



DAYSON DE MELLO SILVA

História da ciência em sala de aula: Uma proposta para a abordagem do desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica

Maringá
Novembro 2016



DAYSON DE MELLO SILVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Jusmar Valentin Bellini

Maringá
Novembro 2016

História da ciência em sala de aula: Uma proposta para a abordagem do desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica

DAYSON DE MELLO SILVA

Orientador:
Prof. Dr. Jusmar Valentin Bellini

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Maringá
Novembro 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S586h Silva, Dayson de Mello
História da ciência em sala de aula: uma proposta para a abordagem do desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica / Dayson de Mello Silva. - - Maringá, 2016.
137 f. : il., color., figs.

Orientador: Prof. Dr. Jusmar Valentin Bellini.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Física, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2016.

1. História da Ciência. 2. História e epistemologia da ciência. 3. Pressão atmosférica. 4. Ensino de Física - Análise histórica. I. Bellini, Jusmar Valentin, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Departamento de Física. Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. III. Título.

CDD 22. ed. 536.71

MGC-001738

- À minha mulher, pelo apoio e dedicação
- Ao meu orientador pela paciência e sábios conselhos
- Aos meus amigos, pelos momentos de descontração
- À CAPES pelo apoio financeiro
- Aos secretários Paulo Roberto e Tatiana pelos serviços da secretaria do Mestrado Profissional (MNPEF-DFI-UEM).

RESUMO

História da ciência em sala de aula: Uma proposta para a abordagem do desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica

DAYSON DE MELLO SILVA

Orientador:

Prof. Dr. Jusmar Valentin Bellini

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo UEM (MNPEF/UEM), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

O presente trabalho propõe a utilização da história da ciência em sala de aula como ferramenta facilitadora na construção do conhecimento por parte dos alunos. Comentamos a atual situação do ensino de Física e daí passamos à importância de um ensino de física contextualizado em sua história. O trabalho faz também uma relação entre a utilização da história da ciência com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Para aplicação da metodologia histórica foi criado um produto educacional, que se trata de uma apostila contendo o recorte histórico referente ao estabelecimento do peso do ar e de pressão atmosférica. A apostila fornece material histórico referente a transição do pensamento Aristotélico do horror ao vazio em favor de uma teoria fundada em experimentos e processo de medida. Para tanto, foi feito o acompanhamento das contribuições de quatro grandes cientistas: Evangelista Torricelli, Blaise Pascal, Otto Von Guericke e Robert Boyle. O material histórico foi aplicado aos alunos em sala de aula fazendo-se uso de slides, vídeos e de um aplicativo que simula a dependência da pressão em função do volume ocupado por um gás. Todo esse conteúdo se encontra disponibilizado em um blog, criado para facilitar o acesso ao produto gerado. Os resultados da metodologia aplicada foram bastante satisfatórios, sendo que a grande maioria dos alunos obteve um crescimento bastante considerável.

Palavras-chave: História da Ciência, Pressão atmosférica, Peso do ar

Maringá
Novembro 2016

ABSTRACT

History of science in the classroom: A proposal to approach the development of the concepts of air weight and atmospheric pressure

DAYSON DE MELLO SILVA

Orientador:

Prof. Dr. Jusmar Valentin Bellini

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM (MNPEF/UEM), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The present work proposes the use of science history in the classroom as a tool facilitating the construction of knowledge by students. We comment on the current situation of Physics teaching and then we move to the importance of a physics education contextualized in its history. The work also makes a link between the use of science history with the theory of meaningful learning of Ausubel. For the application of this historical methodology, an educational product was created, that consists in an apostille containing the historical period related to the establishment of the air weight and atmospheric pressure. The apostille provides historical material concerning the transition from Aristotelian thought the horror of emptiness in favor of a theory founded on experiments and measurement process. To that end, it made the monitoring of contributions from four major scientists: Evangelista Torricelli, Blaise Pascal, Otto von Guericke and Robert Boyle. The historical material was applied to the students in the classroom by making use of slides, videos and an application that simulates the dependence of the pressure and volume occupied by a gas. All this content is available on a blog, created to facilitate access to the generated product. The results of the methodology applied were quite satisfactory, and the vast majority of students obtained a considerable growth.

Keywords: Science history, Atmospheric pression, Air weight

Maringá
Novembro 2016

Sumário

1. Introdução.....	9
2. A necessidade de uma Física contextualizada em sua história.....	11
2.1 O ensino de Física nos dias de hoje.....	11
2.2 A história da ciência em sala de aula.....	13
2.3 História da ciência e a teoria da aprendizagem significativa.....	14
2.4 Revisão da literatura.....	18
3. O produto educacional e sua aplicação.....	19
3.1 O produto educacional.....	19
3.1.1 <i>Apostila com material histórico</i>	19
3.1.2 <i>Apresentação de slides e aplicativo</i>	19
3.1.3 <i>Blog</i>	19
3.2 Aplicação.....	20
3.2.1 <i>Apresentação da metodologia</i>	20
3.2.2 <i>Aplicação da avaliação diagnóstica (pré-teste)</i>	20
3.2.3 <i>Aplicação da sequência histórica</i>	21
4. Apresentação e discussão dos resultados.....	24
4.1 Apresentação.....	24
4.2 Discussão.....	25
5. Conclusão.....	29
Referências.....	31
Apêndices.....	33
Apostila.....	33
Testes dos alunos.....	79
Informações adicionais.....	137

1. Introdução

Grandes são os desafios para se alcançar um ensino de qualidade, o tradicionalismo imperante atualmente em nossas salas de aula já foi, por diversas vezes, posto em xeque quanto a sua capacidade de proporcionar, de forma eficaz, a construção do conhecimento por parte dos alunos. Novas estratégias e metodologias são necessárias para complementar o ensino como está posto, nessa vertente, o presente trabalho propõe a utilização da história da ciência como ferramenta auxiliadora e facilitadora no processo de construção do conhecimento. A proposta é, portanto, no sentido de complementar o ensino de física e não o de substituir a forma que é feita, tendo em vista que, para que uma mudança geral ocorra, seria necessária uma mudança geral, de cima para baixo, por exemplo, na maneira como os conteúdos são cobrados em concursos vestibulares e afins.

A fim de aplicarmos essa proposta, de utilização da história da ciência, foi escolhido o recorte histórico que trata do estabelecimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica, partindo inicialmente, das concepções aristotélicas e atomistas quanto ao tema. A escolha do recorte histórico se deu devido ao pouco material existente, principalmente em língua portuguesa, que trate de modo satisfatório essa grande mudança de paradigma, que sem dúvida, representou o pontapé inicial para o desenvolvimento da termodinâmica e da mecânica dos fluídos. A reunião do material histórico se deu a partir de uma grande revisão bibliográfica em livros e artigos científicos de modo a montar um quadro geral, panorâmico, de como se deu essa grande mudança de paradigma. A revisão bibliográfica realizada, deu origem a um produto, que se trata de uma pequena apostila contendo o material histórico relacionado ao tema proposto. A ideia aqui, é de aplicar esse material histórico aos alunos a fim de avaliar o crescimento dos mesmos após a metodologia aplicada, podendo assim, avaliar a eficácia de uma abordagem histórica na aquisição de conceitos.

A utilização da história da ciência em sala de aula, aqui proposta, possui grande potencial em apresentar aos alunos como se dá a construção do conhecimento científico, segundo MARTINS (2006, p.24):

O estudo detalhado de alguns episódios da história da ciência é insubstituível, na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências, suas limitações, suas relações com outros domínios. Esses episódios podem mostrar grandes sucessos e também grandes fracassos do esforço humano para compreender a natureza; a contribuição titânica de alguns cientistas, acompanhada no entanto por alguns erros gigantescos das mesmas pessoas; o papel de uma multidão de pesquisadores obscuros no desenvolvimento de importantes aspectos das ciências; o processo gradual de formação de teorias, modelos, conceitos e do próprio método científico; a existência de teorias alternativas, de controvérsias, de revoluções que

lançam por terra concepções que eram aceitas (por bons motivos) durante muito tempo; a permanência de dúvidas mesmo com relação a teorias bem corroboradas; a influência de concepções filosóficas, religiosas e o papel da tradição e de preconceitos injustificados no desenvolvimento das ciências; e muitos outros aspectos da dinâmica da ciência.

Ainda segundo MARTINS (2006, p.25), “ *Além de poder ajudar a transmitir uma visão mais adequada sobre a natureza da ciência, a história das ciências pode auxiliar no próprio aprendizado dos conteúdos científicos*”.

Passaremos então, a seguir, a discutir a atual situação dentro de sala de aula e as possibilidades que se abrem através de uma abordagem histórica. Apresentaremos o produto educacional gerado e os resultados obtidos através da aplicação do mesmo em sala de aula.

2. A necessidade de um ensino de Física contextualizado em sua história

2.1 O ensino de Física nos dias de hoje

O ensino de física nos dias de hoje, em sua maioria, está fortemente ligado a apresentação de expressões matemáticas. Se pararmos para perguntar a um aluno de ensino médio o que ele entende, por exemplo, sobre eletromagnetismo, ele rapidamente lhe apresentará uma expressão matemática que tem utilizado nas aulas para resolução de exercícios, sabe-se disso pois a experiência foi feita. Ao questionar a esses mesmos alunos se sabem como foi obtida experimentalmente a expressão, com qual conceito físico ela está relacionada, em qual contexto histórico foi obtida, quanto tempo levou para seu desenvolvimento completo, como se encaixa essa expressão na explicação de fenômenos que ele observa em seu dia a dia, quem foram os responsáveis pelo desenvolvimento experimental e teórico que culminou na obtenção dessa expressão, a essas questões os alunos não tem resposta. Alunos têm sido educados para resolver problemas matemáticos e não para serem conhecedores de ciência, não sabem do que se trata o método científico.

A respeito dessa separação de saberes, é representativa uma passagem do *De corporis humani Fabrica*, de Andrea Vesalio, escrito em 1543, que mostra o grau de separação a que haviam chegado a ciência e a técnica na primeira metade do século XVI. A passagem diz:

Depois das invasões bárbaras, todas as ciências, que antes haviam gloriosamente florescido e sido praticadas a rigor, arruinaram-se. Naquele tempo, e antes de mais nada na Itália, os doutores da moda, imitando os antigos romanos, começaram a desprezar a obra da mão. Confiavam aos escravos os cuidados manuais que julgavam necessários a seus pacientes e pessoalmente limitavam-se a supervisionar. [...] O sistema para cozinhar e preparar os alimentos para os doentes foi deixado aos enfermeiros, a dosagem dos remédios aos farmacêuticos, as operações manuais aos barbeiros. Assim, com o passar do tempo [...] certos doutores, proclamando-se médicos arrogaram-se pessoalmente a prescrição dos remédios e dietas para obscuras doenças, e abandonaram o resto da medicina aos que chamavam de cirurgiões e consideravam apenas escravos. Infelizmente, dessa forma, afastaram de si o ramo mais importante e mais antigo da arte médica, aquele que (admitindo-se que realmente exista um outro) se baseia sobretudo na investigação da natureza. [...] Quando todo o procedimento da operação manual foi confiado aos barbeiros, os doutores não só perderam rapidamente o verdadeiro conhecimento das vísceras, como também rapidamente terminou a prática anatômica. Isso, sem dúvida, decorreu do fato de que os doutores não se arriscavam a operar, ao passo que aqueles a quem era confiado tal encargo eram ignorantes demais para ler os escritos dos mestres de anatomia. [...] Assim aconteceu que essa deplorável divisão da arte médica introduziu em nossas escolas o odioso sistema ora em voga, com o qual alguém realiza a dissecação do corpo humano e outro descreve suas partes. Este último está encarapitado num alto púlpito como uma gralha e, com modos muito desdenhosos, repete até à monotonia notícias sobre fatos que ele não observou diretamente, mas decorou dos livros de outros ou dos quais tem uma descrição diante dos olhos. O dissecador, ignorando a arte do falar, não está à altura de explicar a demonstração que deveria se seguir às explicações do médico, enquanto o médico nunca põe as mãos ao trabalho, mas dirige desdenhosamente a nau com a ajuda do manual, e fala.

Assim, cada coisa é mal ensinada, perdem-se os dias com questões absurdas e ensina-se confusamente aos estudantes menos do que um açougueiro, do seu balcão, poderia ensinar ao doutor. (ROSSI apud DANHONI NEVES, 1989)

A citação mostra o que acontecia na época devido a essa grande divisão de conhecimentos dentro de uma mesma ciência. Segundo DANHONI NEVES (1998, p. 75) vivemos “um esquecimento completo das origens da ciência, de sua história, de suas inúmeras possibilidades, de seus erros e de suas contingências”. Kuhn, a respeito disso, escreve:

As coleções de ‘textos originais’ têm um papel limitado na educação científica. Igualmente, o estudante de ciência não é encorajado a ler os clássicos de história do seu campo - obras onde poderia encontrar outras maneiras de olhar as questões discutidas nos textos, mas onde também poderia encontrar problemas, conceitos e soluções padronizadas que a sua futura profissão há muito pôs de lado e substituiu. Whitehead apreendeu esse aspecto bastante específico das ciências quando escreveu algures: ‘uma ciência que hesita em esquecer os seus fundamentos está perdida’.”(KUNH apud DANHONI NEVES, 1998)

A partir da citação acima percebe-se que essa segmentação no ensino das ciências a muito havia sido percebida e identificada como um problema, no entanto, ainda nos dias de hoje vemos muito pouco sendo feito para reverter esse quadro. Os livros didáticos nada trazem a respeito de como os conceitos abordados foram construídos ou de onde vieram, quando apresentam alguma informação histórica a trazem destacadas do texto principal, de forma pobre e desconexa, sem atrativo, apresentado como de forma banal e secundária.

O ensino de Física não está posto dessa maneira por acaso, afinal de contas o que importa para os pais de nossos alunos é que seus filhos sejam aprovados no vestibular, se para isso precisem apenas decorar expressões e resolver problemas, que assim seja. É necessário desconstruir essa ideologia, a proposta de um ensino de física contextualizado em sua história não vem para substituir a forma de ensino como está posta, vem no sentido de complementá-la, tornar o aprendizado do aluno significativo.

2.2 A história da ciência em sala de aula

A história das Física não pode substituir o ensino comum de Física, mas pode complementá-lo de diversas formas, relacionado a isso, segundo MARTINS:

O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade[...]O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite perceber o processo social (coletivo) e

gradativo da construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações – o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmistificação do conhecimento científico, sem no entanto negar seu valor. A ciência não brota pronta, na cabeça de ‘grandes gênios’ (MARTINS, 2006)

Percebe-se, do trecho acima, a importância atribuída pelo autor aos processos de construção da ciência, a necessidade de apresentar aos alunos não os resultados obtidos pela ciência, mas sim seu processo de construção gradual. É importante para os alunos entender os erros cometidos pela ciência na explicação dos fenômenos e como esses erros foram corrigidos, como ciência e sociedade caminham de mãos dadas e como os problemas encontrados na sociedade por muitas vezes direcionam os caminhos tomados na pesquisa científica. É interessante para os alunos entender como se pensava antigamente com relação ao conceito que está sendo estudado, por muitas vezes as concepções que se tinham na antiguidade podem coincidir com o que os próprios alunos pensam acerca de determinado fenômeno.

Traçar um caminho com os alunos de como um conceito vai gradativamente sendo substituído por outro melhor formulado, mostrando como a ciência vai contornando problemas que vão surgindo, como são idealizados experimentos para comprovar ideias pode ajudar os alunos através de seus próprios processos cognitivos a construir o conhecimento acerca do tema abordado.

Alunos tem assimilado o que é física de maneira incompleta, relacionando a disciplina sempre com a realização de cálculos e utilização de expressões matemáticas que na grande maioria das vezes não lhes têm significado algum, não aprendem relacionar a linguagem matemática com o real, não entendem o significado do que fazem, por vezes pedem ao professor que lhes “dê logo a fórmula”, não foram apresentados a um ensino que priorize a compreensão do fenômeno e de como o problema foi atacado e solucionado quando surgiu a muito tempo atrás. Estudam ciência como se ela fosse algo pronto e imutável e que surgiu da maneira que é. A respeito da utilização da história e filosofia da ciência, segundo Matthews:

[...]podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas[...] (MATTHEWS, 1992)

Ainda sobre a utilização da história da ciência em sala de aula, segundo as diretrizes curriculares do estado do Paraná:

A História da Ciência faz parte de um quadro amplo que é a História da Humanidade e, por isso, é capaz de mostrar a evolução das ideias e conceitos nas diversas áreas do conhecimento. Em Física, essa evolução traçou um caminho pouco linear, repleto de erros e acertos, de avanços e retrocessos típicos de um objeto essencialmente humano, que é a produção científica. Essa história deve, também, mostrar a não-neutralidade da produção científica, suas relações externas, sua interdependência com os sistemas produtivos, enfim, os aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais desta ciência. O que se propõe é que o professor agregue, ao planejamento de suas aulas, a História da Ciência, para contextualizar a produção do conhecimento em estudo. (DCE Física, p.69)

Notamos uma tomada de conhecimento por parte do poder público com relação a importância da contextualização histórica nas aulas de Física. Precisamos agora de docentes interessados e dispostos a encarar esse desafio.

2.3 História da ciência e a teoria da aprendizagem significativa

O referencial teórico do presente estudo é a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. É importante destacar, inicialmente, que devido aos limites do presente texto pontuar-se-á apenas aspectos essenciais dessa teoria, necessários para analisar e discutir os resultados aqui apresentados.

“A aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e os novos significados, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa.” Esta aprendizagem ocorre na medida em que uma determinada ideia, ao ser aprendida, relaciona-se de forma não-arbitrária e não-literal a alguns conhecimentos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. (AUSUBEL et al., 1980, p. 34; AUSUBEL, 1968, p. 38-9). Os conhecimentos relevantes da estrutura cognitiva, que servem de ancoradouro para a nova informação, são denominados subsunçores. Sendo assim, quando o aluno se depara com um material de aprendizagem, para assimilá-lo significativamente é necessário que ele tenha subsunçores disponíveis em sua estrutura cognitiva. Caso não haja subsunçores para o material de aprendizagem se apoiar, não será possível a aprendizagem significativa. Um exemplo disso é a memorização automática de definições, conceitos ou proposições. Por exemplo, um aluno pode aprender a lei de Ohm, que afirma que a diferença de potencial (voltagem) é diretamente proporcional a corrente elétrica em um circuito. Entretanto, para que essa proposição seja aprendida significativamente o estudante precisa ter o significado dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica e das relações de proporcionalidade em sua estrutura de conhecimentos, caso contrário será possível apenas a aprendizagem mecânica

(memorização) do conteúdo. Além disso, é preciso que o aluno esteja disposto a aprender e busque relacionar tais conceitos tal como estão expressos na lei de Ohm. (AUSUBEL et al., 1980, p. 35). A teoria de Ausubel ressalta a importância das tarefas de ensino, às quais é conferido um potencial significativo. Há dois fatores que determinam o potencial significativo da tarefa de ensino: i) a natureza do assunto, que deve ser suficientemente não-arbitrário e não-aleatório, permitindo, desta forma, que ele estabeleça uma relação não arbitrária e não-litera com informações correspondentemente relevantes localizadas no domínio da capacidade intelectual humana; ii) a estrutura cognitiva de cada aluno, pois a aquisição de significados se dá em cada indivíduo, e desta forma, não é suficiente que o conteúdo ministrado seja somente relacionável a ideias relevantes que a maioria dos seres humanos pode adquirir, é preciso que cada aprendiz tenha estas ideias relevantes em sua estrutura cognitiva. (AUSUBEL et al., 1980, p.36-7).

A Teoria define algumas formas de aprendizagem significativa: i) na aprendizagem subordinativa derivativa, o novo conteúdo (a) é ligado a uma ideia mais geral (A) da estrutura cognitiva e representa um exemplo ou extensão de (A), nesta relação, os atributos essenciais do conceito (A) não sofrem alterações; ii) na aprendizagem subordinativa correlativa, o novo conteúdo (a) é ligado à ideia (A), mas agora ele é uma extensão, modificação ou qualificação de (A), nesta interação os atributos essenciais do conceito subordinado (A) podem ser ampliados ou modificados; iii) na aprendizagem superordenada, as ideias (a1), (a2) e (a3) da estrutura cognitiva são consideradas exemplos mais específicos do novo conteúdo (A) e passam a associar-se a ele, aqui, a ideia superordenada (A) passa a ser definida por um novo conjunto de atributos essenciais que abrange as ideias subordinativas; iv) na aprendizagem combinatória, o novo conteúdo (A) é relacionável às ideias existentes (B), (C) e (D), mas não é nem mais abrangente e nem mais específico do que elas, aqui, o novo conteúdo (A) tem alguns atributos essenciais em comum com as ideias preexistentes. (AUSUBEL et al., 1980, p. 57; AUSUBEL, 2003, p. 111). O resultado da interação entre o novo conteúdo potencialmente significativo e uma ideia presente na estrutura cognitiva é denominado assimilação, o que origina uma estrutura mais diferenciada, sendo que boa parte da aprendizagem significativa é fundamentalmente a assimilação dos novos conteúdos (AUSUBEL et al., 1980, p. 57-8).

Uma vez que a presença de subsunções na estrutura cognitiva é uma condição essencial para a aprendizagem significativa, a Teoria de Ausubel propõe uma estratégia para facilitar esta aprendizagem. A estratégia consiste na utilização de materiais introdutórios adequados, claros e estáveis denominados organizadores prévios. Estes são ministrados antes

do conteúdo de aprendizagem. O objetivo é fornecer subsunçores relevantes e aumentar a discriminação entre aquilo que o aluno já sabe e o conteúdo a ser aprendido. (AUSUBEL et al., 1980, p. 143; AUSUBEL, 2003, p. 66; MOREIRA; MASINI, 1982, p. 11). Os organizadores prévios devem ser apresentados em um nível de abstração mais elevado, de maior generalidade e inclusão do que o material a ser aprendido (AUSUBEL et al., 1980, p. 143; AUSUBEL, 2003, p. 66). Há algumas razões pelas quais se justifica a utilização de organizadores prévios: i) a importância de se ter ideias relevantes e apropriadas disponíveis na estrutura cognitiva, para a aprendizagem significativa; ii) as vantagens de utilizar conceitos mais gerais e inclusivos de uma disciplina como ideias de esteio ou subordinadores; iii) os próprios organizadores prévios tentam tanto identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e a ser relacionado com ele), como indicar a relevância deste conteúdo e sua própria relevância para o material de aprendizagem. (AUSUBEL et al., 1980, p. 144). Com isso, a principal função dos organizadores prévios é superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele deverá aprender – são úteis na medida em que funcionam como pontes cognitivas. Eles “permitem prover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem”. (MOREIRA, 1999, p. 155; MOREIRA; MASINI, 1982, p. 12).

