sala de aula a partir do *VPython***

O aprofundamento do conhecimento a partir do *VPython* favoreceram a participação ativa dos alunos e reflexão sobre a relevância da conexão entre pensar, sentir e fazer. Nessa simulação, os alunos no *VPython* puderam interagir com o programa atribuindo valores diferentes para as densidades do corpo, ou deixar fixo os valores da densidade do fluido ou vice-versa.

Na simulação o vetor (red) representa o empuxo, enquanto o vetor (white) representa o peso. E no momento em que o corpo parar, caso de equilíbrio os vetores são representados. Essa aplicação ocorreu em duas aulas e os alunos foram estimulados a observarem algumas situações distintas.

Antes de apresentar a simulação aos alunos a professora destacou que a simulação traz algumas simplificações que foram assumidas na sua construção. Acrescentou que não é a vivência fiel da realidade de fato, ressaltando limitações como: a viscosidade do fluido, a profundidade atingida pelo corpo, a inércia ao entrar no líquido e a não variação dos vetores durante a queda.

✓ **Primeira situação:** Deixar o valor da densidade do corpo menor que o valor da densidade do fluido.

Antes da visualização dessa primeira situação da simulação no *VPython* foi iniciado um diálogo com os alunos visando perceber se os modelos teóricos de

flutuação de objetos estava claro para os mesmos. Estes são alguns exemplos de falas desse diálogo dos alunos da turma com a professora.

P: Como vocês acreditam que o bloco irá se comportar mantendo a densidade do bloco menor que o valor da densidade do líquido? Ele vai flutuar ou afundar?

Alunos: Vai flutuar.

P: Por que irá flutuar?

A1: Pela lei da flutuação se a densidade do objeto for menor ele flutua.

A2: Vai flutuar porque a densidade do bloco é menor;

A3: A densidade do líquido vai ser maior que a do bloco, então vai flutuar.

A4: ele vai boiar porque a densidade dele é menor que a da água.

Essa parte da transcrição apresenta os alunos como participantes intelectualmente ativos. Foi possível perceber os alunos expondo compreensão dos conceitos abordados nos textos lidos e discutidos na aula anterior. Também é evidente que na ideia dos alunos o bloco estaria flutuando. Nas respostas acima elencadas, os alunos se expressam de forma cientificamente coesa, atribuindo a condição de flutuação à relação entre as densidades.

Em continuidade os alunos puderam colocar valores para a densidade do bloco e para a densidade do líquido na linguagem de programação da simulação. Contudo, sendo orientados a colocar o valor da densidade do corpo menor que o valor da densidade do líquido. Depois, mandaram executar a simulação para poder visualizar o comportamento descrito pelo bloco conforme é possível verificar nas figuras 4 e 5.

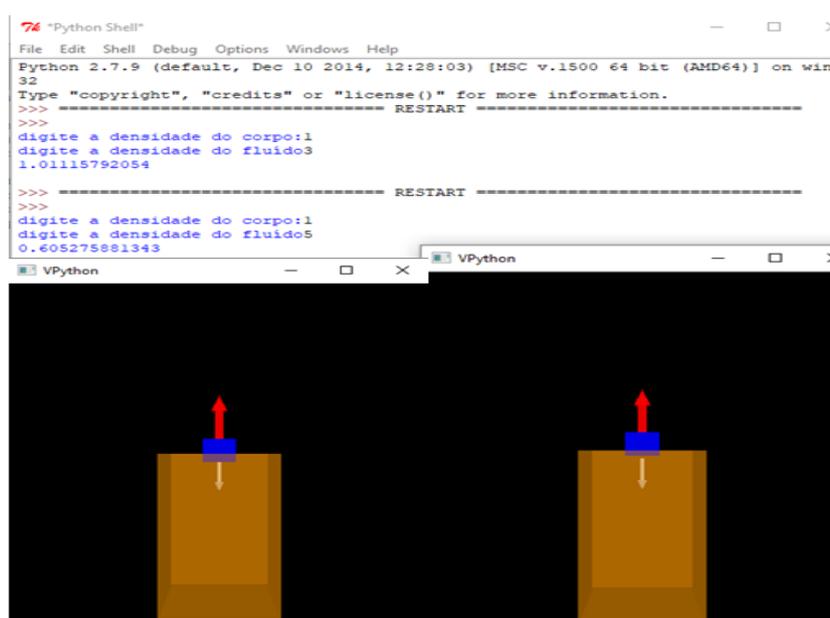


Figura 4. Densidade do bloco menor que a do líquido.