Segundo Marco Antonio Moreira e Elcie F. Salzano Masini:

[...] aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceitos subsunçores* ou, simplesmente, *subsunçores (subsumers)*, existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre, quando a nova informação ancora-se em *conceitos relevantes* preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA E MASSINI, 1982, p.7)

Tem-se, da passagem acima, uma pequena definição de aprendizagem significativa e no que a mesma se baseia. Segundo a teoria de Ausubel, o processo central da aprendizagem significativa é a interação entre a estrutura cognitiva prévia do aluno e o material ou conteúdo de aprendizagem. Sobre isso:

Ausubel [...] recomenda o uso de *organizadores prévios* que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. [...]. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Contrariamente a sumários, que são ordinariamente apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, os organizadores são apresentados num nível mais alto. Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. (MOREIRA E MASINI, 1982, p.11)

Para o caso específico do presente trabalho, a utilização de história da ciência, em particular o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica, os alunos possuíam seus conhecimentos prévios a respeito do tema, conhecimentos esses baseados no senso comum, seriam esses os nossos subsunçores, de acordo com a teoria de Ausubel. O objetivo durante as aulas foi, portanto, o de confrontar esses conhecimentos prévios dos alunos com novas possibilidades, a partir da abordagem histórica, visando ancorar os novos conhecimentos a esses subsunçores pré-existentes, permitindo aos alunos construir a partir de seus próprios processos cognitivos o conhecimento científico relacionado ao conteúdo abordado. Além disso a utilização da história da ciência com os alunos pode ajudá-los a construir novos conceitos, que lhes servirão de subsunçores para estudar outros, para o nosso caso, os conceitos abordados poderiam servir posteriormente para os estudos das leis de: Boyle, Gay Lussac, Lei geral dos gases ideais, equação de Clapeyron, Princípio de Pascal, ou seja, todo um conhecimento prévio para o estudo posterior das leis da termodinâmica e de uma mecânica dos fluidos.

A respeito de conhecimentos subsunçores em Física, é representativa a seguinte passagem:

Em Física, por exemplo, se os conceitos de campo e força já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos. Entretanto, esse processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. No exemplo dado, uma ideia intuitiva de força e campo como subsunçor para novas informações referentes a força e campo gravitacional, eletromagnético e nuclear, porém, na medida que esses conceitos fossem aprendidos de maneira significativa, disso resultaria um crescimento e elaboração dos conceitos subsunçores iniciais. Isto é, os conceitos de força e campo ficariam mais elaborados, mais inclusivos e mais capazes de servir de subsunçores para novas informações relativas a forças e campos ou correlatas. (MOREIRA E MASINI, 1982, p. 8)

A citação acima traz um exemplo de conhecimentos subsunçores relacionados a força e campo que poderiam ser utilizados para abranger outros tipos de força e campos presentes na natureza.

A abordagem histórica aqui proposta servirá, portanto, para fornecer aos alunos organizadores prévios, de modo que possam servir de alicerce para a construção de conhecimentos subsunçores relacionados aos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica, esses conhecimentos servirão de ancoradouro para futuros estudo desses alunos, relacionados por exemplo com a termodinâmica e mecânica dos fluidos.

2.4 Revisão da literatura

A presente revisão da literatura foi realizada afim de reunir informações acerca da utilização da história da física em sala de aula, o objetivo é o de avaliar a quantidade de material existente na área e os resultados obtidos através de metodologias fundamentadas nessa prática.

Embora encontre-se na literatura diversos trabalhos propondo abordagem histórica no ensino de Física, não foi possível encontrar nenhum tipo de trabalho que propusesse a abordagem do desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica. Dos trabalhos analisados nota-se uma certa similaridade na estrutura de aplicação dos mesmos, sendo compostos de um pré-teste, aplicação de uma sequência histórica, apresentando experimentos centrais sempre que possível e após isso a reaplicação do pré-teste para avaliar o crescimento da turma a partir da abordagem realizada.

Um dos trabalhos analisados foi “ A história da ciência no processo ensino-aprendizagem” publicado conjuntamente por João Ricardo Quintal e Andréia Guerra na revista Física na escola. Nesse trabalho, os autores propõem uma abordagem histórica do desenvolvimento do eletromagnetismo. Os autores destacam algumas dificuldades encontradas no início do curso com relação ao desinteresse de certo grupo de alunos mais ligados as exatas, no entanto, ao longo do curso esses alunos mudaram de atitude. Os autores consideraram o trabalho com os alunos um sucesso e destacaram o fato de que fazer uma abordagem histórica não é algo simples, apontando o fato de que é necessária uma formação diferenciada daquela fornecida normalmente nos cursos de licenciatura.

A literatura apresenta uma quantidade bastante grande de trabalhos acadêmicos relacionados a história da física como ferramenta pedagógica, apontando diversos pontos positivos com relação a sua utilização, no entanto, trabalhos voltados diretamente para o professor em sala de aula ou trabalhos que apontem resultados de metodologias aplicadas em sala de aula, esses são praticamente inexistentes. A partir da análise feita, notamos um déficit de material na área de história da física voltada diretamente para o docente e sua prática pedagógica, apontando para a importância da produção de material nesse sentido.

3. O produto educacional e sua aplicação

A partir dos tópicos abaixo será feita a descrição do produto educacional gerado e como o mesmo foi aplicado em sala de aula

3.1 O produto educacional

O produto educacional gerado a partir do presente trabalho é composto de alguns itens, que descreveremos abaixo.

3.1.1 Apostila com material histórico

Parte do produto gerado no presente trabalho, consistiu na reunião de material histórico referente ao estabelecimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica, essa reunião se deu a partir de extensa pesquisa em diversas fontes bibliográficas, mencionadas nas referências. O objetivo foi o de mostrar um quadro geral, panorâmico, de como se deu a passagem do conceito Aristotélico do horror ao vazio em favor de uma teoria melhor elaborada. A apostila se encontra disponível nos apêndices do presente trabalho.

3.1.2 Apresentação de slides e aplicativo

A segunda parte do produto gerado foi uma apresentação de slides utilizada para guiar o professor durante a aplicação do material histórico, além disso ao final da aplicação foi apresentado aos alunos um aplicativo online que simula a dependência entre pressão e volume para alguns gases, o link do aplicativo também se encontra na apostila disponibilizada. A apresentação de slides se encontra disponibilizada no blog.

3.1.3 Blog

A terceira e última parte do produto gerado foi a criação de um blog para disponibilizar o produto final gerado bem como a metodologia utilizada para aplicação do mesmo, facilitando o acesso para professores e alunos que se interessem pelo tema. (Endereço do blog disponibilizado nos apêndices).

3.2 Aplicação

A aplicação da metodologia foi realizada com uma turma de 29 alunos do segundo ano do ensino médio da rede pública, no município de Sarandi-PR e foi baseada em algumas etapas, que passaremos a analisar logo abaixo.

3.2.1 Apresentação da metodologia

No primeiro dia de trabalho, foi conversado com os alunos sobre o que se pretendia fazer e a metodologia que pretendíamos utilizar. Foi mencionado o fato de que a aplicação da metodologia era parte integrante do programa de MNPEF e indagado aos alunos se os mesmos estariam dispostos a participar, os alunos, em sua maioria, se demonstraram bastante motivados, alguns receosos de que a transmissão de conteúdos pudesse ser comprometida, mas ao fim todos concordaram em participar.

3.2.2 Aplicação da avaliação diagnóstica (Pré-teste)

No segundo encontro com a turma foi aplicado a eles um pequeno teste contendo 7 questões relacionadas ao período histórico que se pretendia trabalhar, o modelo do teste se encontra abaixo:

Avaliação diagnóstica(Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Foi dado aos alunos um tempo de 30 min para responder ao teste e ao final do mesmo, após todos terem entregue, foi realizada uma pequena discussão afim de saber dos alunos como haviam pensado a respeito das questões. Após pequeno debate, a aula foi encerrada e foi dito aos alunos que se tivessem interesse em descobrir as verdades por trás das questões levantadas, que não perdessem o próximo episódio (aula).

3.2.3 *Aplicação da sequência histórica*

A aplicação da parte histórica foi feita no decorrer de 11 aulas. Durante a primeira aula foi mostrado aos alunos o que se pensava a respeito da existência do vácuo, isso de acordo com duas grandes correntes de pensadores: os atomistas e os aristotélicos. As duas ideias foram apresentadas aos alunos e ao final da aula houve um espaço para discussão sobre qual das ideias os alunos aceitariam caso vivessem na época, a classe ficou bem dividida, com uma ligeira vantagem para o lado atomista, pois baseados em seus conhecimentos prévios, a maioria acreditava que o vácuo de fato existia, mesmo que não soubessem explicar ao certo

do que se tratava. Após a discussão a aula foi encerrada com a mensagem de que a viagem histórica continuaria no próximo encontro.

Durante a segunda aula passou-se a mostrar aos alunos como a resposta com relação a existência do vácuo começou a ser respondida. Foi comentado a respeito do problema constatado por Galileu relacionado ao funcionamento das bombas com êmbolos, frisando que o mesmo, na época, não tinha resposta do porquê havia um limite de aproximadamente 10m para elevação da água. Após isso, iniciou-se a discussão de como Torricelli através de seus diversos experimentos com o barômetro foi capaz de explicar o problema relacionado ao funcionamento das bombas d'água e como abriu espaço para um novo conjunto de experimentos na área. Foi apresentado aos alunos, um vídeo com áudio em espanhol, mas de fácil compreensão, que mostra um experimento com barômetro, para que pudessem ver como o mesmo funcionava (link do vídeo nos apêndices e no blog). Ao final da aula foi aberta, novamente, uma pequena discussão onde os alunos puderam refletir a respeito de suas respostas no pré-teste e se mudariam alguma coisa após o exposto na aula.

No decorrer da terceira aula tiveram lugar as contribuições de Pascal, seus diversos experimentos utilizando o barômetro, aparatos desenvolvidos e finalizando com o experimento definitivo realizado por seu cunhado no Puy de Domê. Após isso falou-se a respeito das contribuições de Otto Von Guericke e do desenvolvimento das primeiras bombas de vácuo, passando posteriormente para o experimento de Magdeburgo, os alunos puderam ter contato com a intensidade da pressão atmosférica atuando sobre um recipiente evacuado. Foi apresentado aos alunos um vídeo a respeito dos trabalhos de Von Guericke (link nos apêndices e blog). Aula finalizada sem tempo para discussões.

Em nossa quarta aula foi finalizada a aplicação do material histórico com as contribuições de Roberto Boyle, seu aperfeiçoamento da bomba de Guericke com a ajuda de Hooke e seus diversos experimentos e conclusões a partir da utilização da mesma. Foi comentado com os alunos a respeito do experimento utilizando um tubo em forma de J realizado por Boyle e que o permitiu constatar a relação inversa existente entre pressão e volume.

Durante a quinta e sexta aula os alunos foram levados a sala de informática da escola onde lhes foi apresentado um aplicativo online que simula a dependência entre pressão e volume (lei de Boyle) para diversos gases. Os alunos tiraram um grande número de medidas para cada gás e puderam observar o gráfico obtido para cada um deles $P \times V$ e $1/P \times V$. Foi questionado aos alunos, sua opinião, com relação a diferença nos gráfico de $P \times V$ e de $1/P \times V$, porquê um deles é uma curva, e o outro, uma reta.

Na sétima aula, os alunos foram divididos em 6 grupos de 5 pessoas, onde cada grupo ficou responsável pela elaboração de um pequeno seminário de no máximo 15 min sobre os seguintes temas: atomistas, aristotélicos, Torricelli, Pascal, Von Guericke e Boyle. Os alunos, além de sua apresentação, deveriam elaborar 5 questões a serem distribuídas aos outros grupos, que deveriam responder e devolver ao grupo de origem para correção. Esse mecanismo das questões garantiu que todos os grupos se mantivessem compenetrados na apresentação dos colegas afim de obter as respostas que deveriam ser dadas nas apresentações. As apresentações ocorreram ao longo de três aulas e após isso demos por encerrado nossa aplicação, faltando apenas a reaplicação do teste para avaliar o desenvolvimento dos alunos a partir da metodologia utilizada.

Em nossa última aula, foi reaplicado aos alunos a avaliação diagnóstica (não foi dito aos alunos que isso seria feito) e o comparativo do antes e depois de cada aluno se encontra na análise dos resultados.

4. Apresentação e discussão dos resultados

4.1 Resultados

Os alunos realizaram um pequeno teste antes e depois da aplicação da sequência histórica, os testes encontram-se disponibilizados nos apêndices. No teste realizado antes da aplicação, verificou-se, a partir das respostas dos alunos, uma grande falta de conhecimento relacionado ao tema proposto. Observa-se, em muitos casos, a resposta “não sei” para as questões levantadas no teste. Respostas corretas e com justificativas erradas também foram observadas.

Após a apresentação da sequência histórica, frisando que não foi comentado com os alunos que o teste seria refeito, foi observada uma grande evolução nas respostas ao teste, ainda foi possível encontrar muitas inconsistências, no entanto, grande parte delas ocorreram pela dificuldade de os alunos expressarem o que pensavam, verbalmente, os resultados foram ainda melhores. Notou-se um crescimento bastante grande nos conhecimentos subsunçores(prévios) dos alunos, relacionados aos conceitos de vácuo, pressão atmosférica e peso do ar. Notamos que para uma grande parte dos alunos, o conhecimento científico construído historicamente foi eficazmente integrado aos seus conhecimentos prévios. Tal como mencionado anteriormente, no primeiro dia de aplicação da proposta foi realizado com os alunos um pré-teste e durante o último dia esse teste foi refeito pelos alunos, abaixo segue os resultados obtidos em porcentagem de acertos, antes e depois:

Antes:

- 0 a 19% - 18 alunos
- 20 a 39% - 10 alunos
- 40 a 59% - 1 aluno
- 60 a 80% - 1 aluno

Depois:

- 40 a 59% - 6 alunos
- 60 a 79% - 8 alunos
- 80 a 100% - 16 alunos

O comparativo do antes e depois mostra a evolução alcançada pelos alunos durante a aplicação da proposta e aponta no sentido da eficácia de uma proposta de ensino de física

contextualizada em sua história. Faremos no tópico abaixo uma análise gráfica dos resultados obtidos pelos alunos antes e depois da aplicação.

4.2 Discussão dos resultados

Os resultados obtidos pelos alunos foram, de modo geral, bastante satisfatórios. Podemos notar uma grande evolução da maior parte do grupo, quando comparamos os testes feitos antes e depois da aplicação da proposta pedagógica. Podemos notar nos testes algumas respostas parcialmente corretas, nas quais, foram atribuídas notas parciais aos alunos, por exemplo, na questão número um, alguns alunos responderam que sim, que o vácuo existe, mas não puderam justificar adequadamente sua resposta. Alguns alunos, na questão número cinco, responderam que não, o líquido não poderia subir tão alto, afirmando que ele não poderia ultrapassar 10 metros, isso aconteceu pelo fato de termos discutido em sala o fato de que a água não poderia ultrapassar uma altura de aproximadamente 10 metros nessas condições, altura aproximada onde a coluna de água igualaria a pressão atmosférica. Aos alunos que responderam dessa maneira foi atribuída a nota integral da questão, tendo em vista que na questão mencionada não é especificado qual o líquido, justificando a confusão de alguns alunos. Para a questão de número 7, não foi cobrado dos alunos a menção de todos os nomes envolvidos nas contribuições.

A partir dos resultados dos alunos e fazendo-se uso do do programa estatístico *Graphpad Prism* versão 6.0, foi obtido um programa que nos permite avaliar a média geral das notas dos alunos antes e depois da aplicação:

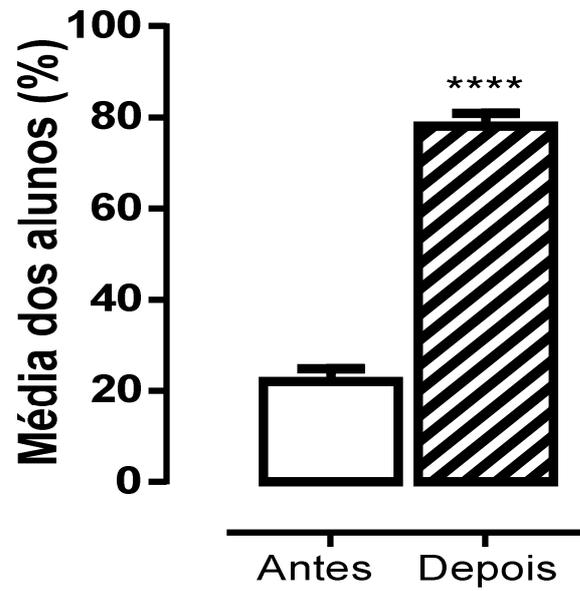


Gráfico 1: Média do desempenho antes e depois

Podemos notar a média dos alunos antes da aplicação em pouco mais que 20% de aproveitamento e após, próxima dos 80%. A partir desse gráfico é possível analisar o crescimento do grupo como um todo, permitindo olhar para o quadro geral da turma e não para resultados pontuais. Logo abaixo, nos gráficos 2 e 3 são apresentados comparativos relacionando o antes e o depois dos alunos de acordo com a distribuição de notas obtidas nesses dois momentos:

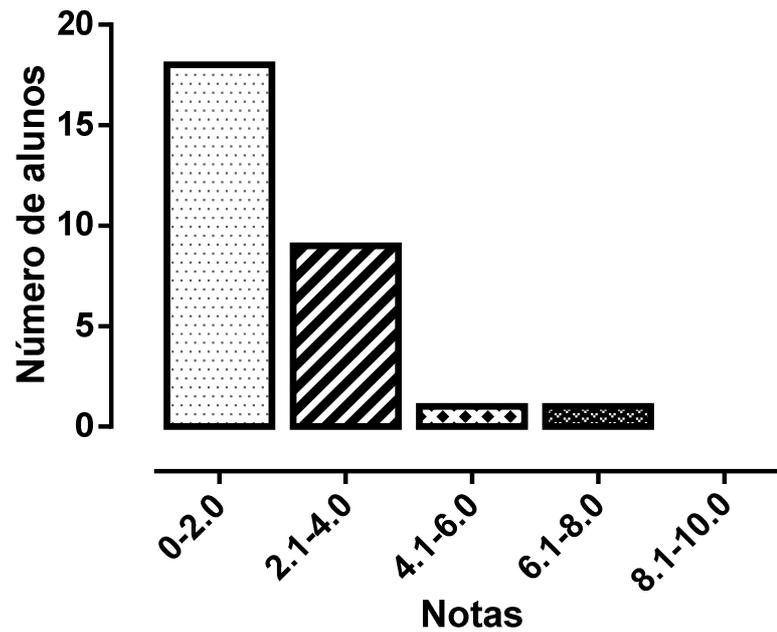


Gráfico 2: Distribuição de notas antes da aplicação

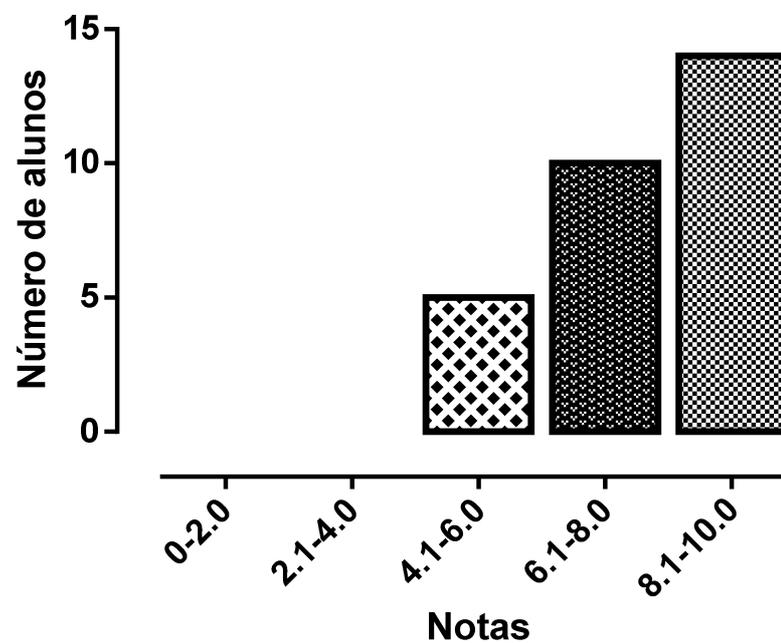


Gráfico 3: Distribuição de notas após a aplicação

Os gráficos de antes e depois mostrados acima permitem ver claramente a evolução do grupo após a aplicação da metodologia histórica. Nota-se que antes, existe uma grande

concentração de notas com rendimento inferior ou igual a 2,0 pontos, ou 20% de aproveitamento no teste aplicado, e após a aplicação, não existem alunos nessa faixa de notas, pode-se observar um padrão inverso ao comparar os dois gráficos, no primeiro caso, temos um gráfico decrescente, onde para as maiores notas, diminui-se de maneira abrupta o número de alunos. Enquanto para o segundo caso, ou seja, após a aplicação, temos um gráfico crescente, um número maior de alunos com bom desempenho.

Os resultados obtidos pelos alunos foram considerados bastante satisfatórios, não apenas com relação as notas obtidas, mas também relacionado ao comportamento da turma de modo geral, alunos mais interessados quando comparado as aulas mais tradicionais, discussões interessantes e alunos antes considerados apáticos durante as aulas foram motivados pela metodologia. Através dos resultados obtidos conclui-se que o objetivo de fornecer organizadores prévios aos alunos foi alcançado, permitindo aos alunos ancorar a sua estrutura cognitiva conhecimentos que lhes será úteis para a construção de novos conhecimentos subsunçores e dessa forma se efetivar a aprendizagem significativa.

5. Conclusão

Através do produto desenvolvido e de sua aplicação em sala, podemos atestar quanto ao impacto positivo da utilização de uma abordagem histórica para auxiliar na construção do conhecimento. Além dos resultados obtidos através dos testes realizados, pontuamos aqui, o grande interesse e participação dos alunos durante a aplicação da metodologia. A história da ciência poderia, portanto, desempenhar um papel no sentido de auxiliar o ensino regular de Física, no entanto, existem ainda grandes barreiras para que essa disciplina desempenhe efetivamente o papel que pode e deve ter no ensino. Segundo MARTINS(2006, p.27), as três principais barreiras são: (1) número insuficiente de professores com formação adequada; (2) falta de material didático adequado; (3) equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso na educação. Percebemos então que algumas barreiras devem ser transpostas até que o caminho para a história da ciência esteja completamente aberto. Os três problemas mencionados anteriormente estão interligados, se houvesse formação específica em história das ciências, teríamos bons profissionais na área, que poderiam capacitar mais e mais profissionais, poderiam escrever bons livros sobre história das ciências e com certeza diminuiria muito o número de equívocos na hora de transmitir esses conceitos aos alunos. A solução do problema passa, portanto, pela implementação de mais cursos de pós-graduação específicos na área de história das ciências.

Enquanto não contamos com a completa solução para o problema da falta de docentes capacitados na área de história das ciências, podemos contar com trabalhos similares a esse. Da mesma maneira que reunimos aqui, através de uma revisão bibliográfica extensa, informações históricas relativas ao estabelecimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica, trabalho similar poderia ser realizado, por exemplo, para o desenvolvimento de conceitos relacionados a gravitação universal, do eletromagnetismo ou da mecânica quântica. Essas informações históricas existem, no entanto, é necessário um árduo trabalho de reunião, tradução e organização de maneira cronológica dos eventos históricos relacionados ao tema que se quer abordar. Apesar de se tratar de um trabalho complexo e extenso é bastante gratificante poder contribuir de alguma maneira para a popularização da história da ciência como ferramenta pedagógica no ensino de Física. A partir das informações históricas aqui presentes espera-se que muitas aulas possam ser elaboradas e novas metodologias aplicadas em sala de aula. Sabe-se da dificuldade de se pensar fora da caixinha, sair da rotina, jogar fora

os planos de aula velhos, mas se mudanças são desejadas, cada um deve tomar sua parte no processo.

A experiência com a aplicação da proposta foi bastante positiva, os alunos se portaram de maneira bastante diferente da convencional, alunos conhecidos por serem agitados e perdidos durante as aulas se mostraram interessados e compenetrados afim de compreender como a ciência é construída, atribui-se isso ao fato de os alunos terem sido desafiados o tempo todo através de questionamentos que lhes estimulava a pensar. A aplicação do pré-teste teve papel fundamental no estímulo dos alunos para as aulas que viriam, as perguntas eram relativamente simples e os alunos se viram surpresos ao notar que não eram capazes de responder a elas, ou se eram, tinham bastante dúvida com relação as suas próprias concepções. Esse pontapé inicial criou uma expectativa nos alunos, expectativa de descobrir as respostas para os simples questionamentos levantados, foi feito um trabalho para que os alunos se sentissem literalmente desafiados.

A aplicação do material histórico foi feita de modo a promover novas reflexões por parte dos alunos, de modo a confrontarem suas próprias concepções com relação as respostas dadas no teste realizado, notava-se argumentação entre os alunos e também entre alunos e professor. Ao final de cada aula sempre foi dado um momento para discussão e reflexão a respeito do que havia sido aprendido naquele dia, se eles mudariam se possível alguma resposta dada no teste. Cada dia podia sentir que novo conhecimento havia sido agregado e isso foi bastante recompensador. Ao final da aplicação da proposta, em uma discussão final, notou-se o quanto os alunos haviam evoluído em sua compreensão do tema abordado e através da reaplicação do pré-teste foi possível atestar de fato a eficácia da proposta pedagógica utilizada.

A metodologia está posta, o material histórico reunido, é necessário agora um pouco de força de vontade e fé de que a utilização da história da Ciência como ferramenta pedagógica de fato apresenta potencial de facilitar a construção do conhecimento por parte dos alunos.

Referências

ARISTÓTELES. **Física**; TRADUCCIÓN Y NOTAS: GUILLERMO R. DE ECHANDÍA; PLANETA De AGOSTINI © Editorial Gredos, S.A. (1995) ,Biblioteca Clásica Gredos.

AUSUBEL, D. P. *Educational Psychology: A cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, INC., 1968.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Paralelo, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

DANHONI NEVES, Marcos Cesar, **A história da ciência no ensino de física**, Revista Ciência & Educação, 1998, 5(1), 73–81

DCE, **Diretrizes da educação básica do estado do Paraná**, Física, 2008

DUGAS, R. **O Nascimento de uma nova ciência: A Mecânica**, in História Geral das Ciências, O Século XVII, Tomo II, A Ciência Moderna, Editado por René Taton, Difusão Europeia do Livro, São Paulo, 1960.

FOWLER, Michael. **Boyle's Law and the Law of Atmospheres**, UVa 6/14/06.
C. Webster, *The Discovery of Boyle's Law, and the Concept of the Elasticity of Air in Seventeenth Century*, CommuniCated by J. RAVETZ.

HARSCH, Viktor. **Otto von Guericke (1602 – 1686) and His Pioneering Vacuum Experiments, Aviation, Space, and Environmental Medicine** Vol. 78, No. 11 November 2007.

HOLTON, G.; BRUSH, S. **Introduction to concepts and theories in physical science**, trad. espanhola de J. Aguilar Peris, Ed. Reverté, S/A, Barcelona, 1976.
Great Experiments in Physics, editado por Morris H. Shamos, (Dover Publications, NY, 1987)

MARTINS, Roberto de Andrade. **Tratados físicos de B. Pascal**: *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* [série 2] 1 (3 – número especial): 49-168, 1989.

MARTINS, Roberto de Andrade. **O vácuo e a pressão atmosférica, da antiguidade a Pascal**. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*[série 2] 1 (3): 9-48, 1989.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução. **A história da ciência e seus usos na educação**. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006. (p.21-32)

MATTHEWS, Michael R., **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual da reaproximação**, 1992, *Science & Education*, 11-47, Traduzido por Claudia Mesquita de Andrade.

MOREIRA, M.A. e MASINI, E.F.S. **A Aprendizagem Significativa. A Teoria de David Ausubel**, Editora Moraes, 1982.

OLIVEIRA, Fabiola de. **100 anos de meteorologia no Brasil**, INMET, Brasília 2009

PASCAL, B.; **Great Books of the Western World**. Encyclopaedia Britannica, Chicago, 192, p. 388.

REDHEAD, P.A. **History of vacuum devices**, National Research Council Ottawa, Canada
SALVADOR, C.C. et al. **Psicologia do Ensino**, Editora Artes Médicas Sul, 2000. Traduzido do espanhol por Cristina Maria de Oliveira, *Psicologia da la Instrucció*, ediciones de la Universitat Oberta de Catalunya, 1997.

WEST, Jhon B. **The original presentation of Boyle's law**, Department of Medicine, University of California at San Diego, La Jolla, California, Copyright 1999 the American Physiological Society.

WEST, John B. **Robert Boyle's landmark book of 1660 with the first experiments on rarified air**. Department of Medicine, University of California San Diego, La Jolla, California. *J.Appl.Physiol* 98: 31–39, 2005.

Apêndice A

Apostila



História da ciência em sala de aula: Uma proposta para a abordagem do desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica

Mestrando: Dayson de Mello Silva

Orientador: Prof. Dr. Jusmar Valentin Bellini

Apresentação

O presente material foi desenvolvido como produto educacional do programa de mestrado nacional profissional em ensino de Física, campus UEM, pelo mestrando Dayson de Mello Silva.

O ensino de Física, nos dias de hoje, encontra-se pautado na aprendizagem de expressões matemáticas e na resolução de problemas. Devemos reconhecer a extrema importância da matemática na descrição dos fenômenos observáveis, mas será isso de fato o mais importante para o aluno? O presente trabalho pretende apresentar uma alternativa: a utilização da história da Ciência como ferramenta pedagógica. Para tanto foi escolhido o recorte histórico que trata do estabelecimento do peso do ar e da definição de pressão atmosférica, partiremos das ideias aristotélicas e atomistas relacionadas a possibilidade do vácuo, confrontando as duas teorias. A partir disso passaremos a falar das contribuições chave, que permitiram que essa grande mudança de paradigma acontecesse, mudança de paradigma no que se diz respeito a mudança do paradigma aristotélico vigente em favor de uma teoria mais bem elaborada do ponto de vista científico. Veremos que essa nova teoria foi construída a partir de algumas contribuições pioneiras, falamos sobre os trabalhos realizados por quatro grandes cientistas: Evangelista Torricelli, Blaise Pascal, Otto Von Guericke e Robert Boyle. O presente material trará ao professor, além de material histórico, uma descrição de como o material foi eficazmente aplicado ao ensino médio público apresentando bons resultados tanto com relação ao aprendizado como também no interesse dos alunos.

1. Introdução

Os trabalhos relativos ao tema proposto, ou seja, trabalhos que abordem sucintamente este período histórico são poucos e um tanto quanto fragmentados, principalmente se considerarmos apenas os trabalhos em língua portuguesa.

Devido a essa falta de material dedicado a um período histórico de extrema importância para o desenvolvimento da Física no século XVII é que o presente trabalho pretende reunir algumas informações relativas ao período em questão e apresentá-las de uma forma cronológica e coesa. O uso desse material poderia ser útil para esclarecer como se deu essa grande mudança de paradigma, que marcou a passagem da concepção aristotélica vigente em favor de uma teoria mais bem elaborada e fundamentada em experimentos e processos de medida.

Os procedimentos para a realização do trabalho basearam-se em pesquisas realizadas em diversas fontes bibliográficas, buscando reunir uma considerável quantidade de informações referentes ao tema proposto, dando-lhe coesão e montando um quadro geral, panorâmico, das contribuições fundamentais para o estabelecimento da física dos gases e da mecânica dos fluidos. Não se trata, portanto, de um trabalho de história da física, mas da simples confecção de material didático de apoio ao ensino de ciências.

Da simples experiência cotidiana sabemos que quando o ar é removido de um recipiente e se cria ali um vácuo, então há uma tendência a que as coisas sejam para ali sugadas. Isso ocorre todas as vezes em que tomamos um refrigerante com um simples canudinho, como resultado do processo de sucção. Trata-se de um processo tão importante que, ao nascer, nós o herdamos como reflexo! A explicação existente no contexto da física aristotélica para o processo de preenchimento desse “espaço vazio” criado pela sucção pode ser resumida na frase que se lhe atribui genericamente: “a natureza abomina o vácuo” Ou seja, o espaço vazio será sempre preenchido por alguma coisa, pois há um verdadeiro horror, presente na natureza, à existência de um espaço vazio. Esta explicação, como todas as outras importantes explicações da física aristotélica, é de natureza teleológica, isto é, apela para as causas finais.

A explicação desse e de outros fenômenos só seria obtida a partir da descoberta de que a atmosfera exerce uma pressão sobre a superfície da Terra, feita por outro italiano, também do círculo de Galileu, Evangelista Torricelli. A afirmação do peso do ar, no entanto, pode ser encontrada em diversos precursores como o Cardeal Nicolau de Cusa e Girolamo Cardano,

no holandês Isaac Beeckman, cuja influência sobre Descartes foi substancial, e na obra do Padre Marin Marsenne, que encontrou, para o ar, uma densidade cerca de duas mil vezes menor que a da água.

Contudo, foi a partir da obra de Torricelli e a partir do rigor do método experimental de Pascal que o problema foi eficazmente resolvido.

Nosso percurso neste trabalho partirá, portanto, dessas contribuições pioneiras e se deterá no desenvolvimento posterior dessas ideias, procurando enfatizar como a doutrina do “horror ao vácuo” foi gradativamente sendo refutada e substituída por uma teoria mais bem elaborada, fundada em bases conceituais e experimentais mais sólidas.

2. As incertezas com relação a existência do vazio.

2.1 O vácuo existe?

Embora nos dias de hoje essa possa ser considerada uma questão trivial, antigamente nossos antepassados enfrentaram grandes dificuldades para chegar a uma conclusão referente a este tema. Existe realmente algum espaço vazio, onde não haja nenhum tipo de matéria? Veremos que, ao longo da história, grupos de estudiosos defenderam a existência do vácuo, já outros, a negaram. Começemos evocando o que achavam dois grandes grupos de estudiosos do passado, os atomistas e os aristotélicos.

2.2 Os atomistas

Se a pergunta da seção anterior fosse feita a um atomista, a resposta seria sim. Os atomistas acreditavam que tudo na natureza ocorria devido à ação de elementos mínimos e indivisíveis, os átomos. Não havia para eles nada no Universo que não fosse átomos ou vácuo. As reações entre eles eram governadas pelo acaso, definido como uma necessidade cega. Não havia interferência de qualquer ser inteligente dotado de poderes divinos. Ao contrário da maioria dos pensadores de sua época, acreditavam no vácuo, e na infinitude do Universo.

Afirmavam os atomistas que o átomo explicava não apenas o que chamavam de experiência sensível, mas também não suprimia nem o nascimento e destruição, nem o movimento e a multiplicidade dos seres. Acreditavam no poder de coisas pequenas demais para serem captadas pelos olhos e sustentavam essa opinião com um experimento de Empédocles que, ao mergulhar na água um vaso com sua boca para baixo, constatou que o ar, embora invisível, ocupava espaço e tinha propriedades como causar pressão na água. Os átomos teriam propriedades distintas entre eles como forma, cor, tamanho, densidade, cheiro, gosto etc. Todos os fenômenos observáveis da matéria estariam associados aos átomos. Entretanto, essas experiências sensoriais produzidas pelos átomos seriam sempre "filtradas" pela opinião do ser afetado. O caminho para o entendimento da verdade absoluta do mundo natural podia ser encontrado numa mistura ponderada da razão intelectual com a experiência sensorial. Os atomistas dividiam todo o Universo em ser e não-ser, cheio e vazio. O ser seriam os átomos, infinitos em número, e todos pequenos demais para serem vistos. Estes seres se movem no vácuo (não-ser); quando se unem, produzem o nascimento e quando se

desagregam, provocam a destruição. O não-ser (vácuo), para eles, não tinha o mesmo sentido que o não ser de Parmênides (um não-ser absoluto). Na concepção dos atomistas, o vácuo era simplesmente um não-ser relativo ao ser. A existência do vácuo em suas teorias era fundamental, pois sem ele não se explicava o movimento.

Sobre essas suposições algumas conclusões foram tiradas:

Os átomos se movem no vácuo; encontrando-se, chocam-se entre si; uns saltam, outros entrelaçam-se, de acordo com a simetria de suas formas, tamanho, posições e disposições. Quando se reúnem, dá-se o nascimento das coisas compostas (Simplicio).

Quanto aos corpos compostos, o mais leve é o que contém mais vácuo, e o mais pesado, o que possui menos. Algo parecido ocorre nos corpos duros e moles.

Com relação às ideias atomistas, é ilustrativo citar um pequeno trecho dos escritos de Epicuro, defensor da teoria atomista:

Se não existisse aquilo que chamamos de vazio ou espaço ou natureza intangível, os corpos não teriam onde estar nem através do que se mover, como se vê que eles se movem. (MARTINS, 1989, p.11)

Este argumento é descrito também por Sextus Empiricus:

E falta de testemunho contrário é a congruência entre o objeto suposto, não evidente, com o aparente – como quando Epicuro diz que o vazio existe, o que é uma coisa não evidente; e isso se baseia em um fato óbvio, a saber; o movimento; pois se o vazio não existe, o movimento também não deveria existir, pois o móvel não teria um lugar por onde passar, se todas as coisas estivessem cheias e compactadas; assim, como o movimento existe, o aparente não dá um testemunho que contraria o fato opinado não evidente. (MARTINS, 1989, p.11)

Os argumentos apresentados até aqui, pelos atomistas, colocam a existência do vazio como algo imprescindível, pois sem ele o movimento não podia ser explicado. Veremos, no tópico seguinte, que uma outra corrente de pensadores pensava de uma forma completamente diferente com relação a este tema.

2.3 Os aristotélicos

Embora para os atomistas a existência do vácuo fosse fundamental, se essa mesma pergunta relativa à sua existência ou não fosse feita a um aristotélico a resposta seria claramente negativa.

Aristóteles, em seu livro *Física*, aborda o problema do vácuo, utilizando diversas reflexões lógicas para negar a sua existência.

Enquanto alguns afirmam a existência do vácuo como condição necessária para o movimento, o que acontece é exatamente o contrário: que nada poderia se mover se existisse o vácuo. Porque assim como alguns afirmam que a Terra está em repouso

pela sua homogeneidade, assim também no vácuo seria inevitável que um corpo estivesse em repouso, pois não haveria um mais ou um menos para o qual as coisas se movessem, já que no vácuo não existem diferenças. Além disso, todo movimento é ou por violência ou por natureza. Mas se há um movimento violento, então tem que haver também um movimento natural (porque o movimento violento é contrário à natureza e o movimento contrário a natureza é posterior aquele segundo a natureza, de modo que, se não houvesse um movimento segundo a natureza em todos os corpos naturais, não haveria tampouco nenhum dos outros movimentos). Mas como poderia haver um movimento natural se não existe nenhuma diferença no vácuo e no infinito? Porque no infinito não há acima nem abaixo nem centro, e no vácuo, o acima não difere em nada do abaixo (porque assim como no nada não há diferenças, tampouco há no vácuo, pois se pensa que o vácuo é um certo não ser e uma privação). Mas o deslocamento natural é diferente, de modo que há diferenças nas coisas que são por natureza. Assim, pois, ou não há nenhum deslocamento natural em nenhuma parte e para coisa nenhuma, ou, se há, o vácuo não existe. (ARISTÓTELES apud GUILHERMO R. DE ECHANDÍA-p.138-139)

Vemos na citação acima, que Aristóteles, valendo-se de uma lógica incrível, refuta o que era afirmado pelos atomistas no que diz respeito ao vácuo ser necessário para que o movimento dos corpos fosse explicado. Além disso, Aristóteles afirmava que a natureza tinha um verdadeiro horror ao vácuo, e que quando se tentava criar este vácuo, a natureza imediatamente agia preenchendo este espaço.

Outro argumento utilizado pelos aristotélicos era com relação a velocidade dos corpos. Quando um corpo em repouso recebe a ação de uma força, o mesmo fica submetido a uma aceleração, aumentando assim a sua velocidade. Devido ao atrito com o solo e com o ar sabemos que o corpo diminui gradativamente a sua velocidade até atingir o repouso, mas se isso acontecesse no vácuo não haveria nada para retardar o movimento do corpo e, portanto, este poderia atingir uma velocidade infinita, o que é impossível, portanto o vácuo não existe.

Caímos então em um impasse, pois, se para os atomistas a existência do vácuo era imprescindível, para os aristotélicos era um absurdo, e vê-se que ambos os grupos possuíam argumentos plausíveis para sustentarem suas teorias!

2.4 O surgimento da resposta

A resposta para a nossa pergunta começa a surgir devido a um problema na utilização das bombas de sucção e bombas com êmbolos, que já eram amplamente utilizadas pelos antigos gregos e romanos principalmente com finalidade agrícola, mas também para o abastecimento de água e preenchimento de cisternas. A esse respeito, é representativa uma passagem dos *Discorsi* em que a dificuldade de se elevar a água a uma altura acima de cerca de dez metros é reportado por Galileu que, num primeiro momento, atribui o problema a um possível mau funcionamento da própria bomba.

Vi uma vez uma cisterna na qual tinha sido instalada uma bomba. O braço da bomba puxava seu êmbolo e a válvula para a parte superior, de tal maneira que a água se elevava por atração, e não por um impulso, como no caso das bombas que têm o pistão colocado lá em baixo (na cisterna). Essa bomba trabalhava perfeitamente, enquanto a água da cisterna se mantivesse acima de determinado nível; mas, abaixo daquele nível, a bomba deixava de trabalhar. Quando primeiro observei esse fenômeno, pensei que a bomba tinha se desarranjado, mas o operário que chamei para repará-la disse-me que o defeito não estava na bomba, mas na água (nível), que tinha caído muito baixo para que pudesse ser elevada em toda aquela altura; e acrescentou que não é possível, seja para uma bomba, seja para qualquer outra máquina que trabalhe pelo princípio da atração, elevar a água um fio de cabelo a mais do que dezoito cúbitos (cerca de 10 metros); seja a bomba grande ou pequena, este , o limite extremo de elevação.

Uma importante consequência da capacidade limitada das bombas de elevar água foi que algum outro método era necessário para bombear água para fora de minas profundas, e essa necessidade forneceu o estímulo inicial para o desenvolvimento de máquinas a vapor. Outra consequência foi que os físicos do século XVII se tornaram curiosos para descobrir como a bomba de sucção trabalhava e também por que deveria haver um limite em sua capacidade de elevar água.

Se você remove ar de um recipiente, criando ali um vácuo, há uma tendência que as coisas sejam para ali sugadas. Os filósofos aristotélicos explicavam esse fato dizendo que a natureza abomina o vácuo. Não é natural, eles diziam, que o espaço não seja ocupado por matéria, portanto a matéria se moverá no sentido de preencher qualquer espaço vazio. Este é um exemplo de uma explicação teleológica, ou seja, se baseia nas causas finais. Um dos principais objetivos da nova filosofia mecânica do século XVII era de eliminar esse tipo de explicação teleológica, e explicar os fenômenos em termos de causas físicas imediatas. A teoria aristotélica parecia bastante fraca nesse caso particular: Mesmo que as pessoas aceitassem que a natureza tem horror ao vácuo, alguns achariam difícil explicar por que esse horror só é suficiente para elevar água a uma altura de aproximadamente 10 m.

Veremos, a partir de agora, como começaram a surgir as explicações referentes a este e outros problemas e que acabaram por culminar no abandono das explicações aristotélicas em favor de uma teoria mais bem elaborada do ponto de vista científico.

3. A queda do horror ao vazio e o surgimento de uma nova Física

3.1 Evangelista Torricelli

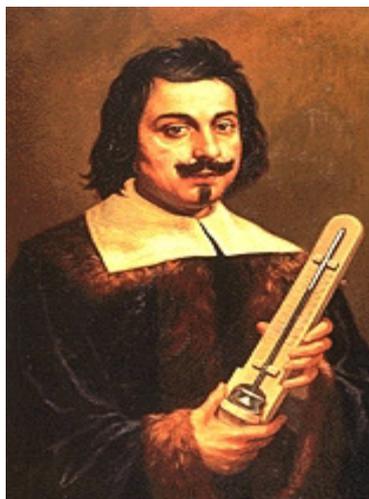


Figura 1: Evangelista Torricelli (1608-1647)

<http://schoolworkhelper.net/evangelista-torricelli-biography-inventor-of-barometer/> - 21/09/2016

3.1.1 Quem foi Evangelista Torricelli?

Evangelista Torricelli nasceu em 15 de outubro de 1608 em Faenza na Itália, perto de Modigliana, que então integrava os Estados Pontifícios. Formou-se no colégio jesuíta de sua cidade e, na Universidade de Roma, foi aluno de Bonaventura Cavalieri. Em 1641 escreveu um tratado sobre mecânica, *De motu gravium naturaliter descendentium et proiectorum* (Sobre o movimento dos corpos pesados naturalmente descendentes e projetados), brilhante comentário ao terceiro diálogo dos discursos de Galileu. No mesmo ano, foi convidado a radicar-se em Florença para trabalhar como secretário e assistente de Galileu, função que exerceu por apenas três meses devido à morte do astrônomo. Foi então nomeado para substituir o mestre como matemático do grão-duque da Toscana e professor de matemática da academia florentina. Torricelli morreu em Florença, em 25 de outubro de 1647.