Figura 5. Densidade do bloco menor que a do líquido.

Ao visualizar a simulação após a execução da linguagem de programação os alunos continuam empolgados, trocando ideias e conversando entre si.

A1: flutuando, aê;

A2: está flutuando;

A3: então quer dizer professora que o empuxo da água nesse caso foi maior que o peso do bloco, é isso?

P: sim, é isso.

A3: olha que legal, quando aumentamos a densidade do fluído o bloco subiu mais um pouco para a superfície da água.

Aqui, a afirmação na fala do aluno A3 merece destaque, pois, deixa claro seu reconhecimento da influência do valor da densidade na relação da ascensão do bloco no fluído.

✓ **Segunda situação:** Deixar o valor da densidade do corpo e do fluído iguais.

O mesmo procedimento do diálogo foi adotado com os alunos antes da visualização dessa segunda situação da simulação no *VPython*. As transcrições abaixo mostram parte do diálogo ocorrido com os alunos antes da visualização dessa situação da simulação no *VPython*.

P: Como vocês acreditam que o bloco irá se comportar agora nessa situação?

Alunos: Vai flutuar.

P: Como será essa flutuação?

A1: Eu acho que vai afundar um pouco, mas não até o fundo.

A2: Pela lei da flutuação eu acho que nesse caso o bloco vai ficar mergulhado dentro da água.

A3: Se as densidades forem iguais o bloco vai ficar totalmente mergulhado e parado dentro do líquido.

A4: professora, e nesse caso o empuxo vai ser igual ao peso?

P: sim, nesse caso o empuxo é igual ao peso. Coloquem valores iguais para as densidades e vejam como vai ser o comportamento do bloco no fluído.

Nota-se a compreensão dos alunos de que o bloco de alguma forma estaria flutuando, mas, imerso totalmente na água. Observa-se também uma transformação na linguagem utilizada pelos alunos que é direcionada as variáveis envolvidas no fenômeno observado e na de relação de interação entre elas.

Após esse diálogo, em continuidade os alunos colocaram valores para a densidade do bloco e para a densidade do líquido na programação da simulação. A figura 6 apresenta a execução da linguagem de programação orientada para essa segunda situação da simulação.

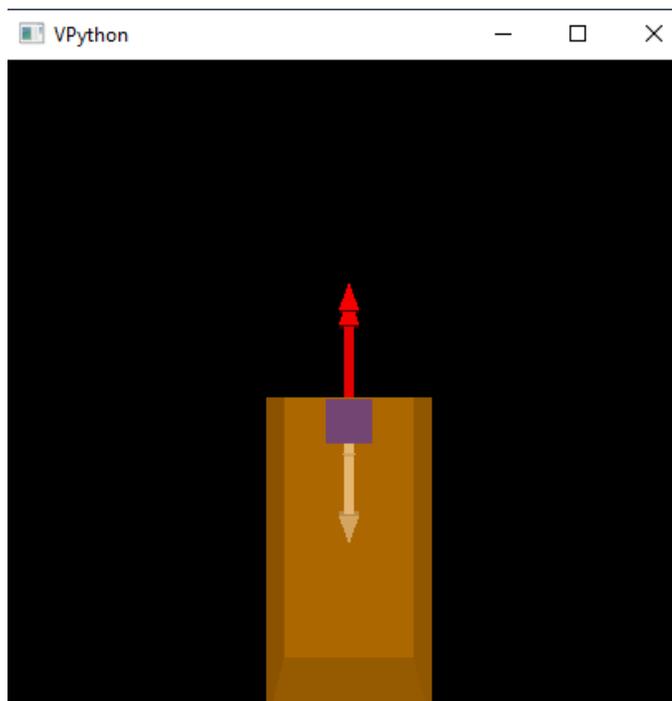


Figura 6. Densidade do bloco e do líquido iguais.