3.1.2 Suas contribuições

Torricelli percebeu que a atmosfera exerce uma pressão sobre a superfície da Terra, coisa que já era afirmada por vários de seus predecessores, e suspeitou que fosse devido a essa

pressão que as bombas se mostravam incapazes de elevar água acima de uma determinada altura, essa pressão do ar seria suficiente para explicar o fenômeno até então atribuído ao fato de a natureza ter horror ao vácuo. Se a bomba era capaz de elevar água até uma altura de aproximadamente 10 metros, o que aconteceria se um líquido de maior densidade fosse utilizado? Torricelli percebe que o mercúrio, um líquido cerca de quatorze vezes mais denso que a água seria mais interessante para experimentos laboratoriais. De fato a mesma bomba que era capaz de elevar água a uma altura de aproximadamente 10 m, só elevava o mercúrio a 0,76 m.

A fim de provar suas teorias a respeito do peso do ar e da pressão atmosférica, Torricelli idealiza um experimento bastante interessante, que veio a ser conhecido como o barômetro de Torricelli. O instrumento consistia em um tubo de vidro de comprimento superior a 0,76 m, aberto em uma extremidade e selado na outra; uma cuba; e mercúrio suficiente para preencher o tubo e a cuba. O tubo era então cheio até a borda, a extremidade aberta era fechada com o dedo e então o tubo era virado de cabeça para baixo dentro da cuba, removendo-se o dedo. Observava-se que o mercúrio do tubo corria para dentro da cuba, mas somente até que a diferença entre o nível do tubo e o da cuba fosse de aproximadamente 0,76 m.

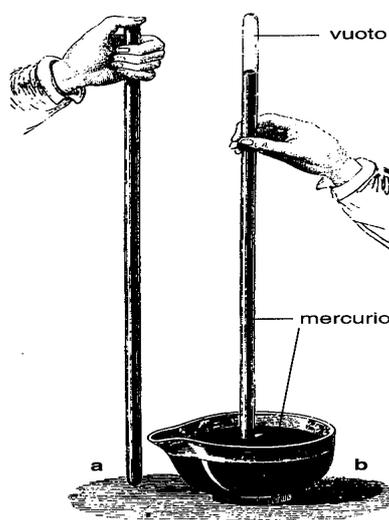


Figura 2: Barômetro de Torricelli.
Fonte: (OLIVEIRA, 2009, p.19)

O resultado é mostrado na figura 2. Obtêm-se, assim, na parte superior do tubo, um espaço vazio que aparentemente não é ocupado por nenhuma matéria. Torricelli repete então o experimento, mas agora utilizando um tubo que possuía um bulbo mais largo, criando um espaço vazio mais amplo, onde pequenos objetos se moviam mais rapidamente.



Figura 3: Torricelli realizando experimentos com o barômetro
<http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/torricelli.html> - 17/11/2016

De acordo com Torricelli, a força que mantinha a coluna de mercúrio elevada no tubo era simplesmente a pressão atmosférica, transmitida através do mercúrio na cuba. O ar pressiona a superfície do mercúrio na cuba, e como praticamente não existe gás no espaço vazio no topo do tubo, o mercúrio desce pelo tubo, mas somente até o ponto em que seu peso equilibra a força exercida pelo ar sobre a superfície de mercúrio na cuba. Torricelli realiza, então, diversas vezes o experimento, utilizando tubos de diversos tamanhos e formatos, largos, finos, com bulbos grandes e pequenos. Acaba chegando a conclusão de que a altura da coluna de mercúrio no tubo é independente da largura do tubo ou de quanto mercúrio se encontra na cuba. De fato, podemos analisar a situação matematicamente e mostrar que a altura da coluna realmente independe da área, se usarmos uma linguagem que nos é mais familiar.

Sabemos que a pressão (P), é definida como sendo uma força(F), que atua sobre determinada área(A), ou seja:

$$P = F/A \quad (1)$$

Para o nosso caso, a força é o próprio peso da coluna de líquido no tubo.

Portanto;

$$F = mg \quad (2)$$

Em que m é a massa da coluna do líquido e g é a aceleração da gravidade.

Podemos expressar a massa do líquido em função de sua densidade, se V for o volume ocupado pelo líquido, a saber:

$$d = \frac{m}{V} \quad (3)$$

O volume de líquido no tubo pode ser expresso como sendo a área da secção reta do tubo vezes a altura da coluna. Portanto, podemos escrever a massa como sendo dada pela relação:

$$m = dAh \quad (4)$$

De (4) em (2), temos:

$$F = dAhg \quad (5)$$

de (5) em (1), e eliminando as áreas, temos, finalmente.

$$P = dgh \quad (6)$$

Portanto, usando uma notação moderna, é fácil demonstrar que realmente a pressão independe da área. Em outras palavras, quando a pressão produzida pela coluna de líquido no tubo se iguala a pressão atmosférica, ela independe da largura do tubo, dependendo somente da altura da coluna.

Os experimentos de Torricelli com o barômetro sem dúvida representaram um papel fundamental na refutação da teoria aristotélica do horror ao vácuo, pois evidenciava a existência da pressão atmosférica como explicação para o problema com as bombas de sucção, e não um horror fictício ao vazio. Além disso, mostrava ser possível a existência de um espaço vazio, o que era veementemente negado pela teoria aristotélica.

Mesmo com os resultados obtidos por Torricelli, uma grande parte da comunidade científica da época permaneceu receosa com relação à sua aceitação, pois vinha de encontro com tudo que se acreditava até então. De qualquer modo, os experimentos realizados por Torricelli tiveram um papel fundamental, e acabaram por desencadear uma grande revolução no conhecimento referente à pressão atmosférica e a possibilidade do vácuo.

3.2 Blaise Pascal



Figura 4: Blaise Pascal(1623-1662)

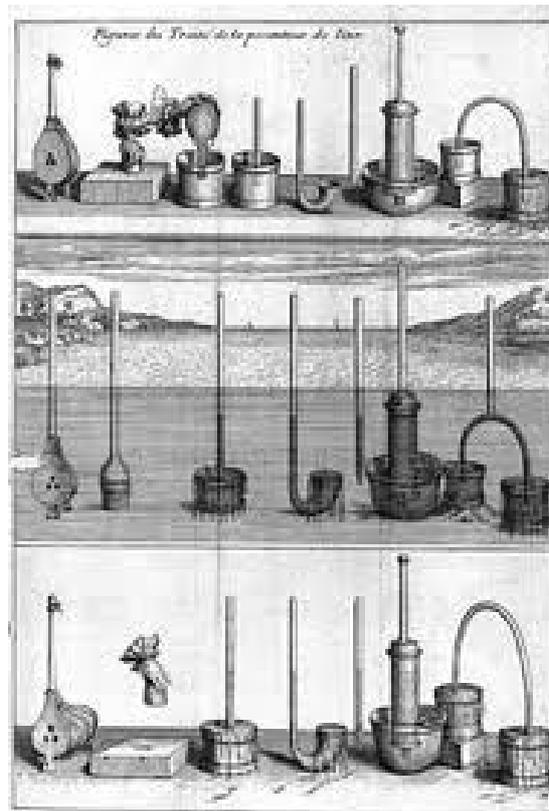
<http://www.gradeamathhelp.com/images/blaise-pascal.jpg> - 21/09/2016

3.2.1 *Quem foi Blaise Pascal?*

Em 19 de junho de 1623, em Clermont-Ferrand na França, nasce Blaise Pascal, filho de Etienne Pascal e de Antoinette Bégon. Perde a mãe bastante jovem e, sendo o único filho homem, recebe total dedicação do pai no que diz respeito à sua educação. Pascal demonstra um grande talento para a matemática, descobrindo por si só muitos dos tratados apresentados no livro dos elementos de Euclides. Etienne, ao ver que o filho havia descoberto a matemática por si só, presenteia o filho com os livros de Euclides, que em pouco tempo os domina e aos dezesseis anos escreve um tratado sobre as cônicas.

3.2.2 Suas contribuições:

As descobertas feitas na Itália, em especial por Evangelista Torricelli, não foram divulgadas abertamente na época, pois envolviam assuntos delicados que contrariavam a opinião geral, ou seja, as doutrinas aristotélicas. Também vale lembrar que o fantasma da inquisição ainda pairava, tornando os pesquisadores receosos. Pascal toma conhecimento dos experimentos realizados na Itália através de Pierre Petit, que realiza o experimento do barômetro em Rouen no ano de 1646, na presença dos dois pascal, pai e filho. Após presenciar o experimento, Pascal passa a se dedicar arduamente ao assunto, realizando diversos outros experimentos envolvendo seringas, foles, tubos de diversos formatos e dimensões e diversos tipos de líquidos diferentes, como: água, vinho e mercúrio.



Figuras 5 : Aparatos utilizados por Pascal na realização dos experimentos relativos ao vácuo

<http://www.ihr.uiowa.edu/wp-content/uploads/2011/04/pascal01.jpg> - 21/09/2016

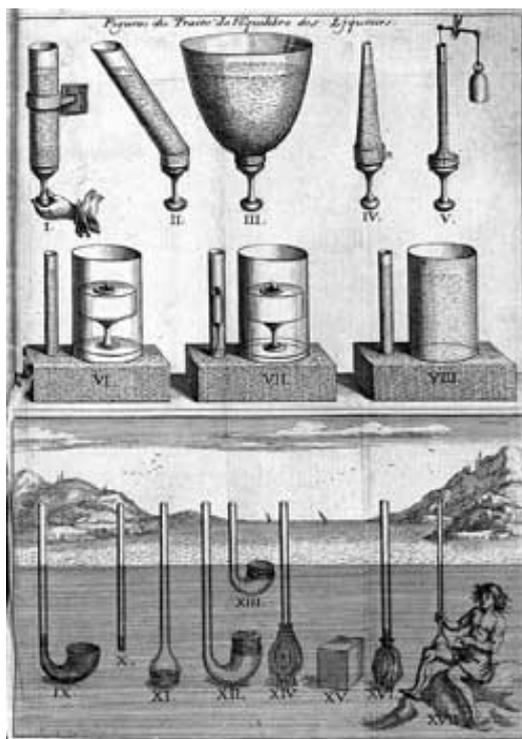


Figura 6: Outros aparatos utilizados por Pascal

<http://www.iihr.uiowa.edu/wp-content/uploads/2011/04/pascal02.jpg> - 21/09/2016

Em 15 de novembro de 1647, Pascal escreve uma carta ao seu cunhado, Florin Périer, carta esta que se encontra nos tratados publicados por Pascal, abaixo segue uma pequena transcrição da carta (Carta completa nos apêndices):

[...] Eu imaginei uma prova que — se for corretamente executada — por si só será suficiente para esclarecer aquilo que procuramos [...] Trata-se de fazer a já conhecida experiência do vácuo, inúmeras vezes num mesmo dia — usando o mesmo recipiente e o mesmo mercúrio — tanto na planície como no alto de uma montanha, para verificar se a altura do mercúrio em suspensão no tubo é igual ou diferente nas duas situações. Como você pode ver, a experiência é decisiva. Se a altura da coluna de mercúrio for menor no alto da montanha (tenho uma série de razões para acreditar que seja) se concluirá necessariamente que o peso do ar é a única causa do fenômeno e não o horror ao vácuo. E lógico que o peso do ar no pé da montanha é maior do que no alto, a não ser que se diga que a natureza abomina mais o vácuo na planície.

Como mencionado na carta, Pascal pede para que seu cunhado realize o experimento comum do vácuo várias vezes, mas em altitudes diferentes, ou seja, ora na base de uma montanha e ora no cume: o objetivo era observar se havia diferença na altura da coluna de mercúrio. Esperava-se que na base da montanha a altura da coluna de mercúrio fosse maior do que no cume, pois na base existe uma maior quantidade de ar pressionando a cuba, equilibrando mais facilmente a coluna. Na época especula-se que Pascal não estava certo a respeito da causa de a coluna de mercúrio não descer inteiramente para a cuba. O que é mais provável é que Pascal acreditasse que o vácuo produz uma espécie de sucção que mantinha a

coluna de mercúrio e até então não atribuísse o efeito ao peso do ar. O experimento que Pascal pede para que seu cunhado realize seria uma forma de provar, de uma vez por todas, qual era a teoria verdadeira, pois se fosse realmente o peso do ar deveria haver diferença na altura da coluna entre a base e o cume da montanha. A experiência aconteceu em 19 de setembro de 1648 na montanha Puy-de-Dôme e realmente foi constatado que a coluna de mercúrio era mais elevada na base da montanha do que em seu cume. O relato de Périer foi recebido com satisfação por Pascal, conforme indica correspondência que este enviou ao cunhado: *“Esse relato esclarece todas as minhas dificuldades e eu não escondo o fato de que eu fiquei extremamente feliz com isso”* (MAGIE, 1969, p.75).



Figura 7: Périer e alguns amigos realizando o “experimento decisivo” a pedido de Pascal.

http://th.physik.uni-frankfurt.de/~scherer/Blogging/Pascal/PuyDeDome_s.jpg

Desta forma, a existência da pressão atmosférica deixava de ser uma hipótese, para tornar-se um fato demonstrado experimentalmente. Em outubro, o próprio Pascal repetiria a prova na torre de Saint Jacques, em Paris.

Apenas quatro anos decorreram desde a experiência de Torricelli até a de Pascal. No entanto, nesse curto espaço de tempo, graças ao novo método, o de procurar a explicação para os fenômenos naturais na própria natureza, a Ciência progrediu enormemente.

Da experiência no Puy de Domê Pascal tirou algumas consequências marcantes. Concluiu, por exemplo, que com o uso do barômetro de mercúrio “é possível saber se dois lugares distam igualmente do centro da Terra, ou qual o mais alto e qual o mais baixo”. Pela primeira vez era formulado o princípio da determinação de altitudes por nivelamento barométrico.

Existem diversas discussões relativas à origem da ideia a respeito do experimento anteriormente citado. Segundo alguns historiadores, o experimento não foi idealizado por Pascal e sim por Descartes, tendo este, sugerido a Pascal que realizasse o experimento de modo a verificar a veracidade das teorias relativas à pressão atmosférica. Pascal, no entanto, não dá crédito algum a Descartes, utilizando a ideia como se fosse de sua própria autoria.

3.3 Otto Von Guericke

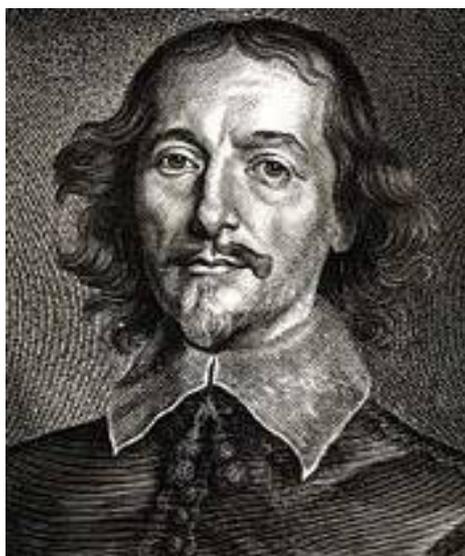


Figura 8: Otto Von Guericke (1602-1686)

http://0.tqn.com/d/chemistry/1/0/k/5/1/Otto_von_Guericke.jpg - 21/09/2016

3.3.1 *Quem foi Otto Von Guericke?*

Otto Von Guericke nasceu Otto Gericke em 20 de novembro de 1602, como filho de uma família patriciana, residente em Magdeburgo na Alemanha durante três séculos. Aos 15 anos de idade ingressa na faculdade de artes da Universidade de Lúpsia. Após isso estudou em Helmstedt e Jena. Em Leiden, Holanda, estudou matemática e começou a trabalhar com problemas de engenharia. Em 1631, foi indicado como engenheiro construtor para ajudar a reconstruir Magdeburgo depois de esta ter sido severamente danificada durante os trinta anos de guerra. Em 1646 foi eleito prefeito de Magdeburgo, cargo que manteve até 1678. Em quatro de janeiro, 1666, Otto Gericke foi elevado à nobreza pelo imperador Leopold I, em reconhecimento por suas contribuições políticas e científicas, e após isso passa a ser chamado Otto Von Guericke. Em 1681 deixa Magdeburgo e se muda para viver com o filho em Hamburgo, onde morre em 11 de maio de 1686 (HARSCH, 2007, p.1075)

3.3.2 *Suas contribuições:*

Após os experimentos de Torricelli e Pascal a respeito do peso do ar e pressão atmosférica, vários outros pesquisadores desenvolveram trabalhos frutíferos na área. Dentre eles, Otto Von Guericke desenvolveu a primeira bomba de ar no ano de 1650. Embora suas primeiras bombas de ar não fossem muito eficientes, elas eram capazes de demonstrar a capacidade de a atmosfera realizar trabalho. Assim, Von Guericke refutou definitivamente a noção de que era impossível existir o vácuo.

A primeira bomba de evacuação de Von Guericke trabalhava com um pistão e era capaz de esvaziar recipientes inteiros. Ele iniciou seus experimentos com a bomba utilizando barris de cerveja e vinho cheios de água, mas percebeu que quando a água era bombeada para fora, o ar entrava no barril através dos poros da madeira, impedindo que o recipiente fosse esvaziado. O trabalho de Guericke utilizando barris é retratado na figura abaixo:



Figura 9 : Bomba de Von Guericke sendo utilizada para remoção do ar de uma esfera de cobre.

http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Pneumatics/Vacuum_Pump/Van_Guerickes_Pumpa.JPG -21/09/2016

Von Guericke da continuidade aos seus experimentos utilizando esferas feitas de cobre ou bronze, feitas cuidadosamente, de forma que se encaixassem perfeitamente. A princípio, os experimentos eram realizados enchendo-as com água e, posteriormente, com ar. A água ou ar

era bombeada para fora com sua bomba, criando no interior da esfera um vácuo. Em seus inúmeros experimentos evacuando ar de recipientes, ele demonstrou que, no interior destes recipientes, um sino tocando não poderia ser ouvido, que velas não queimavam, e que diferentes espécies de pássaros e peixes não podiam sobreviver sob pressão muito baixa. Usando esferas de bronze ocas e a bomba de ar de sua própria construção, demonstrou que um vácuo parcial podia ser criado bombeando o ar para fora da esfera, como retrata a figura abaixo.



Figura 10: Bomba de Von Guericke sendo utilizada para remoção do ar de uma esfera de cobre.

http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Pneumatics/Vacuum_Pump/Van_Guerickes_Pumpa.JPG21/09/2016

A respeito dos experimentos de Von Guericke é representativa uma passagem do livro *Ottonis de Guericke Experimenta nova (ut vocantur) magdeburgica*, no qual, o mesmo relata seus experimentos.

Depois que a porosidade da madeira foi atestada pela minha inspeção, assim como pela investigação, pareceu-me que para os meus propósitos uma esfera de cobre [...] seria mais adequada. Essa esfera [...] foi equipada com uma torneira de latão na parte superior [...]; e na parte inferior a bomba foi introduzida e fixada a ela. Então eu novamente comecei, como antes, a retirar dela toda água e ar. Primeiramente, o pistão se moveu facilmente, mas logo se tornou mais difícil movê-lo, de forma que dois homens fortes tinham dificuldade para movê-lo. [...] quando eu já pensava que quase todo o ar tivesse sido retirado, repentinamente com um forte barulho e para grande espanto nosso, a esfera de metal foi esmagada como uma roupa pode ser apertada entre os dedos, ou como se a esfera tivesse sido arremessada do alto de uma torre sofrendo um choque violento. Pensei que a causa disso fosse a inabilidade dos artesãos, que talvez não tivessem feito essa esfera perfeitamente esférica. [...] Foi então necessário que os artesãos fizessem uma esfera perfeitamente redonda. Dessa esfera o ar foi bombeado, no início com facilidade e depois com mais dificuldade. [...] Quando abrimos a torneira superior [...], o ar entrou com tal força que parecia que a esfera de cobre seria capaz de dragar um homem que estivesse diante dela [...]. Embora a esfera parecesse completamente vazia [repetiu-se o procedimento com a bomba], ainda assim a experiência mostrou que quando deixada por um ou dois dias, ela novamente se enchia de ar. [...]. Era, então, necessário evitar esse defeito [...]. (MAGIE, 1969, p. 82-83).

Em 8 de maio de 1654, Von Guericke apresentou seu primeiro experimento relativo ao vácuo perante o imperador, Ferdinand III (1608-1657). Ele demonstrou a tremenda força exercida pela pressão atmosférica, e o fez bombeando o ar para fora de dois hemisférios de cobre perfeitamente encaixados e mostrando que duas parselhas de cavalos eram incapazes de afastar os dois hemisférios até o momento em que o ar fosse readmitido.



Figura 11: Os conhecidos “hemisférios de Magdeburgo”.

http://www.feg.unesp.br/~cepee/images/ceee/show/experimentos/hemisferios_magdeburg/magdeburg.jpg
18/11/2016

No ano de 1657, a demonstração de Von Guericke foi repetida na corte do imperador em Viena e novamente em Berlin. Dois hemisférios de bronze, cada um com aproximadamente 50 cm de diâmetro, foram unidos e um vácuo foi produzido entre eles. Nem mesmo a força combinada de 30 cavalos puxando em direções opostas foi suficiente para separar as duas partes. Von Guericke, que inicialmente não queria publicar seus resultados, foi motivado a escrever a respeito de seus experimentos pelo crescente interesse público. Terminou seu livro *Experimenta Nova Magdeburgica De Vacuo Spatio* em 1663. No entanto, levou outra década até que fosse publicado. Abaixo, imagem da capa do livro publicado por Von Guericke em 1663.

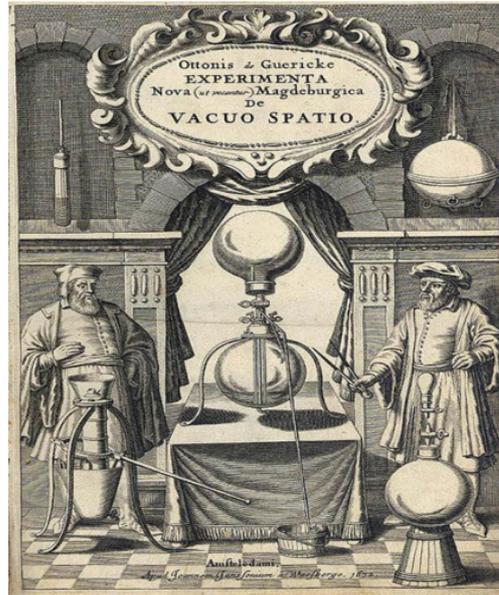


Figura 12: Capa do livro “Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica De Vacuo Spatio”.

<http://gb.fotolibra.com/images/previews/1017275-title-page-of-experimenta-nova-ut-vocant-magdeburgica-de-vacuo-spatio-amsterdam-1672.jpeg> - 21/09/2016

O livro de 301 páginas consistia de 7 capítulos lidando com os seguintes tópicos: 1) O mundo e sua estrutura; 2) Espaço vazio; 3) Meus próprios experimentos; 4) Os efeitos cósmicos; 5) O planeta azul e sua composição, a lua; 6) Nosso sistema solar; 7) As estrelas fixas e os seus limites. Ele descreveu cerca de 37 experimentos no capítulo 3. Este livro foi uma contribuição científica significativa para a comunidade científica do século XVII, aumentando o conhecimento da física atmosférica e da fisiologia em altas altitudes. A invenção de Von Guericke da primeira bomba de ar, em 1650, possibilitou a pesquisa em tópicos relacionados a baixas pressões e foi importante para os estudos posteriores em altas altitudes.

Sem dúvida, os trabalhos realizados por Von Guericke representaram outro grande baque para os aristotélicos, pois seus experimentos diziam como a natureza não possuía horror nenhum ao vazio e nem fazia força nenhuma para evitá-lo, a única causa explicadora dos trabalhos realizados por Von Guericke era o peso do ar e a pressão atmosférica.

3.4 Robert Boyle



Figura 13: Robert Boyle (1627 – 1691)

http://www.crystalinks.com/robert_boyle.jpg - 21/09/2016

3.4.1 Quem foi Robert Boyle:

Robert Boyle nasceu no castelo de Lismore, na Irlanda, a 25 de janeiro de 1627. Era o sétimo dos catorze filhos do duque de Cork, homem abastado, senhor de terras e membro influente da corte. Sua educação foi primorosa. Ainda criança aprendeu o latim e o francês e, com apenas oito anos, foi mandado para Eton, escola tradicional, frequentada pelos filhos das mais afortunadas famílias inglesas. Ali permaneceu até 1638, quando, em companhia de um tutor francês, partiu em viagem pela Europa. O roteiro incluía uma estada em Florença (de 1641 a 1642), onde o jovem inglês assistiu aos últimos anos da vida de Galileu Galilei, tendo ocasião de estudar de perto "os paradoxos do grande espectador de estrelas". Pôde, desta forma, assimilar sua posição crítica perante a filosofia aristotélica e adquiriu com ele a certeza de que a experiência é a fonte clara e pura dos conhecimentos científicos. De volta à Inglaterra, viveu em Londres, onde fez parte de um círculo de amigos que tratava de assuntos científicos. Boyle se referia ao grupo como os "invisible college" grupo este que mais tarde se tornou a Royal Society, em 1662. Boyle se mudou para Oxford em 1654, indo morar em uma casa perto da Universidade, onde uma placa no muro ainda pode ser encontrada.

3.4.2 Suas contribuições:

Robert Boyle inicia seus experimentos relacionados às propriedades do ar após tomar conhecimento dos experimentos de Von Guericke, reportados em um livro escrito por Gaspar Schott em 1657. Logo percebeu que o aparato utilizado por Von Guericke tinha duas sérias deficiências, a mais importante era que o recipiente evacuado não podia ser facilmente aberto, e portanto era impossível colocar alguma coisa em seu interior, a fim de realizar experimentos. Outro problema era que a bomba de Guericke possuía uma eficiência muito baixa, pois requeria o trabalho contínuo de dois homens fortes, por diversas horas (WEST, 2005, p.32). Obviamente, Boyle almejava algo mais conveniente que isso. Como indicado anteriormente, o livro de Gaspar Schott, pelo qual Boyle teve acesso aos experimentos de Guericke, foi publicado no ano de 1657, e, por volta de 1659, Boyle já tinha uma bomba de ar construída e estava pronto para conduzir seus experimentos. A bomba foi projetada e construída por Robert Hooke (1635-1703), que foi um gênio da mecânica. Boyle fez contribuições em diversos campos da ciência, e seus experimentos e resultados vieram à luz em seu livro de título “*New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects*” e que foi publicado no ano de 1660. Abaixo segue-se uma imagem da página de título de seu livro de 1660 (WEST, 2005, p.32).

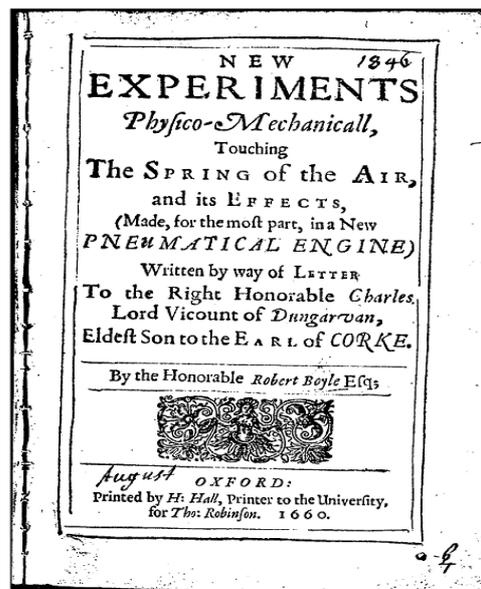


Figura 14: Página de título do livro de 1660.

http://www.bbk.ac.uk/boyle/researchers/intro_images/spring2edtp.jpg - 21/09/2016

No livro publicado por Boyle em 1660 além de descrever seus experimentos e resultados, ele descreve detalhadamente o processo de construção de sua bomba de ar. De fato, as primeiras 19 páginas de seu livro são dedicadas à descrição da bomba (WEST, 2005, p.33). Abaixo seguem duas imagens referentes à bomba de Boyle, a primeira retirada de seu próprio livro, e a segunda, é uma reconstrução moderna da bomba.



Figura 15: Bomba de ar de Boyle, projetada e construída por Robert Hooke.

<http://www.christies.com/lotfinderimages/d50672/d50672541.jpg> - 21/09/2016

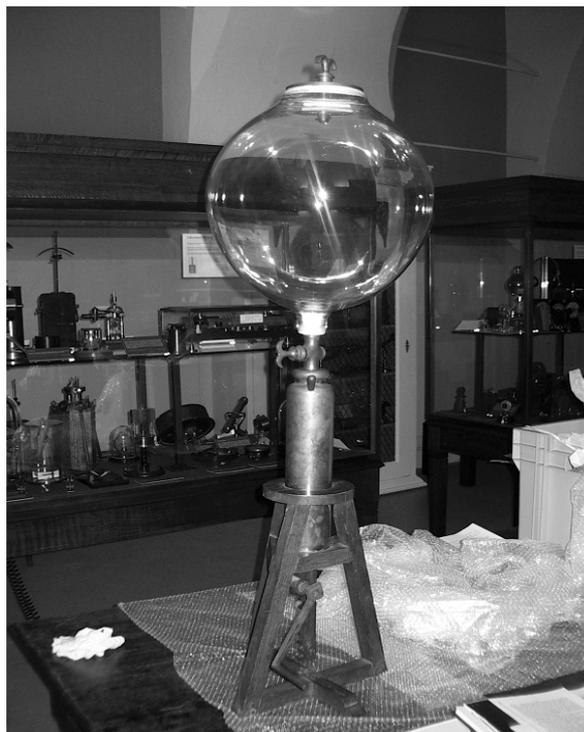


Figura 16: Reconstrução moderna da bomba de ar no museu de História da Ciência em Oxford

<http://jap.physiology.org/content/98/1/31/F4.large.jpg> -21/09/2016

Com sua bomba, Boyle conduziu um grande número de experimentos. Realizou experimentos envolvendo fisiologia, nos quais comprovava que animais impostos a baixas pressões não sobreviviam, experimentos relativos às propriedades do ar, tais como sua elasticidade e peso, e também verificou que uma vela não queimava em condições de pressão muito baixas, embora não soubesse explicar a causa. Boyle imaginava que, ao reduzir-se a pressão, a chama da vela deveria tornar-se maior. Além disso, realizou variantes dos experimentos realizados por Evangelista Torricelli. Estas variantes dos experimentos de Torricelli consistiam em realizar os mesmos experimentos feitos pelo italiano, mas utilizando a bomba de ar para verificar as alterações que ocorreriam na coluna de mercúrio. Através de seus experimentos, Boyle verificou que, quando o ar era removido, o nível do mercúrio no tubo diminuía, comprovando que realmente o que sustenta a coluna de mercúrio é a pressão de ar atuando na cuba. Boyle também realiza o processo reverso. Aumentando a pressão no interior do recipiente, constatou que a coluna de mercúrio subia, devido a uma maior pressão atuando na cuba. Sem dúvida, uma de suas maiores contribuições diz respeito à formulação da lei de Boyle, que trata da relação inversa entre pressão e volume. Seus resultados referentes a este tema encontram-se na segunda edição de seu livro de 1660, publicado dois anos depois, em 1662 “*New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Air: Whereunto is Added A*

Defence of the Authors Explication of the Experiments, Against the Objections of Franciscus Linus, and Thomas Hobbes”, que se tratou de um livro publicado como resposta as objeções levantadas por Linus com relação aos resultados obtidos por Boyle concernentes ao peso do ar, abaixo imagem relativa ao livro:

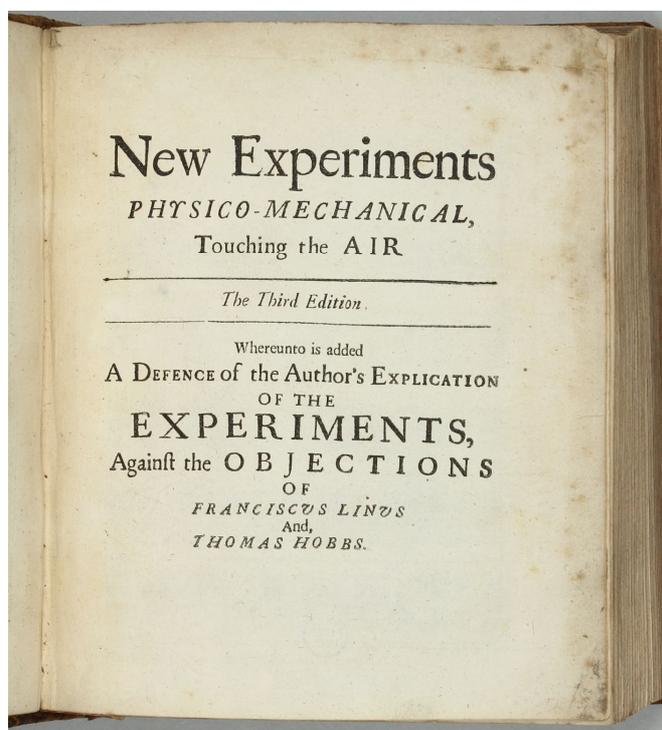


Figura 17: Página de título do livro de 1662

http://www.milestone-books.de/pictures/002505_6.JPG?v=1471714683 – 17/11/2016

Linus argumentava que alguma coisa invisível sobre o mercúrio deveria ser responsável por sua sustentação, e que o ar não poderia ser responsável por exercer tamanha força a ponto de sustentar a coluna de mercúrio no barômetro. Boyle idealiza, então, um novo experimento no intuito de comprovar seus resultados anteriores. Neste novo experimento, Boyle utiliza um tubo de vidro em forma de J, com o lado maior medindo cerca de 2,44 m, enquanto o lado menor media cerca de 30,5 cm e era selado na extremidade. Escalas feitas de papel foram afixadas aos dois lados do tubo, para que medidas de volume pudessem ser realizadas. Após isso, mercúrio foi adicionado ao tubo pelo lado maior, até que o nível nos dois lados do tubo fosse o mesmo. Em parte do tubo menor restou certa quantidade de ar aprisionada e como o nível de mercúrio nos dois lados do tubo era o mesmo, era possível afirmar que a pressão nos dois lados havia se igualado, ou seja, a pressão exercida pela pequena porção de ar confinada no lado menor do tubo era igual á pressão exercida pela

atmosfera no lado maior. Anotado o volume de ar aprisionado no lado menor, mais mercúrio passou a ser adicionado ao lado maior, de modo que o peso da coluna causava uma compressão sobre o volume de ar aprisionado no lado menor. Foi adicionado mercúrio até que o volume de ar aprisionado fosse exatamente à metade do volume inicial. Após isso, verificou-se que a diferença de altura nas duas colunas de mercúrio era de exatamente 0,76 m, que sabemos ser aproximadamente a medida da pressão atmosférica. Abaixo segue uma imagem para ajudar na compreensão do experimento realizado por Boyle, e que possibilitou a obtenção de sua Lei.

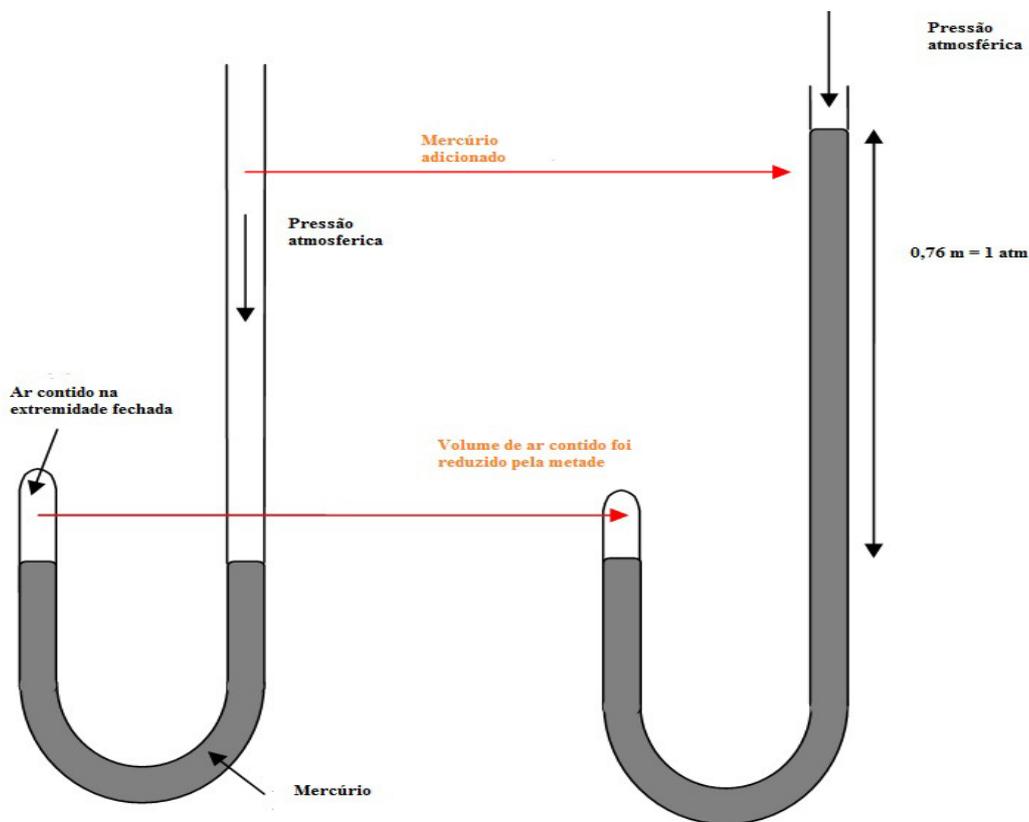


Figura 18: Experimento realizado por Boyle, que permitiu a obtenção de sua Lei.

Fonte: (FOWLER, 2006, p.3)

Boyle ficou extremamente satisfeito com os resultados obtidos, pois ele sabia que a pressão extra exercida pela coluna de mercúrio no lado maior do tubo era igual à uma pressão atmosférica extra, portanto, o ar confinado do lado menor reduziu seu volume a metade ao mesmo tempo em que dobrou a pressão exercida. Boyle repetiu o experimento diversas vezes e de diversas maneiras, obtendo assim uma relação entre pressão e volume. Ficou então estabelecida a Lei de Boyle:

$$PV = \text{constante}$$

Os dados obtidos por Boyle foram anotados em uma tabela, abaixo segue imagem da tabela onde Boyle anotou os dados de seu experimento:

<i>A</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
48	12	00		$29\frac{2}{8}$	$29\frac{2}{8}$
46	$11\frac{1}{2}$	$01\frac{7}{8}$		$30\frac{2}{8}$	$33\frac{1}{8}$
44	11	$02\frac{3}{8}$		$31\frac{5}{8}$	$31\frac{1}{8}$
42	$10\frac{1}{2}$	$04\frac{6}{8}$		$33\frac{5}{8}$	$33\frac{7}{8}$
40	10	$06\frac{2}{8}$		$35\frac{1}{8}$	35 -
38	$9\frac{1}{2}$	$07\frac{4}{8}$		37	$36\frac{1}{8}$
36	9	$10\frac{2}{8}$		$39\frac{5}{8}$	$38\frac{7}{8}$
34	$8\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{8}$		$41\frac{1}{8}$	$41\frac{1}{8}$
32	8	$15\frac{1}{8}$		$44\frac{3}{8}$	$43\frac{1}{8}$
30	$7\frac{1}{2}$	$17\frac{3}{8}$		$47\frac{1}{8}$	$46\frac{3}{8}$
28	7	$21\frac{3}{8}$		$50\frac{5}{8}$	50 -
26	$6\frac{1}{2}$	$25\frac{3}{8}$		$54\frac{5}{8}$	$53\frac{1}{8}$
24	6	$29\frac{1}{8}$		$58\frac{3}{8}$	$58\frac{3}{8}$
23	$5\frac{3}{4}$	$32\frac{1}{8}$		$61\frac{1}{8}$	$60\frac{5}{8}$
22	$5\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{8}$		$64\frac{1}{8}$	$63\frac{1}{8}$
21	$5\frac{1}{4}$	$37\frac{1}{8}$		$67\frac{1}{8}$	$66\frac{1}{4}$
20	5	$41\frac{3}{8}$		$70\frac{1}{8}$	70 -
19	$4\frac{3}{4}$	45 -		$74\frac{2}{8}$	$73\frac{1}{8}$
18	$4\frac{1}{2}$	$48\frac{1}{8}$		$77\frac{4}{8}$	$77\frac{2}{8}$
17	$4\frac{1}{4}$	$53\frac{1}{8}$		$82\frac{1}{8}$	$82\frac{1}{8}$
16	4	$58\frac{2}{8}$		$87\frac{1}{8}$	$87\frac{1}{8}$
15	$3\frac{3}{4}$	$63\frac{3}{8}$		$93\frac{1}{8}$	$93\frac{1}{8}$
14	$3\frac{1}{2}$	$71\frac{5}{8}$		$100\frac{7}{8}$	99 ⁶ / ₇
13	$3\frac{1}{4}$	$78\frac{1}{8}$		$107\frac{1}{8}$	$107\frac{7}{8}$
12	3	$88\frac{7}{8}$		$117\frac{9}{8}$	$116\frac{4}{8}$

Added to $22\frac{1}{8}$ makes

Figura 19: Dados obtidos por Boyle, a coluna A é referente ao volume e E se trata da pressão, as unidades utilizadas não são conhecidas.

Os trabalhos de Boyle vieram para confirmar tudo aquilo que estava sendo dito e gradativamente provado acerca de conceitos como o peso do ar e a pressão atmosférica, afastando cada vez mais as concepções aristotélicas e auxiliando no estabelecimento deste novo paradigma.

A complicada história da descoberta da lei de Boyle foi recentemente desvendada pelos historiadores. Aparentemente a lei foi proposta primeiramente por outros dois cientistas britânicos, Henry Power e Richard Towneley, tendo por base que seus experimentos foram iniciados em 1653. Eles não publicaram seus resultados imediatamente, mas após os primeiros experimentos de Boyle sobre a pressão atmosférica serem publicados em 1660, Power enviou um artigo descrevendo os resultados de seu trabalho conjunto a seu amigo, William Croone, em Londres. O título do artigo era “ Experimentos adicionais realizados no Towneley hall nos anos de 1660 e 1661, com o auxílio do cavalheiro Richard Towneley.” Mas Power não colocou seu próprio nome no artigo. Croone enviou o artigo a Boyle, se esquecendo de mencionar que Power era o autor. Boyle foi muito cuidadoso em dar o devido crédito pela informação recebida e em sua monografia de 1662 em resposta a Linus, ele diz que não havia percebido que a simples relação $PV = \text{constante}$ se aplicava aos seus próprios dados até que Richard Towneley mencionasse. Cientistas posteriores, que leram os trabalhos de Boyle, assumiram que Boyle realizou toda a descoberta por si mesmo (HOLTON e BRUSH, 1976)

4. Considerações finais

A partir das informações históricas aqui presentes espero que muitas aulas possam ser elaboradas e novas metodologias aplicadas em sala de aula. Sabemos da dificuldade de se pensar fora da caixinha, sair da rotina, jogar fora os planos de aula velhos, mas se queremos ver mudança devemos fazer nossa parte.

A experiência obtida com a aplicação da proposta foi bastante positiva, os alunos se portaram de maneira bastante diferente da convencional, alunos conhecidos por serem agitados e perdidos durante as aulas se mostraram interessados e compenetrados afim de compreender como a ciência é construída, atribuo isso ao fato de os alunos terem sido desafiados o tempo todo através de questionamentos que lhes estimulava a pensar. A aplicação do pré-teste teve papel fundamental no estímulo dos alunos para as aulas que viriam, as perguntas eram relativamente simples e os alunos se viram surpresos ao notar que não eram capazes de responder a elas, ou se eram, tinham bastante dúvida com relação as suas próprias concepções. Esse pontapé inicial criou uma expectativa nos alunos, expectativa de descobrir as respostas para os simples questionamentos levantados, foi feito um trabalho para que os alunos se sentissem literalmente desafiados.