✓ **Terceira situação:** Deixar o valor da densidade do corpo maior que a densidade do fluído.

Antes da visualização, novamente foi verificado com os alunos o que esperavam que aconteceria ao bloco diante desta nova situação apresentada.

P: E agora como o bloco irá se comportar nessa situação?

A1: Agora vai afundar.

A2: Vai afundar professora até o fundo.

A3: A lei da flutuação diz que vai afundar até o fundo.

A4: O peso do bloco vai ser maior que o empuxo do líquido.

P: sim, nesse caso o empuxo é menor que o peso. Vamos, observar a simulação, coloquem valores para as densidades e vejam como vai ser o comportamento do bloco no fluído nessa situação.

Percebe-se nas falas elencadas acima, a compreensão dos alunos de que o bloco nessa situação de densidade maior que a densidade do líquido iria afundar no líquido. O aluno 3 destaca a lei da flutuação para justificar sua resposta e o aluno 4 ressalta o Princípio de Arquimedes.

Abib (2017, p. 100) ressalta que o ensino estruturado num ambiente de sala de aula, que muitas vezes inclui a observação, experimentação e a discussão sobre os fenômenos estudados fomenta a possibilidade do aluno de elaborar compreensões mais adequadas e próximas das explicações científicas.

Na figura 7 é possível verificar a apresentação da execução da linguagem de programação orientada para essa terceira situação da simulação.

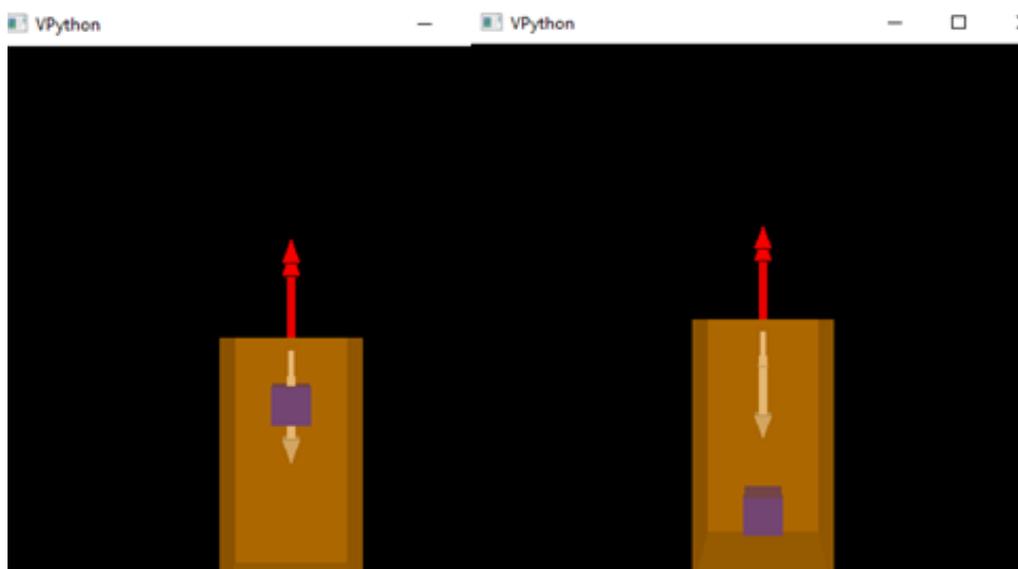


Figura 7. Densidade do bloco maior que a do líquido.

Após a execução da linguagem de programação ao visualizar a simulação os alunos interagem entre si conforme pode-se verificar nas falas transcritas abaixo.