A aplicação do material histórico foi feita de modo a promover novas reflexões por parte dos alunos, de modo a confrontarem suas próprias concepções com relação as respostas dadas no teste realizado, notava-se argumentação entre os alunos e também entre alunos e professor. Ao final de cada aula sempre foi dado um momento para discussão e reflexão a respeito do que havíamos aprendido naquele dia, se eles mudariam se possível alguma resposta dada no teste. Cada dia podia sentir que novo conhecimento havia sido agregado e isso foi bastante recompensador. Ao final da aplicação da proposta, em uma discussão final, pude notar o quanto os alunos haviam evoluído em sua compreensão do tema abordado e através da reaplicação do pré-teste pude de fato atestar a eficácia da proposta pedagógica utilizada.

A metodologia está posta, o material histórico reunido, precisamos agora de um pouco de força de vontade e fé de que a utilização da história da Ciência como ferramenta pedagógica de fato apresenta potencial de facilitar a construção do conhecimento por parte dos alunos.

Anexos

As cartas abaixo foram retiradas dos tratados físicos de Blaise Pascal, traduzido para o português por Roberto de Andrade Martins e publicado em: *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* [série 2] 1 (3 – número especial): 49-168, 1989.

CÓPIA DA CARTA DO SENHOR PASCAL, O JOVEM, AO SENHOR PÉRIER, DE 15 DE NOVEMBRO DE 1647.

Senhor,

Eu não interromperia o trabalho contínuo no qual vós estais empenhado para vos entreter com meditações físicas se não soubesse que elas servirão para descansá-lo em vossas horas de lazer e enquanto que outros seriam atrapalhados por elas, vós vos divertireis. Sinto pouca dificuldade nisso, pois sei o prazer que tendes nesse tipo de entretenimento. Essa não será senão uma continuação daquelas que fizemos juntos com relação ao vazio. Sabeis qual é o sentimento dos filósofos sobre esse assunto: todos adotaram como máxima que a natureza tem horror ao vazio; e quase todos, indo mais adiante, sustentaram que ela não pode aceitá-lo e que ela preferiria destruir-se a si mesma do que aceitá-lo. Assim as opiniões se dividiram; uns se contentaram em dizer que ela tinha apenas horror, outros mantiveram que ela não poderia aceitá-lo. Trabalhei, em meu *Resumo do tratado do vazio*, para destruir essa última opinião e creio que as experiências que lá relatei são suficientes para fazer ver claramente que a natureza pode aceitar de fato um espaço, tão grande quanto se queira, vazio de todas as matérias por nós conhecidas e que são perceptíveis a nossos sentidos. Trabalho atualmente examinando a verdade da primeira e procurando experiências que façam ver se os efeitos que são atribuídos ao horror ao vazio devem realmente ser atribuídos a esse horror ao vazio, ou se deve sê-lo ao peso e pressão do ar; pois, para mostrar claramente meu pensamento, tenho dificuldade em acreditar que a natureza que não é animada, nem sensível, seja capaz de sentir horror, pois as paixões pressupõem uma alma capaz de senti-las e inclino-me mais a atribuir todos esses efeitos ao peso e pressão do ar, pois não os considero senão casos particulares de uma proposição universal do equilíbrio dos líquidos, que deve tomar a maior parte do tratado que prometo. Não é que eu não tivesse esses mesmo pensamentos quando produzi o meu resumo; e, no entanto, à falta de experiências convincentes, eu não ousava então (e não ousa ainda) afastar-me da máxima do horror ao vazio e eu próprio empreguei essa máxima em meu resumo: não tendo então outro propósito senão de combater a opinião daqueles que

sustentavam que o vazio é absolutamente impossível e que a natureza preferiria sofrer destruição do que aceitar o menor espaço vazio. De fato, não considero que nos seja permitido afastar-nos a não ser das máximas que recebemos da antiguidade por pouco que seja se formos obrigados a isso por provas indubitáveis e invencíveis. Mas nesse caso considero que seria uma extrema fraqueza ter o menor escrúpulo e que enfim devemos ter maior veneração pelas verdades evidentes do que obstinação pelas opiniões recebidas. Eu não teria um meio melhor para vos testemunhar a circunspecção que sempre trago antes de me afastar das antigas máximas, do que lembrar-vos a experiência que fiz esses dias atrás em vossa presença com dois tubos um dentro do outro que mostra aparentemente o vazio dentro do vazio. Vós vistes que o mercúrio do tubo interior permanecia suspenso à altura na qual se mantém pela experiência ordinária, quando era contrabalançado e pressionado pelo peso da massa inteira do ar e que, ao contrário, ele cai completamente sem que lhe reste altura nem suspensão, quando, por meio do vazio do qual ele foi cercado, ele não é mais pressionado nem contrabalançado por nenhum ar, tendo ele sido retirado de todos os lados. Vós vistes em seguida que essa altura ou suspensão do mercúrio aumentava ou diminuía à medida que a pressão do ar aumentava ou diminuía e que enfim todas essas diversas alturas ou suspensões do mercúrio, encontravam-se sempre proporcionais à pressão do ar.

Certamente, depois dessa experiência, poderíamos ser persuadidos de que não é o horror do vácuo, como o supomos, que causa suspensão do mercúrio na experiência ordinária, mas apenas o peso e pressão do ar que contrabalança o peso do mercúrio. Mas, já que todos os efeitos dessa última experiência de dois tubos, que se explicam tão naturalmente apenas pela pressão e peso do ar, podem ainda ser explicados de forma igualmente provável pelo horror do vazio, mantenho-me nessa antiga máxima, estando no entanto resolvido a procurar o total esclarecimento dessa dificuldade por uma experiência decisiva. Imaginei uma que sozinha poderá ser suficiente para nos proporcionar a luz que procuramos, se ela puder ser executada de modo correto. É de fazer a experiência ordinária do vazio várias vezes no mesmo dia, em um mesmo tubo, com o mesmo mercúrio, tanto na base como no topo de uma montanha, que tenha altura de pelo menos 500 ou 600 toesas, para verificar se a altura do mercúrio suspenso no tubo se encontrará semelhante ou diferente nessas duas situações. Vedes já, sem dúvida, que essa experiência é decisiva da questão e que, se ocorrer que a altura do mercúrio é menor no alto do que embaixo da montanha (como tenho muitas razões para crer, embora todos os que meditaram sobre esse assunto sejam contrários a esse sentimento), seguir-se-á necessariamente que o peso e pressão do ar são a única causa dessa suspensão do mercúrio e não o horror ao vácuo, pois é bem certo que existe muito mais ar que pesa sobre o pé da

montanha do que em seu cume; no entanto não se poderia dizer que a natureza no pé da montanha tem maior horror ao vazio do que em seu topo.

Mas como ordinariamente a dificuldade se encontra unida as grandes coisas, vejo muitas na execução desse projeto, pois é preciso para isso escolher uma montanha excessivamente alta, próxima de uma cidade na qual se encontre uma pessoa capaz de dar a esse teste toda a exatidão necessária. Pois, se a montanha estiver afastada, será difícil aí levar os recipientes, mercúrio, os tubos e muitas outras coisas necessárias, realizar essas viagens penosas tantas vezes quanto for preciso, para encontrar no alto das montanhas o tempo sereno e cômodo, que não ocorre a não ser às vezes. E como é igualmente raro tanto encontrar pessoas fora de Paris que tenham essas qualidades quanto lugares que tenham essas condições, considere-me feliz de ter, nessa ocasião, encontrado a ambos, pois nossa vila de Clermont esta ao pé da grande montanha do Puy de Dôme e espero que por vossa bondade vós me dareis a graça de desejar fazer vós mesmos essa experiência; estando certo disso, deixei todos os curiosos de Paris na expectativa, entre eles o reverendíssimo padre Mersenne, que já se comprometeu através de cartas escritas para a Itália, a Polônia, a Suécia, Holanda, etc., de participá-la aos amigos que ele adquiriu por seus méritos. Não descrevo os modos de executá-la, pois sei bem que vós não omitireis nenhuma das circunstâncias necessárias para fazê-la com precisão.

Rogo-vos apenas que seja feito o mais rápido possível e que perdoeis essa liberdade à qual sou obrigado pela impaciência que tenho em informar o seu sucesso, sem o qual não poderia dar os últimos retoques ao tratado que prometi ao público, nem satisfazer o desejo de tantas pessoas que o aguardam e que vos serão infinitamente gratas. Não é que eu queira diminuir meu reconhecimento pelo número daqueles que o partilharão comigo, pois desejo, ao contrário, tomar parte daquele que eles vos terão e permanecer ainda mais,

Senhor,

Vosso muito humilde e muito obediente servidor,

Pascal.

De Paris, 15 de novembro de 1647.

CARTA DO SENHOR PÉRIER AO SENHOR PASCAL, O JOVEM

De 22 de setembro de 1648

Senhor,

Enfim fiz a experiência que esperais a tanto tempo. Eu vos teria dado essa satisfação mais cedo; no entanto, fui impedido, tanto pelas tarefas que tive em Bourbonnais, quanto por causa de que, pelas neves ou neblinas que, desde a minha chegada, cobriram tanta a montanha do Puy de Dôme onde eu deveria fazê-la, que, mesmo nessa estação que é a mais bela do ano, tive dificuldade em encontrar um dia no qual se pudesse ver o cume dessa montanha, que se encontra ordinariamente dentro das nuvens e às vezes acima, embora ao mesmo tempo fizesse um bom tempo no campo: de modo que não fui capaz de reunir minha comodidade com a da estação antes do dia 19 desse mês. Mas a felicidade com a qual a fiz nesse dia me consolou plenamente do pequeno desprazer que me haviam dado tantos atrasos, que não fui capaz de evitar.

Forneço-vos aqui uma descrição ampla e fiel, onde vereis a precisão e os cuidados que lhe dei, aos quais considerarei adequado reunir também a presença de pessoas tão sábias quanto acima de qualquer crítica, a fim de que a sinceridade de seu testemunho não deixasse nenhuma dúvida da certeza da experiência.

Relatório da experiência feita pelo Senhor Périer

O dia de sábado último, dia 19 desse mês, foi bastante inconstante; no entanto, como o tempo parecia bastante belo às cinco horas da manhã e o cume do Puy de Dôme se mostrava descoberto, resolvi ir até lá para fazer a experiência. Para isso, avisei a várias pessoas de boa condição dessa cidade de Clermont, que me haviam solicitado avisá-las sobre o dia em que eu lá iria, das quais algumas são eclesiásticos e outras leigos: entre os eclesiásticos estavam o muito reverendo padre Bannier, um dos padres mínimos dessa cidade, que várias vezes foi corregedor, quer dizer superior, e o Senhor Mosnier, cônego da igreja catedral dessa cidade; e, entre os leigos, os Senhores la Ville e Begon, conselheiros na corte das ajudas e o Senhor La Porte, doutor em medicina que a pratica aqui, todas pessoas muito capazes, não apenas em suas profissões, mas também em todos os belos conhecimentos, com os quais fiquei maravilhado de executar esse belo trabalho. Nos fomos portanto nesse dia, todos juntos, às

oito horas da manhã, ao jardim dos padres Mínimos, que é quase o lugar mais baixo da cidade, onde a experiência foi iniciada da maneira seguinte.

Primeiramente, despejei em um recipiente dezesseis libras de mercúrio, que eu havia retificado nos três dias precedentes; e tendo tomado dois tubos de vidro de grossuras semelhantes e cada um com comprimento de quatro pés, selados hermeticamente em uma extremidade e abertos na outra, fiz, em cada um deles, a experiência ordinária do vazio nesse mesmo recipiente e, tendo aproximado e reunido os dois tubos um contra o outro, sem tirá-los para fora de seu recipiente, observou-se que o mercúrio que havia permanecido em cada um deles estava no mesmo nível e que havia em cada um deles, acima da superfície do vaso, 26 polegadas e 3,5 linhas. Refiz essa mesma experiência nesse mesmo lugar, com os dois mesmos tubos, com o mesmo mercúrio e no mesmo recipiente duas outras vezes, encontrando-se sempre que o mercúrio dos dois tubos ficava no mesmo nível e a mesma altura que na primeira vez.

Isso feito, deixei na residência um desses dois tubos em seu recipiente em uma experiência contínua. Marquei no vidro a altura do mercúrio e, tendo deixado esse tubo no mesmo lugar, solicitei ao reverendo padre Chastin, um dos religiosos da casa, homem tão piedoso quanto capaz e que raciocina muito bem nesses assuntos, de ter o trabalho de aí observar, de momento em momento, durante todo o dia, se ocorreria alguma mudança. E com o outro tubo e uma parte desse mesmo mercúrio, fui, com todos esses senhores, fazer as mesmas experiências no alto do Puy de Dôme, que está quinhentas toesas aproximadamente acima dos Mínimos, onde se encontrou que não restava mais no tubo senão a altura de 23 polegadas e 2 linhas de mercúrio, ao invés que nos Mínimos havia-se encontrado, nesse mesmo tubo, a altura de 26 polegadas e 3,5 linhas; e, assim, entre as alturas do mercúrio dessas duas experiências, existe uma diferença de 3 polegadas, 1,5 linha: o que nos maravilhou com admiração e espanto e nos surpreendeu de tal forma que, para nos satisfazermos totalmente, quisemos repeti-la. É por isso que eu a fiz ainda cinco outras vezes muito exatamente, em diferentes lugares do topo da montanha, tanto em um lugar coberto dentro da pequena capela que lá existe, quanto a descoberto, tanto ao abrigo quanto ao vento, tanto no bom tempo quanto durante a chuva e a neblina que nos envolviam às vezes, tendo em cada vez expurgado cuidadosamente de ar o tubo; sempre se encontrou a mesma altura do mercúrio de 23 polegadas e 2 linhas, que são 3 polegadas 1,5 linha de diferença em relação a 26 polegadas e 3,5 linhas que haviam sido encontradas nos Mínimos. Isso nos satisfez plenamente.

Depois, descendo a montanha, refiz no caminho a mesma experiência, sempre com o mesmo tubo, o mesmo mercúrio e o mesmo vaso, em um lugar chamado *A Fonte da Árvore*, bastante acima dos Mínimos, mas bastante abaixo do cume da montanha; e lá encontrei que a altura do mercúrio que permanecia no tubo era de 25 polegadas. Eu a refiz uma segunda vez nesse mesmo lugar e o acima citado Senhor Mosnier teve a curiosidade de fazê-la ele mesmo; ele a fez portanto nesse mesmo lugar e encontrou-se sempre a mesma altura de 25 polegadas, que é menos do que aquilo que se encontrou nos Mínimos por 1 polegada e 3,5 linhas e maior do que aquela que tínhamos acabado de encontrar no alto do Puy de Dôme de 1 polegada 10,5 linhas, o que aumentou bastante nossa satisfação, vendo a altura do mercúrio diminuir de acordo com a altura dos lugares.

Enfim, tendo retornado aos Mínimos, aí encontrei o recipiente que havia deixado em experiência contínua, na mesma altura na qual o havia deixado, de 26 polegadas e 3,5 linhas; o reverendo padre Chastin, que havia aí permanecido para observá-la, nos relatou que essa altura não tinha sofrido nenhuma mudança durante todo o dia, embora o tempo tenha sido bastante inconstante, às vezes sereno, às vezes chuvoso, às vezes cheio de névoa e às vezes ventoso.

Aí refiz a experiência com o tubo que havia levado ao Puy de Dôme e no vaso onde estava o tubo em experiência contínua; encontrei que o mercúrio estava no mesmo nível, nesses dois tubos, e à altura de 26 polegadas, 3,5 linhas como havia sido encontrado de manhã nesse mesmo tubo e como havia sido observado constantemente durante todo o dia no tubo em experiência contínua.

Eu a repeti ainda pela última vez, não apenas no mesmo tubo que havia levado sobre o Puy de Dôme mas ainda com o mesmo mercúrio e no mesmo recipiente que havia levado e encontrei sempre que o mercúrio ficava à mesma altura de 26 polegadas, 3,5 linhas, que havia sido encontrada de manhã. E isso nos manteve na certeza da experiência.

No dia seguinte o reverendíssimo padre de la Mare, padre do oratório e teólogo da igreja catedral que havia estado presente ao que havia se passado na manhã do dia precedente nos jardins dos Mínimos, e a quem eu havia descrito aquilo que havia acontecido no Puy de Dôme, me propôs fazer a mesma experiência ao pé e no alto da mais alta das torres da Notre-Dame de Clermont, para verificar se ocorreria uma diferença. Para satisfazer a curiosidade de um homen de tão grande mérito e que deu a toda França provas de sua capacidade, fiz no mesmo dia a experiência ordinária do vazio, em uma casa particular que está que está no mais alto lugar da cidade, elevado acima dos jardins dos Mínimos de seis ou sete toesas e ao nível do pé da torre: nós la encontramos que o mercúrio te a altura de aproximadamente 26

polegadas e 3 linhas que é cerca de 0,5 linha menor do que aquela que havia sido encontrada nos Mínimos.

Em seguida, eu a fiz no alto da mesma torre, que está 20 toesas acima de sua base e acima do jardim dos Mínimos cerca de 26 ou 27 toesas; aí encontrei o mercúrio a altura à altura de cerca de 26 polegadas e 1 linha que é cerca de 2 linhas a menos do que aquela que havia sido encontrada ao pé da torre e cerca de 2,5 linhas em relação àquela que havia sido encontrada nos Mínimos.

De modo que, para retomar e comparar as diferentes variações dos lugares, onde as experiências foram feitas, com as diferentes alturas do mercúrio que permaneceu nos tubos, encontra-se:

Que na experiência feita no lugar mais baixo, o mercúrio permaneceu a altura de 26 polegadas, 3,5 linhas.

Naquela que foi em um lugar com uma elevação em relação ao mais baixo de cerca de 27 toesas, o mercúrio se encontrou à altura de 26 polegadas e 1 linha.

Naquela que foi feita em um lugar elevado acima do mais baixo em cerca de 150 toesas, o mercúrio se encontrou à altura de 25 polegadas.

Naquela que foi feita em um lugar cerca de 500 toesas acima do mais baixo, o mercúrio se encontrou a uma altura de 23 polegadas e 2 linhas.

E, portanto, encontra-se que cerca de 7 toesas de elevação dão uma diferença na altura do mercúrio de 0,5 linha.

Cerca de 27 toesas: 2,5 linhas.

Cerca de 150 toesas: 15,5 linhas, que correspondem a 1 polegada e 3,5 linhas.

E cerca de 500 toesas: 37,5 linhas, que correspondem a 3 polegadas e 1,5 linhas.

Eis realmente tudo aquilo que aconteceu nessa experiência, da qual todos esses senhores que as assistiram vos assinarão o relatório quando assim o desejares.

De resto, tenho a vos dizer que as alturas do mercúrio foram tomadas muito exatamente; mas as dos lugares onde as experiências foram feitas, não o foram tão bem.

Se eu tivesse tido tempo e comodidade, eu as teria medido com mais precisão e até mesmo marcado lugares na montanha a cada 100 toesas, em cada um dos quais teria feito a experiência e marcado as diferenças que se tivesse encontrado na altura do mercúrio em cada uma dessas estações, para vos dar exatamente a diferença que teriam produzido as primeiras 100 toesas, aquelas que teriam sido as segundas 100 toesas e assim para as outras; o que poderia servir para elaborar uma tabela, por cuja extrapolação aqueles que quizessem se dar

ao trabalho de fazê-lo poderiam talvez chegar ao perfeito conhecimento do exato tamanho do diâmetro de toda a esfera do ar.

Não perco a esperança de vos enviar algum dia essas diferenças de 100 toesas, tanto para nossa satisfação quanto pela utilidade que o público terá por ela.

Se vós encontrardes algumas obscuridades nessa descrição, eu vo-las poderei esclarecer pessoalmente em poucos dias, já que estou para fazer uma pequena viagem a Paris, onde vos assegurarei que sou,

Senhor,

Vosso muito humilde e muito afeiçoado servidor,

Périer.

De Clermont, 22 de setembro de 1648.

CARTA DE TORRICELLI A MICHELANGELO RICCI

Firenze, 11 de junho de 1644.

Muito ilustre Senhor e mestre caríssimo.

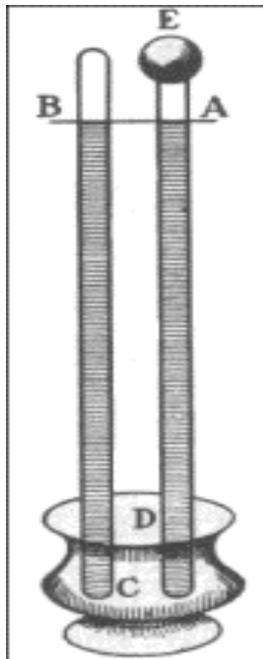
Enviei algumas semanas atrás demonstrações minhas sobre o espaço da ciclóide ao Sr. Antonio Nardi, pedindo-lhe que, depois de havê-las visto, enviasse-as diretamente a V.S ou então ao Sr. Magiotti. Já lhe anunciei que estava sendo feita alguma experiência filosófica sobre o vácuo, não simplesmente para fazer o vácuo, mas para fazer um instrumento que mostrasse as mudanças do ar – ora mais pesado e grosso ora mais leve e sutil. Muitos disseram que o vácuo não pode ocorrer; outros que pode, mas com esforço e com repugnância da Natureza; ainda não conheço ninguém que haja dito que possa ocorrer sem esforço e sem resistência da Natureza. Eu pensava assim: se encontrasse alguma causa evidente que explicasse essa resistência que se sente ao tentar fazer o vácuo, parecer-me-ia inútil tentar atribuir ao vácuo esse efeito que claramente é devido a outra razão; e, fazendo certos cálculos fáclimos, encontro que a causa admitida por mim (ou seja, o peso do ar) deveria por si só ser mais notável do que ela o é ao se tentar produzir o vácuo. Digo isso para que algum filósofo, vendo-se incapaz de fugir a essa confissão de que a gravidade do ar explica a repugnância sentida ao se fazer o vácuo, não dissesse que aceita o efeito do peso do ar mas persistisse em

afirmar que a Natureza também contribui para a repugnância ao vácuo. Vivemos submersos no fundo de um abismo do elemento ar, o qual, por experiências indubitáveis, sabe-se que pesa: e tanto que, a essa grande vizinhança da superfície da Terra, pesa aproximadamente 1/400 do peso da água. Os autores observaram, depois do crepúsculo, que o ar cheio de vapores e visível se eleva a cerca de cinquenta ou cinquenta e quatro milhas acima de nós; mas não creio que seja tanto, pois mostrarei que o vácuo deveria fazer uma resistência muito maior do que a que faz, se bem que se deve admitir a seu favor que o peso determinado por Galileo se aplica ao ar baixíssimo onde se movem os homens e os animais, mas que, acima dos cumes das altas montanhas, o ar começa a ser puríssimo e de peso muito inferior a 1/400 do peso da água. Fizemos muitos vasos de vidro, como indicados em A e B, grossos e com o pescoço com comprimento de duas braças; (sendo) esses preenchidos de mercúrio, depois fechados pela boca com um dedo e invertidos em um vaso C no qual havia mercúrio, via-se que eles se envaziavam e que nada acontecia ao vaso que se esvaziava; no entanto, o pescoço AD ficava sempre cheio até a altura de uma braça e um quarto e mais uma polegada. Para mostrar que o vaso estava perfeitamente vazio, preenchia-se o vasilhame com água sobreposta (ao mercúrio) até D; e, erguendo o vaso pouco a pouco, via-se, quando a boca do vaso chegava à água, que o mercúrio descia do pescoço e ele se enchia de água, com impeto horrível, totalmente, até a marca E. Raciocinava-se: enquanto o vaso AE estava vazio e o mercúrio se sustentava – embora pesadíssimo – no pescoço AC, essa força que dirige o mercúrio contra sua natureza de cair para baixo, conforme se acreditou até agora, era interna ao vaso AE; ou ao vácuo, ou a essa matéria extremamente rarefeita; mas eu mantenho que é externa e que q força vem de fora. Sobre a superfície do líquido que está na bacia gravita a altura de cinquenta milhas de ar; devemos nos maravilhar se no vidro CE, onde o mercúrio não tem tendência nem repugnância, pois nada existe aí, ele entre e se eleve tanto que se equilibre com a gravidade do ar externo, que o empurra? Também a água em um vaso semelhante mas muito mais longo subirá até quase dezoito braças, isto é, tanto mais em relação ao mercúrio quanto o mercúrio é mais pesado do que a água, para equilibrar-se com a mesma causa que empurra um e outro. O raciocínio era confirmado pela experiência feita ao mesmo tempo com o vaso A e com o tubo B nos quais o mercúrio parava sempre na mesma horizontal AB – sinal quase seguro de que a força não estava dentro; pois o vaso AE teria mais força, onde havia mais matéria rarefeita e atrativa, e muito mais poderosa pela maior rarefação, do que aquela do pequeníssimo espaço B. Tentei, portanto, com esse princípio, explicar todo tipo de repugnância sentida nos vários efeitos atribuídos ao vácuo, não tendo, até agora, encontrado nada que não dê certo. Sei que surgirão muitas objeções a V.S., mas

espero também que as superará pensando. Minha principal intenção, no entanto, não teve sucesso – a de conhecer quando o ar é mais grosso e pesado e quando é mais sutil e leve com o instrumento EC, pois o nível AB se altera por uma outra causa (que eu não poderia acreditar), ou seja, pelo calor e frio – e muito sensivelmente, como se o vaso AE estivesse cheio de ar.

Firenze, 11 de junho de 1644.

Sou muitíssimo devedor e obrigado
a vossa muito ilustre senhoria,
V. Torricelli.



http://www.ghtc.usp.br/server/Sites-HF/Felipe-Lourenco/invencoes_arquivos/image007.gif - 24/09/2016

CARTA ESCRITA SO SENHOR CHARUT, RESIDENTE DE SUA MAJESTADE NA SUÉCIA SOBRE A EXPERIÊNCIA DO VAZIO, EM NOVEMBRO DE 1646, PELO SENHOR PETIT SUPERINTENDENTE DAS FORTIFICAÇÕES

Ao Senhor

Senhor Charut, conselheiro do Rei em seus conselhos e residente de Sua Majestade muito Cristã junto a Rainha da Suécia.

Senhor,

Mesmo se eu não tivesse outro assunto para escrever-vos na bela ocasião do retorno do Senhor Embaixador da Suécia, além de dar-me a honra de lembrar-vos de mim e de renovar o oferecimento de meu muito humilde serviço, eu não deixaria de fazê-lo e de vos testemunhar que partilho da alegria de todos vossos amigos pelos testemunhos que Sua Excelência proporcionou de vosso mérito e da satisfação que Sua Majestade da Suécia tem por vossos serviços. De fato, como ninguém poderia ocupar mais dignamente o lugar que ocupais do que vós mesmo, não há motivo para espanto se vós vos desempenhais das tarefas dignas dele com uma aprovação geral. Mas como sei bem que as almas constituídas como a vossa estão acima de qualquer elogio, e como sabeis também que a minha sempre fez o voto dessa liberdade filosófica que diz a verdade ingenuamente e com poucas palavras, temendo que elas sejam suspeitas de pedantismo, quando são exageradas, eu me contentaria em fazer-vos este pequeno cumprimento e em fazer-vos conhecer com que afeto me interesso por tudo o que vos toca.

E para vos participar aquilo que ocorre na França entre vossos amigos e no liceu dos curiosos e filósofos – embora não tenha dúvida de que tendes correspondências que vos notificam todas as novidades e boas coisas que são aqui feitas – dir-vos-ei uma feita por mim que não vos desagradará, relativa a uma experiência que o Padre Mersenne me disse ultimamente que quisestes fazê-la juntos mas que não suficientemente bem sucedida que pudesse satisfazê-los. É a experiência de Torricelli, sobre o vazio, com a qual quero vos entreter, se vossos afazeres mais sérios vos podem permiti-lo.

Sabei portanto, que, tendo-a feito particularmente há quatro ou cinco meses atrás, com um tubo de vidro de cerca de dois pés de comprimento, e tendo descoberto que não havia aí mercúrio suficiente para causar, por seu peso, um vazio muito sensível; e que o pouco que aparecia no alto do tubo poder-se-ia dizer, de acordo com a opinião comum, ser ar rarefeito, mesmo se antes ele não tivesse sequer o tamanho de um grão de alpiste, embora eu tivesse tomado todas as precauções suficientes; para concluir que não havia nada, fiz sua descrição a nosso bom amigo, Senhor Pascal, ao passar por Rouen; ele ficou encantado por ouvir falar de uma tal experiência – tanto por sua novidade, quanto porque sabeis que ele desde longo tempo admite o vazio; e como lhe disse que ainda não estava totalmente satisfeito com essa experiência e que gostaria de refazê-la algum dia em que pudesse, com um tubo maior e com maior quantidade de mercúrio, para produzir, se fosse possível, um vazio maior por um maior peso, ele me rogou que pudesse ser seu espectador e que a fizéssemos juntos quando de meu retorno de Dieppe. Para vos dizer como sucedeu o caso pelo qual eu para lá me dirigia, que

era para me assegurar da verdade das afirmações feitas desde 5 anos atrás por um homem de Marseille que diz descer ao fundo do mar e aí permanecer cinco ou seis horas por meio de certa máquina, em consideração ao que o Rei e o monsenhor Cardeal Richelieu lhe deram permissão de aí pescar e de lá tirar todas as coisas perdidas e abandonadas – isso seria me desviar muito de meu assunto e mergulhar em uma conversa tão alentada quanto a presente; continuarei apenas a história de nosso vazio e vos direi que, retornando a Rouen, fomos juntos a vidraria onde fiz fabricarem um tubo de quatro pés de comprimento e com a grossura interna do dedo mínimo e o fiz fechar por uma extremidade – ou selar hermeticamente, para falar nos termos da arte. Feito isso, fomos a um vendedor de drogas ou especiarias para nos fornecer a quantidade de mercúrio que nos seria necessária, de cerca de quarenta ou cinquenta libras. Com ele, com a ajuda de um pequeno funil de papel dobrado (pois esquecemos de mandar fazer um de vidro e os de ferro branco não valem nada aqui, por causa do estanho), preenchemos totalmente o nosso tubo, cuja extremidade de baixo, que estava tampada, estava dentro de uma pequena bacia de madeira bastante profunda e espaçosa (um pote de barro que não fosse tão longo e que fosse mais profundo teria sido melhor); tendo o tubo sido assim tudo preenchido de mercúrio, coloquei dentro da bacia a altura de três dedos de mercúrio e acima dele fiz colocar a mesma quantidade de água comum. Isso feito, ergui meu braço colocando o dedo médio sobre o furo do tubo, qual estava tão cheio de mercúrio que ele jorrou quando o dedo ocupou seu lugar - e o erguemos muito docemente, sustentando-o embaixo e no meio, temendo que o peso o fizesse romper-se e para me ajudar. Depois, mantendo sempre o dedo firme e a mão no tubo, eu o mergulhei através da água no mercúrio até que meu dedo estivesse no fundo do vaso; ficamos então algum tempo examinando se havia alguma ar no topo (do tubo); não o vimos de modo algum – pelo contrário, ele estava visivelmente todo cheio de mercúrio; depois disso, retirando o meu dedo de baixo e deixando o tubo tocar o fundo do vaso, vimos o mercúrio descer e abandonar o alto do tubo, não de uma só vez e em um instante, nem muito lentamente, mas como água derramada em um filtro; e, o que é muito admirável, ele desceu mais de dezoito polegadas, que é um comprimento extraordinário – e eu nem teria jamais acreditado nisso, pois, na primeira vez, quando meu tubo era menor, não fez (um efeito) proporcional. Pusemo-nos a filosofar sobre isso antes de prosseguir e o filho do Senhor Pascal objetou que os simplícios poderiam dizer que esse espaço que parecia vazio era ar, o qual, para evitar o vazio, teria penetrado o vidro e entrado por seus poros; respondi-lhe que se poderia perguntar-lhes porque não entrava ainda mais e porque todo o mercúrio não caía, pois o ar poderia entrar no tubo pelos poros do vidro e substituir todo o resto do mercúrio como já havia feito com uma parte; de tal modo, por que

essa razão necessária e por muitas outras que provam que o vidro não é poroso nem permeável pelo ar, como o demonstram os termômetros por sua rarefação e condensação, causadas pelo frio e pelo calor, parece-nos que isso não poderia ser ar que penetrou pelos poros do vidro. Também para dizer que ele tivesse subido pela parte de baixo do tubo, seria preciso que ele primeiramente tivesse descido e passado através da água e do mercúrio, mais pesados do que ele e que, portanto, ele não poderia penetrar. Além disso, se tivesse podido passar uma certa quantidade do comprimento de dezoito polegadas, por que não teria a passado ainda mais? O que teria impedido a sua continuação, que seria mais fácil do que a entrada? Portanto, nada assegurava que fosse ar, nem havia razão para convencer que não era. Mas eis aqui o que parecerá decidir toda a questão. Depois que por muito tempo examinamos com espanto esse vazio aparente ou verdadeiro, tendo-o medido e marcando sobre o vidro, ergui-o docemente pelo alto e – coisa estranha – o vazio aumentou ainda de altura, tanto quanto havia de mercúrio no fundo do vaso, sem que o nível ou altura do mercúrio que estava no tubo mudasse de modo nenhum, nem subisse como eu acreditaria. Tendo-nos apercebido disso, fizemo-lo várias vezes e vimos sempre a mesma coisa, que deveis notar bem e que me deu a oportunidade de procurar sua razão que logo vos direi e pedirei vossa opinião. Elevando portanto o tubo, o mercúrio que nele estava permaneceu como se estivesse suspenso e não o seguiu; mas o vazio aumentou enquanto e tanto quanto a extremidade de baixo subia no mercúrio do vaso; de tal forma que, após haver feito isso muitas vezes, tendo elevado e abaixado o tubo no citado mercúrio para observá-lo, elevei-o finalmente até a região da água; logo que o mercúrio (do tubo) abandonou o mercúrio do fundo, ele (o mercúrio) caiu, desceu imediatamente todo de uma vez e a água subiu com grande velocidade até o alto do tubo, preenchendo todo esse espaço que antes parecia vazio ou cheio de ar, sem restar um só grão visível no alto (do tubo); eis como, em minha opinião, se pode discorrer a filosofar sobre isso. Se fosse o ar que, entrando pelos poros do vidro ou por baixo do tubo, tivesse preenchido esse espaço que vimos, de dezoito polegadas, por que a água que entrou por baixo teria subido nesse espaço e por que teria ela subido mais alto do que as dezoito polegadas? E por que teria ela expulsado o ar completamente do espaço que ele já havia ocupado e que não pertencia à água? Pelo contrário, ela fez um esforço para subir até lá, contra sua natureza. Nenhuma aparência justifica, portanto, que isso fosse ar que tivesse entrando no vidro e que a água, subindo, tivesse feito sair pelos poros; se ela tivesse descido ou fosse empurrada por uma força, haveria alguma coisa a favor desse mal julgamento. Como o efeito foi assim como vos digo, e como o Senhor Pascal estava há muito tempo persuadido dessa opinião de Heron e de muitos outros filósofos, ficou encantado por vê-la confirmada por essa experiência, por seus

próprios sentidos. Mas, quanto a mim, disse-lhe que não acreditava que todos pudessem ficar satisfeitos com ele; pois, de acordo com a opinião comum que não admite o vazio, dirão sempre que aquilo que aparece acima do mercúrio é ar extremamente rarefeito; e que uma pequena quantidade, do tamanho da cabeça de um alfinete, que pudesse ter permanecido no fundo do tubo, ou levado com o dedo quando foi levado ao orifício do tubo para tampá-lo – em resumo, que um átomo de ar, por assim dizer, seria capaz de se rarefazer e expandir não apenas até a quantidade das dezoito polegadas, mas a uma maior, se houvesse maior força para causar essa rarefação, ao invés de aceitar o vazio da natureza; e que, portanto, essa experiência mais confirma e favorece sua opinião do que a destrói; pois, de fato, não se pode provar-lhes que não existe no tubo nenhum átomo de ar acima do mercúrio. E se lhes objetarmos por que a água que aí entra ocupa então todo o lugar que parecia vazio, de modo que não se vê nenhum ar, poderão responder que essa pequena partícula de ar que estava tão rarefeita se condensa e retorna a seu estado e lugar inicial, que não pode ser visto porque existe muito pouco: e assim não saberíeis o que dizer para convencê-los, a menos que lhes demonstrasse que não há nada realmente e que não permaneceu nem entrou no tubo nenhuma partícula. E se, depois, lhes perguntarmos por que este ar, então, não se rarefez ainda mais, até a base do tubo para deixar o mercúrio descer totalmente, poderão também perguntar por que não se fez um vazio com mais de dezoito polegadas; e assim quase nada se pode objetar-lhes que eles não devolvam com igual força. Mas vou parar de vos entreter tanto com o contra e o a favor e de filosofar sobre um assunto sobre o qual so tenho o propósito de vos descrever o fato e desenvolver ingenuamente a história e o processo verbal da experiência que fizemos, para obter, se vos aprover, vossos sentimentos sobre meu relatório ou sobre aquilo que virem vós mesmos, quando vos derdes ao trabalho de fazê-la, como a descrevi. Mando-vos intencionalmente todas as particularidades e dificuldades encontradas nisso, para que, se o Senhor Embaixador – ao qual falei sobre isso – e Sua Majestade da Suécia – a quem agradam todas as coisas belas – quiserem ter esse prazer, vós o possais proporcionar-lhes sem falha e tirardes juntos e com os mais hábeis da Suécia as consequências que julgardes melhores.

Não contentes com essa experiência, fizemo-la ainda duas vezes e sempre encontramos precisamente a mesma coisa; mas como nelas observei algumas condições que são boas de saber, vou descrevê-las. A primeira é que o interior do tubo esteja bem seco e que nele não se tenha soprado nem colocado água; por isso, na segunda vez em que se quiser fazer essa experiência, como entrou água na primeira, é preciso aquecer o tubo de modo que toda água e umidade que está dentro se evapore e que ele fique seco. Em segundo lugar, que o mercúrio que aí colocais não tenha sido misturado à água, pois, embora esses dois corpos não

se misturem, no entanto, algumas pequenas gotas de água que a ele se prendem formam pequenas bolhas no tubo e rompem a continuidade do mercúrio. Isso poderia dar aos peripatéticos o pretexto de dizer que é daí que vem a pretensa rarefação. Em terceiro lugar, é preciso que o pote ou bacia no qual colocais o mercúrio e a água seja profundo e de abertura suficientemente larga para que o braço passe facilmente. Por fim, quanto mais mercúrio houver no fundo desse pote, mais bela será a experiência; é preciso ter, pelo menos, três ou quatro polegadas, para que, elevando e abaixando o tubo nesse espaço, veja-se o pretense vazio aumentar e diminuir – sobre o que, como vos disse, farei uma descrição particular. Observareis, portanto, que quando todo o mercúrio que podia cair caiu até certa altura, e quando o alto do tubo ficou vazio, por assim dizer, em certo comprimento, esse mesmo vazio permanece sempre, enquanto o tubo permanecer nesse estado. Lembro-me que, durante a experiência, quando alguém perguntou por que em todas as vezes o mercúrio não desceu mais o Senhor Pascal e eu respondemos que se deveria dizer que a natureza não pode suportar um vazio maior ou maior rarefação, como os outros dizem; mas percebi depois que a nossa resposta era falsa, embora não tivéssemos o tempo para refletir sobre isso, nem de raciocinar sobre essa bela experiência, tendo sido separados pela noite e pela obrigação que eu tinha de partir na manhã seguinte. Lembrei-me, como disse, que não era correto dizer que a natureza limitava seu vazio ou o ar sua rarefação e que não se podia fazer um maior do que o que tinha sido feito no tubo: pois nós mesmos o havíamos visto sofrer um aumento igual à altura do mercúrio do fundo do vaso, elevando (o tubo) nele até a água e plausivelmente o teríamos aumentado ainda mais se o mercúrio tivesse uma maior altura. Portanto, a quantidade de vazio ou a rarefação não era determinada em tal ou qual medida mas dependia da força do agente que a causa; de tal forma que o peso do mercúrio que estava no tubo (para continuar nesse exemplo), possuindo apenas a força de baixar sua altura e de causar, por seu peso de queda, até certa quantidade de vazio ou de rarefação, não devemos nos espantar que ele produzisse sempre o mesmo e não mais; e quando foi produzido mais no tubo, foi por causa de um outro agente ou força maior do que o peso do mercúrio, a saber: a força do braço que, elevando mais o tubo, até a região da água, deixou o mercúrio no mesmo lugar e produziu o mesmo efeito que se ele tivesse sido puxado por baixo tanto quanto o tubo foi elevado para o alto, quer dizer, causou um maior espaço vazio ou de rarefação. Em minha opinião, esta é a resposta justa que se deve dar a essa dúvida; para verificá-la, seria necessário comparar a força que se emprega para elevar o tubo nesse estado, com o peso do mercúrio que resta dentro – prendendo o citado tubo de um lado de uma balança e colocando do outro o peso necessário para fazer essa elevação – pois não tenho dúvidas de que seja preciso (um peso)

maior do que o do mercúrio do tubo, embora pareça que, sendo de uma natureza fluida, ele não deveria impedi-lo de subir. Se alguma vez refizer aquela experiência, farei também esta, que será muito fácil; e penso que não vos será aborrecido lê-las, desde que seja no intervalo de lazer que vossas ocupações mais sérias poderão proporcionar. Eu jamais pensaria em vos escrever tanto, se o Padre Mersenne não me houvesse assegurado que haveis tentado juntos fazer essa mesma experiência. Creio que vistes aquelas que fizemos, o Senhor Gassendi e eu, da queda dos corpos na balança; e eu gostaria de ter tempo disponível para publicar as que fiz sobre os pesos e refrações de quase todos os corpos diáfanos, sólidos e líquidos – veríeis aí a exatidão e a novidade que se pode tirar de belos princípios físicos. Mas percebo o tamanho extraordinário em que fico vos deduzindo bagatelas, enquanto deveria ter dedicado esse número de linhas ao elogio dessa grande Rainha, que todos aqui admiramos, e à qual eu me sentiria feliz de servir em todos os lugares onde a honra de suas ordens me pudesse enviar, como o fui igualmente ao oferecer meus serviços ao grande Gustavo, seu glorioso pai, e receber dele tais honras, mais de vinte anos atrás, que não esqueceria nem em mil, se pudesse vivê-los. Se me julgardes capaz de lhes prestar algum serviço, seja na procura de livros, de que ela envie alguma lembrança, seja em qualquer outro emprego, suplico-vos muito humildemente de lembrar-vos (de mim). O Senhor Embaixador deixa aqui tal reputação de seu mérito e virtudes eminentes que eu não seria capaz de dizer sobre ele nada que não estivesse aquém da verdade; quanto a mim, recebi tantos testemunhos da honra de sua bondade e tanta satisfação de sua companhia que jamais deixarei de torná-lo público. Pode-se dizer que ele me causou a primeira tristeza que jamais tive de estar preso à França, pois ela me privou da honra de segui-lo por toda parte – o que eu teria feito com o melhor sentimento que eu jamais tive, pelo tanto que ele ganhou minhas inclinações por seus encantos; e peço-lhe que lhe testemunhe meus sentimentos em relação a ele e o modo como vos escrevi sobre isso. Mas a propósito de livros, fiz-lhe um pequeno pacote; e, embora no começo ele só quisesse comédias e romances, cuja leitura já abandonei há muito tempo atrás, fi-lo aceitar quarenta ou cinquenta belos volumes de outros assuntos próprios a seu uso, de acordo com o catálogo que podereis ver, com o projeto de um ballet que vos rogo examinar e para cuja execução estou certo de que contribuireis muito. Aprouvesse a Deus que me fosse permitido ir até aí para ser tanto intendente quanto espectador como o faria com todo meu coração. Mas devo terminar com essa aspiração, rogando-vos honrar-me sempre com vossas boas graças e assegurando-vos que jamais ninguém foi nem será mais do que eu,

Senhor,

Vosso humilde e mui afeiçoado servidor,

Petit

Em Paris, 26 de novembro de 1646.

Apêndice B

Testes dos alunos

Apresentamos abaixo os teste realizados pelos alunos antes e depois da aplicação da sequência histórica:

Aluno 1 - Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica(Pré-teste)

20%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
R. Sim. O espaço entre as coisas.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
NADA
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Não Sei
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
?
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
?
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
R. Não conheço

Aluno 1 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

85%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 Sim. Seria o espaço vazio entre a matéria.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
 Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 R: É a pressão exercida sobre o solo.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 A pressão exercida ao sugar é maior que a pressão atmosférica.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 R: Não porque a pressão atmosférica impede de subir tão alta.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 R: BARÔMETRO
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 Sim. Torricelli, Guericke, Pascal e Boyle

Aluno 2 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

15%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Não sei do que se trata. X
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Não. /
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
Não sei nada sobre o assunto. /
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Quando sugamos, o ar sai, e daí sugamos para que o líquido suba. X
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Não, pois não teríamos força suficiente para sugar tanto ar. X
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Não sei. /
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Não conheço. /

Aluno 2 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

71%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim. Um espaço vazio onde não possui matéria, onde não há matéria e não há forças.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Quando sugado a ar sai da canuda dando espaço para o líquido subir.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Não, pois a pressão atmosférica impede que o líquido suba, fazendo que a canuda se comprima.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
*Otto Von
Torricelli
Torricelli
Boyle*

Aluno 3 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

10%

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

R: Sim existe, o vácuo é espaço ~~entre~~ ~~todas~~ ~~as~~ ~~coisas~~.