A1: está afundando;

A2: o empuxo da água nesse caso foi menor que o peso do bloco.

A3: afundou...a densidade do bloco maior, faz o peso também ser maior.

Esse diálogo aponta que os conceitos abordados e apreendidos são apresentados nas falas dos alunos não como processos voltados simplesmente a memorização de fatos, nomes, leis científicas, mas de um processo de reorganização de ideias visando proporcionar condições para uma aproximação entre os estudantes e os conceitos científicos (ABIB, 2017, p.100).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na investigação de novas estratégias para obter resultados significativos no processo de ensino aprendizagem, as tecnologias tem um papel importante na metodologia didática, pois em muitos casos possibilitam variações de problemas no ambiente escolar.

Ao longo da aplicação desta atividade percebeu-se que a utilização de simulações do *VPython* no contexto escolar tem uma alta potencialidade para a aprendizagem de física. Este trabalho visa contribuir ao corpo da literatura científica sobre o assunto, na tentativa de levantar reflexões sobre a utilização do *VPython*, com ênfase no ensino de física.

Na aplicação desta simples vivência de proposta didática não se imaginou em momento algum que pudesse induzir todos os alunos a construir todos os conceitos científicos envolvendo a teoria da flutuação relacionada a simulação, mas sim que, a influência mútua com os colegas e com a professora, pudesse aventurar a repensar suas concepções prévias.

Desse modo, foi possível verificar que alguns alunos alcançaram níveis mais profundo de aprendizagem, assim como, de aprimoramento das respostas, não examinados no início da atividade proposta. Percebeu-se um grande agitação e curiosidade nos alunos, durante a alteração das variáveis na linguagem de programação proposta para essa simulação.

O papel da professora foi o de construir com os alunos essa passagem do saber habitual para o saber científico através da investigação e do próprio questionamento à

cerca do fenômeno. Além de, instigar o aluno a perceber que o conhecimento científico se dá através de uma construção.

De forma implícita, a realização de simulações usando o VPython modifica de uma forma profunda as possibilidades de uma vivência escolar mais significativa para o estudante, além disso, amplia o papel da ação docente como mediador na exploração da linguagem gráfica e das diversas formas de representação de dados e conceitos em detrimento da simples transmissão de informações.

REFERÊNCIAS

ABIB, M. L. V. S. **Porque os objetos flutuam? Três versões de diálogos entre as explicações das crianças e as explicações científicas.** In: CARVALHO, A. M. P.; (Org). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2017, p. 96-99.

ALMEIDA, Maria Elizabeth de. **ProInfo: Informática e formação de professores.** Secretaria de Educação a Distância. Volume 1. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000.

ANDRADE, M. E. **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: Aplicações práticas para o ensino de física.** São Paulo. Editora Livraria da Física, 2016.

ARAUJO, I. S. e VEIT, E. A. (2011). **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 4 (3). Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4069>.

AZEVEDO, M. C. P. S. A. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: CARVALHO. A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências, unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Ed. CENGAGE, p. 19-33, 2010.

BRICCIA, Viviane. **Sobre a natureza da Ciência e o ensino.** In: CARVALHO. A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Ed. CENGAGE, p. 111-128, 2017.

CAPECCHI, M. C. M. **Problematização no ensino de Ciências.** In: CARVALHO. A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Ed. CENGAGE, p. 21-39, 2017.

CARVALHO, A. M. P. **Critérios estruturantes para o ensino das ciências.** In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências, unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Ed. CENGAGE, p. 19-33, 2010.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS C. F. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física.** *Revista Brasileira no Ensino Física*, 2002, vol.24, n.2, pp.77-86.

PENTEADO, P. C. **Física: conceitos e aplicações.** v.1. São Paulo: Moderna, 2001.

RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física.** v.1, 9ed. São Paulo: Moderna, 2007.

YAMAMOTO, Issao; BARBETA, Vagner Bernal. **Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física.** 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v23n2/v23n2a13.pdf>.