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Não sei

3) O que você entende por pressão atmosférica?

Eu não entendo nada

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Você suga com o ar o líquido X

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

R: Não subiria porque, o mesmo ar não conseguiria sugar, se para de sugar deveria o líquido

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

R: Termômetro X

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Não conheço

Aluno 3 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

65%

Série 2:0 Data 06/04/2016

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

R: ~~sim o vácuo existe, sim o vácuo é espaço.~~

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

R: ~~sim e ele tem peso.~~

3) O que você entende por pressão atmosférica?

R: ~~é pressão atmosférica, consiste num pressão de ar e seus elementos que fazem pressão sobre a terra.~~

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

R: ~~o canudo tem ar, que quando sugamos o ar o elemento ou elemento é sugado rapidamente, por que o canudo~~

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

R: ~~não subiria por que não haveria pressão e o líquido não subiria até um certo cm. para que o canudo funcionaria e ficaria sem ar.~~

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

O nome é Barômetro de Torricelli.

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

R: Blaise Pascal, Torricelli, Boyle.

Aluno 4 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

40%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim, é um local fechado onde não há ar nem humidade.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Não.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
Eu acho que é a pressão que o ar exerce sobre a Terra.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Porque quando sugamos nos estomos retiramos o ar que era dentro da embalagem.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Não, pois a pressão que o ar exerce sobre a gente não nos permitiria ir a gente não teria força suficiente para fazer o líquido subir.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Não sei
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Não sei

Aluno 4 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

75%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 Sim, é todo espaço vazio que há no mundo
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
 Sim, pois exerce uma pressão sobre a Terra
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 Se entende por pressão atmosférica a ~~pressão~~ pressão que a do ar, e ar faz uma pressão na Terra impedindo que tudo saia do chão como na lua que a pressão do ar é menor
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 a explicação é: que quando bebemos pelo canudinho nos estamos retirando todo o ar de dentro e a pressão de fora empurra o ar fazendo que o líquido suba.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 Não, pois mesmo que tivesse uma velocidade suficiente a pressão não faz que o canudo se comprima.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 Se chama BAROMETRO
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 Boyle, Torricelli, Pascal e ~~VON~~ Guericke

Aluno 5 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

90%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim, vácuo é um espaço vazio

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

3) O que você entende por pressão atmosférica?

Toda pressão do ar que vence sobre o topo.

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

A pressão atmosférica, quando sugamos o ar retiramos todo o ar que contém no canudo para o líquido chegar até o topo.

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

NÃO, pois se mesmo tivéssemos fadiga, a pressão não comprimir o canudinho

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

PASCAL, BOYLE, TORRICELLY e GUERICKE

Aluno 6 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

0

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

sim, ele é ~~uma coisa que não existe~~ como na realidade, o vácuo é como se um espaço tivesse na frente de você com outro material atrás, com a mesma velocidade que o material do frente está a sua frente.

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

não sei

3) O que você entende por pressão atmosférica?

não sei nada disso.

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

eu sei, mas não consigo explicar...

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

apenas, não sei

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

não sei nada.

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

não sei

Aluno 6 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

71%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 Sim, ele é um espaço vazio sem nenhuma pressão.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
 Sim.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 Ela é uma força que puxa o gente para baixo.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 A pressão dentro feita pelo líquido subir pelo canudo quando sugamos.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 concerteza não, porque não tem força suficiente
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 Barômetro.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 Evangelista Torricelli
 Blaise Pascal
 OTTO Von Guericke

Aluno 7 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

25%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 Sim, vácuo para mim é quando você está falando com alguém e essa pessoa te pergunta algo e você não responde, tipo não tem nada pra
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso? RESPONDE, TIPO NÃO TEM NADA PRA
 Sim.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 Nada
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 O volume diminui e a pressão aumenta
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 Não, porque você não tem fôlego o suficiente para sugar
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 Não sei
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 Não

Aluno 7 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

80%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 Sim, o vácuo existe ~~nao~~, o vácuo seria um lugar sem nada, tipo sem oxigênio, totalmente sem nada
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
 Sim.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 O peso que o ar exerce
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 O volume aumenta e a pressão diminui.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 Não, porque só poderia subir algumas e não passaria disso
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 Barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 Torricelli, Pascal, Boyer

Aluno 8 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

35%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim. Vácuo seria aquele vazio onde nós Terra nada, nem ar
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
Os lombos.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
A ~~pressão~~ pressão de quando o ar sugado do dentro do canudo, o volume diminui e a pressão aumenta
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Não.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Não sei.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Não

Aluno 8 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

95%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim existe. Vácuo é o vazio, ~~mas~~ a onde não existe nem a presença de ar

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim. O ar ~~tem~~ é composto por moléculas

3) O que você entende por pressão atmosférica?

É o peso do ar

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Quando o ar que está dentro do canudinho é sugado a pressão atmosférica faz pressão fazendo o líquido subir pelo canudinho

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

O líquido subiria até o 1º metro pois isso o canudinho se comprimiria

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Otto von Guericke, Blaise Pascal

Aluno 9 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

15%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
não sei
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
Nada
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
[desenho]
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
não sei
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
não sei

Aluno 9 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

71%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim. Seria o espaço que sobra quando preenchêmos um recipiente.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
É o peso do ar sobre alguma coisa.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não. Porque não teria tanta força para subir até o final
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
*Sim.
 Torricelli ; Pascal*

Aluno 10 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Não sei

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

~~Sim~~ pois o ar é matéria e se é matéria tem
massa e ocupa lugar no espaço e se tem
3) O que você entende por pressão atmosférica? massa tem peso
eu acho

Não me lembro

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Porque quando a gente suga o canudo o ar sai e
da espaço pro líquido subir

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Não porque não teriamos fôlego para sugar tanto
ar. A menos que a pessoa fosse sugando tapando
a ponta e parando para respirar de vez em quando

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Não faço ideia

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Não conheço.

25%

Aluno 10 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

95%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim, um lugar onde não existe nada nem ar nem oxigênio
nada

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

que ela é mais forte do que a gente imagina
e que exerce uma força sobre a Terra
alguma coisa assim.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Porque você tira o ar de dentro do canudo e a pressão atmosférica
empurra o líquido para dentro do canudo assim que chega
aos 10 metros

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não, porque a pressão atmosférica não deboca e o
canudo se comprime por si mesmo

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

OTO VON GUERICKE

PASCAL

TORRICELLI

Aluno 11 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

15%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Não sei

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

Não sei

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

É o ar que puxa de baixo para cima.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Não, porque não teria tanta densidade de ar como no canudo menor.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Não sei

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Não sei

Aluno 11 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

50%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim.

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

O peso que o ar exerce

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Porque vai sugando e o líquido vai subindo e vai saindo o ar que tem dentro dele.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Ele ia ficar mais difícil sugar o líquido, porque quanto mais alto maior a pressão.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

barômetro.

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Aluno 12 – Antes



57%

Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim - Ele existe em todo lugar
-vazio

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

É a pressão atmosférica que ~~prende~~ ^{prende} as ~~matéria~~ ^{matéria}

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

É que quando você ~~puso~~ ^{puso} pelo canudo você ~~puso~~ ^{puso} o ar que existe dentro do canudo e ao ~~fora~~ ^{fora} isso o líquido é ~~pusado~~ ^{pusado} ~~junto~~ ^{junto}

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não - Porque você ~~teria~~ ^{teria} que ~~pusar~~ ^{pusar} muito o ar que existe dentro do recipiente

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Evangelista Torricelli

Blaise Pascal

OTTO VON GUERICKE

Aluno 12 – Depois



57%

Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim - Ele existe em todo lugar
-vazio

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

É a pressão atmosférica que ~~prende~~ ^{prende} as ~~matéria~~ ^{matéria}

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

É que quando você ~~puso~~ ^{puso} pelo canudo você ~~puso~~ ^{puso} o ar que existe dentro do canudo e ao ~~fora~~ ^{fora} isso o líquido é ~~pusado~~ ^{pusado} ^{junto}

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não - Porque você ~~teria~~ ^{teria} que ~~pusar~~ ^{pusar} muito o ar que existe dentro do recipiente

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Evangelista Torricelli

Blaise Pascal

OTTO VON GUERICKE

Aluno 13 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

40%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim, é um local que não tem ar

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

A pressão que se exerce no terreno

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Porque me sugamos todo o ar primeiro

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não porque não tem pressão suficiente

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

não sei

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

não sei

Aluno 13 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

65%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 Sim, o vácuo é onde não tem ar.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
 Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 Pressão atmosférica é o peso que o ar exerce sobre a terra.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 Porque depois de todo ar ter sido sugado só vai restar o líquido.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 Não porque nosso pulmão não consegue puxar tanto ar.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 Barômetro.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 Torricelli

Aluno 14 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

20%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
não sei do que se trata /
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
sim /
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
não sei o que é "pressão atmosférica" /
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
o ar que tem dentro do canudo /
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não pelo fato de não ter força para sugar /
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
não sei o nome! /
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
não /

Aluno 14 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

65%

Avaliação diagnóstica(Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

sim - um espaço vazio

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

é um vácuo.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

pressão atmosférica

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não. Primeiro pelo fato de não ter folego e outros que se consegue subir 10 metros

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Robert Boyle
Torricelli

Aluno 15 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

20%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
O vácuo pode existir em determinadas lugares, mas pode ser um lugar sem coisas. Tipo o espaço.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
não
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
É a pressão que ela exerce sobre a terra...?
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
A força que você faz com o seu bico. O ar puxa o do canudinho e ele sobe.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Depende da intensidade que você puxa, ou do flego.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
não lembro.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
não lembro.

Aluno 15 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

57%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Seria um espaço que não é ocupado. ~~mas não existe~~
não existe vácuo, ele tem "ar" nele.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim. Ele exerce uma pressão.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
É a pressão que vem sobre o tempo.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
É a pressão que eu faço, e a pressão do canudo, que ajuda, quanto mais a pressão, o líquido sobe.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Depende da altitude que eu vivo.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Barômetro.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Torricelli.
Von Guericke.

Aluno 16 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

25%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim, o vácuo é onde não existe nada
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
~~Sim~~ *Sim*
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
peso muito ar em um espaço pequeno
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Nós sucamos o ar e o ruco preenche o lugar desse ar
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Sim, se eu conseguir puxar todo o ar desse canudinho o ruco sobe
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Não sei
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Não sei

Aluno 16 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

85%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim, o vácuo é um espaço vazio onde não exist nada
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
O ar exerce uma pressão sobre os corpos, que varia com a altitude
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Porque o líquido tende a ocupar o espaço vazio para não ficar vácuo
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Não, a pressão do ar não deixaria o líquido subir muito alto
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Von Guericke, Torricelli, Pascal, Boyle

Aluno 17 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

40%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
NÃO SEI ✓
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
~~NÃO~~ SIM ✓
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
NÃO SEI ✓
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
A FORÇA PUXA ✓
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
NÃO ✓
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Termômetro ✓
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
NÃO SEI ✓

Aluno 17 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

80%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 sim
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
 sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 é a força do ar
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 o ar puxa o líquido
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 sim
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 Barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 Van der Waals, Torricelli e Pascal e Boyle

Aluno 18 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

57.

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
na minha opinião, não existe.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
não, o ar é leve, pois quase não sentimos.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
não entende sobre nada.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
o ar que está dentro do pulmão e a força que está vindo do sugar.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não, pois não haveria tanta força para sugar e o ar que mantém a subida do líquido não seria tão grandeza.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
não sei.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
não sei.

Aluno 18 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

95%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

sim, em todos os lugares vazios onde não há nenhum vácuo sem nada.

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

sim, claramente.

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

o peso do ar a pressão que ele ~~exerce~~ exerce.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

quando sugamos o canudo o ar se pressiona sendo forçado com que o líquido do copo ~~para~~ para dentro empurrando o líquido para dentro do canudo.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não, pois é muito alto, o ar se pressiona não aguentaria.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Boyle, Torricelli, Pascal

Aluno 19 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

15%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim existe, eu conheço dois tipos o quando a pessoa te ignora e o vácuo no espaço.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim, a gravidade
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
um ar que comprime a atmosfera
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Devido a pressão que fazemos quando chupamos o canudo.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não, porque teria que ter muito flego e quanto mais longe é mais difícil
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Termômetro.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
no

Aluno 19 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

100%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
sim, todo espaço vazio onde não há nada
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
O peso do ar sobre um objeto
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
a pressão atmosférica, a força exercida.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não, porque o ar vai se comprimindo e o canudo vai esvaziando
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Torricelli, Pascal, e Boyle

Aluno 20 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

40%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim. Quando você recebe um longo X

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

3) O que você entende por pressão atmosférica?

esqueci

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

porque o ar fica sem saída, e puxa o líquido

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Sim, porque não tem a saída do ar, então vai subindo o líquido

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

não sei

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

não

Aluno 20 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

57%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim. (como pressão) é um espaço vazio
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
o peso
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Não sugo o ar do canudinho, e o ar atmosférico exerce uma pressão sobre líquidos em volta do canudo para descer e subir no canudinho
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Não, por que o ar não pode subir apenas 10 m
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
~~barômetro~~ *barômetro*
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Robert Boyle, Otto von Guericke.

Aluno 21 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

20%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

~~Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?~~

Não.

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Não.

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

É a pressão que temos perante a terra.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

O fato de líquido subir no canudinho quando sugado é que estamos usando o ar para fazer subir para cima.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Não, pois não teria fôlego suficiente para fazer o ar subir para cima.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Não sei.

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Sim, Newton.

Aluno 21 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

85%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim, vácuo é o espaço vazio que não possui matéria.

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim.

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

A pressão atmosférica é a pressão exercida por nós na terra e a pressão exercida pela superfície da terra.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Quando sugamos o líquido no canudinho, ele sobe pelo fato de que dentro do canudo fica sem ar, aí então o líquido sobe.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Não, pois o líquido não consegue subir até 10 metros de altura, ao passar dessa altura o canudo vai ficar sem ar e a pressão atmosférica irá fazer com que o canudo fique vazio se o canudo for grande.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Para medir a pressão atmosférica era usado o barômetro.

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Sim. Aristóteles, Pascal, Von Guericke, Robert Boyle

Aluno 22 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

10%

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

R: não né

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

R: sim

3) O que você entende por pressão atmosférica?

R: o peso do ar

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

R: as forças que puxa

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

R: não, pois tem mais pressão e não conseguiria de lá mais forças pro pulmão

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

R: não né

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

R: não

Aluno 22 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

100%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim, todo espaço vazio onde não haja nada.

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

O peso do ar a pressão que ele exerce.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Quando sugamos o canudo tiramos o ar e a pressão que ele exerce fazenda com que o líquido que está no copo seja empurrado e líquido pro dentro do canudo.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não, pois quanto mais alto mais pressão e isso dificultaria o líquido de subir

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Boyle, Torricelli, Pascal, Jan van Gericke.

Aluno 23 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

15%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim, em uma corrida o cone de três pés o vácuo do de frente
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Tem, a gravidade
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
Não sei
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Porque puxa o ar que está dentro dele e o líquido sobe.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Sim, da mesma forma que o canudinho no terreno normal.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Não sei.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Não.

Aluno 23 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

57%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Tem
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
/
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
Porque vai sucando, ai vai sucando o ar que está dentro dele.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
Não porque quando você vai sucando o líquido o canudinho vai se espremer.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Barômetro.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Boyle

Aluno 24 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

50%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

não.

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

É a pressão estabelecida sobre nós na Terra.
Tipo medir a pressão... baixa ou alta.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

porque estamos usando o ar para puxar o líquido para cima.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não, por que pelo fato de usarmos nesse ar, o folego para puxar, não teríamos tanta capacidade de ar assim ou força para sugar.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

não sei.

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Sim.
Por peso do ar seria o Newton.

Aluno 24 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

85%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim, são espaços vazios, que não possuem matéria.

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim.

3) O que você entende por pressão atmosférica?

É a pressão emitida por nós na Terra, exerce uma pressão sobre a superfície da Terra.

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

O fato de gente sugar todo ar do canudinho ficando um espaço vazio faz com que o líquido suba.

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não, pois a pressão do ar não passa de 10 metros para a sucção.

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Para medir a pressão atmosférica usa-se o Barômetro.

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Sim, Evangelista Torricelli, Aristóteles e Ittem Van Guericke.

Aluno 25 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

10%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
NÃO SEI
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
NÃO SEI, APENAS SEI QUE É UMA MATÉRIA QUE OCUPA ESPAÇO.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
SÃO GAZES?
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
PELO FATO DE SUGAR O AR ARMAZENADO NA GARRAFA, OU CAIXINHA.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
NÃO PORQUÊ NÃO TERIA FOLEGO, PARA SUGAR O AR...
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
NÃO SEI
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
NÃO SEI

Aluno 25 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

60%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

O vácuo existe sim, pode ser considerado como uma pressão atmosférica que é retirada de algum lugar.

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim o ar tem peso

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

Que a pressão atmosférica nos segura na planta terra.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

O fato do líquido subir pelo canudinho é a pressão exercida nele, que faz o líquido subir.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Não porque o líquido não é possível subir a mais de 10 metros de altura.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

O dispositivo usado é o Barômetro.

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Evangelista Torricelli

Blaise Pascal

OTTO Van Guericke

Aluno 26 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

65%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

sim, o vácuo é o espaço completamente vazio ~~moderado~~

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

sim

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

que a pressão atmosférica é o que envolve tudo ao redor com Terra e que envolve o local. Sempre se nota porque quando a água na seringa.

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

a explicação é que o ar que está no canudo é sugado e a tendência do líquido é subir porque a pressão atmosférica que tem dentro do canudo é menor.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

O líquido não subiria porque a pressão que está fora do canudo ~~(menor)~~ completa a requisição e o canudo não comprime.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

não sei sobre isso.

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

não me lembro

Aluno 26 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

100%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
sim, o vácuo é um local em que não existe matéria
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
sim e ele tem peso
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
que o peso está sobre nossos corpos e a causa desse peso é o ar e isso faz que tenha pressão
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
quando nos sugamos o ar do canudinho nos tiramos o ar e a pressão que está dentro do canudinho é isso faz que a pressão que está no recipiente faz que o líquido suba.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta. *Não porque o canudo iria recomprimir sobre ele mesmo e o líquido não chegaria lá.*
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Bomba de pressão ou barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Rondeletti, Pascal, Boyle, Torricelli, Von Guericke.

Aluno 27 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

0

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
 não /
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
 não /
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
 — /
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
 — /
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
 creio que sim, mas a pressão exercida no topo de puxar o líquido deve ser muito maior. /
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
 — /
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
 não conheço /

Aluno 27 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

85%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
Sim, Vácuo são espaços vazios, sem qualquer tipo de matéria.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
Sim
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
é a pressão que é exercida sobre a terra
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
A pressão exercida ao sugar é maior que a pressão atmosférica.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não, pois a pressão atmosférica vai impedir de subir tão alto.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
barômetro
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Sim, Torricelli, Guericke, Pascal, Boyle.

Aluno 28 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

15%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Existe... Talvez?

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Tem, mais é tão leve que não consegue sentir.

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

Segura a gente pra não ir pro espaço

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Porque o ar que está dentro do canudo ~~vai~~ subindo, e a água sobe pra preencher o lugar que não tem ar.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Meu pulmão não aguenta tanto ar... Então a água (ou líquido... tanto faz) não chegaria até o topo

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Não sei.

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Não tenho interesse... Então não sei.

Aluno 28 - Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

85%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

Sim, um espaço vazio sem nenhuma pressão

2) Em sua opinião, o ar tem peso?

Sim.

3) O que você entende por pressão atmosférica?

É a pressão que vem a gente pressurizada na terra

4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

Tira o ar do canudo aumentando a pressão de fora no líquido.

5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

Não vai. por causa da pressão do ar o canudinho vai se espremer

6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

Barômetro

7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

Evangelista Torricelli

Blaise Pascal

Otto von Guericke

Aluno 29 – Antes



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

35%

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?

não sei

X

- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?

não

X

- 3) O que você entende por pressão atmosférica?

É a pressão do ar

✓

- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?

suga o ar do canudo e o líquido sobe no lugar.

- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.

não pois está muito longe com muito ar no canudo.

- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?

não sei

✓

- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?

não sei

✓

Aluno 29 – Depois



Colégio Estadual Antônio Francisco Lisboa – Sarandi-PR – Prof. Dayson

85%

Avaliação diagnóstica (Pré-teste)

- 1) Em sua opinião, o vácuo existe? Em caso afirmativo, o que seria ele?
sem existe, o vácuo é um local onde ~~tem~~ ar, e a pressão atmosférica por fora, fica a pressão - nando.
- 2) Em sua opinião, o ar tem peso?
sim.
- 3) O que você entende por pressão atmosférica?
É a pressão que atrai os coisas para baixo, fazendo dois objetos de massa diferente caírem ao mesmo tempo.
- 4) Em sua opinião, o que explica o fato de um líquido subir pelo canudinho quando sugado?
voce tira o ar do canudo e isso faz o líquido subir.
- 5) Se existisse um canudinho tão alto quanto um edifício e você estivesse no topo dele, acha que o líquido subiria pelo canudo normalmente até você? Justifique sua resposta.
não. porque a pressão atmosférica não deixa o líquido chegar lá em cima, o canudo iria ~~sempre~~ se esmagar.
- 6) Qual o nome do dispositivo utilizado para se medir pressão atmosférica?
Barômetro.
- 7) Você conhece algum cientista que contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de peso do ar e pressão atmosférica? Quais são eles?
Torricelli, Von Guericke, Pascal, Boyle.

Apêndice C

Informações adicionais

Além dos slides utilizados nas apresentações, foi passado aos alunos dois vídeos referentes ao conteúdo histórico, links abaixo:

Von Guericke - https://www.youtube.com/watch?v=1hT9_PsXnHY

Barômetro de Torricelli - <https://www.youtube.com/watch?v=4699pPYSgsk>

Após o conteúdo histórico ser abordado em sala, os alunos foram levados em duas aulas até a sala de informática, onde tiveram a oportunidade de interagir com um aplicativo online que simula a dependência entre pressão e volume para diferentes gases, link abaixo:

http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/gaslaw/boyles_law_graph_new.swf

O produto gerado, incluindo a apostila, slides e links, estão disponíveis no endereço eletrônico abaixo:

<http://daysonmnpef.blogspot.com.br/>