



Educação

## **Utilizando experimentos históricos para o ensino dos conceitos de vácuo e pressão atmosférica através de vídeos**

Regina Simplício Carvalho<sup>1\*</sup>, Alexandre Tadeu Gomes de Carvalho<sup>2</sup>

### **Resumo**

Neste trabalho relata-se uma experiência de utilização de experimentos históricos, reproduzidos por vídeos, para a conceitualização do vácuo e da pressão atmosférica em uma sequência didática temática. A rememoração dos importantes experimentos e as discussões promovidas em sala de aula com os universitários permitiram a construção e o refinamento desses conceitos. Os vídeos continham réplicas dos experimentos de Torricelli, Gasparo Bertti e de Otto von Guericke. A avaliação da metodologia de ensino aplicada se deu por atividades em grupo e individuais, com discussão e resolução de questões. Observou-se um efetivo envolvimento dos alunos nas discussões dos experimentos apresentados em sala de aula e na realização das atividades propostas. Possibilitar os alunos a vivência, mesmo que virtual, de experimentos históricos, auxilia-os na construção dos conceitos científicos.

**Palavras-Chave:** Experimentos históricos, vídeos, vácuo, pressão atmosférica.

**Using historical experiments for teaching vacuum and atmospheric pressure concepts through videos.** This paper reports an experience of using historical experiments, reproduced by videos, to conceptualize the vacuum and atmospheric pressure in a thematic didactic sequence. The recollection of the important experiments and the discussions promoted in the classroom with university students allowed the construction and refinement of these concepts. The videos contained replicas of the experiments by Torricelli, Gasparo Bertti and Otto von Guericke. The evaluation of the applied teaching methodology was done by group and individual activities with discussion and resolution of issues. It was observed an effective involvement of the students in the discussions of the experiments presented in the classroom and in the performance of the proposed activities. Enabling students to experience, even if virtual, historical experiments, helps them in the construction of scientific concepts.

**Keywords:** Historical experiments, videos, vacuum, atmospheric pressure,

---

<sup>1</sup> Professora do Depto Química da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa – MG, [resicar@ufv.br](mailto:resicar@ufv.br)

<sup>2</sup> Professor do Depto Física da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa – MG, [atadeu@ufv.br](mailto:atadeu@ufv.br)



## 1. Introdução

A plena compreensão dos saberes científicos passa pela compreensão do fazer ciência, de como o cientista constrói o conhecimento e os conceitos. Tipicamente, os livros didáticos de ciências trazem os conceitos bem estabelecidos na comunidade científica, mas não relatam o caminho até a concepção daqueles conceitos. As idas e vindas dos pensamentos dos pesquisadores no fazer científico até a concepção daquele determinado conceito é abordado explicitamente na história da ciência (MARTINS, 2006). Nesse ramo do conhecimento a figura do cientista é desmitificada e o mesmo deixa de ser retratado de forma estereotipada, como indivíduo solitário, superpoderoso e de suma inteligência e passa a ser de um homem comum, com imensa vontade de conhecer o mundo e os fenômenos, e a ciência assim se consolida como um construto humano (MATTHEWS, 1995; KNIGHT, 2004).

Para evitar anacronismos, é importante conhecer o contexto e valores no qual foi produzido determinado conhecimento científico, assim como as limitações experimentais ou de outra natureza em que os pesquisadores vivenciavam na ocasião (DELIZOICOV, 2006).

O debate sobre a existência do vácuo foi longo e profluo no decorrer da história e ainda hoje, para um bom entendimento do conceito de vácuo o uso da experimentação é importante. Carvalho et al. (2013) apontam para a importância da experimentação no ensino de ciências, principalmente quando o experimento é discutido com os alunos, reservando-se tempo para os debates e reflexões.

Nem todos os experimentos que foram importantes para a formulação dos conceitos de vácuo e pressão

atmosférica são facilmente reproduzíveis, e dessa forma a utilização de vídeos, que trazem a execução das réplicas dos experimentos, aponta como uma ferramenta alternativa para o ensino destes conceitos. Os vídeos, segundo Fontana e Cordenonsi (2015) podem ser considerados objetos de aprendizagem no contexto das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), pois são reutilizáveis, estão disponíveis na internet e são de fácil acesso. Recursos didáticos em diferentes formatos digitais, quando bem selecionadas são apropriadas para atender a demanda dos alunos, nos processos de ensino e de aprendizagem.

### 1.1 O vácuo e a pressão atmosférica

Desde a antiguidade já existia a controvérsia sobre a existência ou não do vácuo. O atomista Leucipo e seu discípulo Demócrito (460 – 370 a. C) acreditavam na existência do vácuo entre os átomos constituintes da matéria, já Aristóteles (384 – 322 a. C) não (CARUSO, OBGURI, 1997). Para este filósofo, todos os seres são formados pela composição de matéria e forma, sendo a matéria indefinida podendo assumir diferentes formas (PORTO, 2009).

Aristóteles afirmava que o mundo terrestre era composto dos quatro elementos: terra, água, ar e fogo e o mundo celeste era composto do éter ou quintessência. O Cosmos aristotélico tinha o mundo terrestre (sublunar) e um o mundo celeste (supralunar) e o universo aristotélico era completamente preenchido pela matéria, logo não existia o vazio, o vácuo, pois a natureza sempre agia no sentido de preencher os vazios.

Quando as obras aristotélicas foram traduzidas para o latim e introduzidas na cristandade, foi considerada potencialmente problemática para a igreja e seus teólogos (GRANT, 2004). Aristóteles não acreditava no vácuo e



apregoava que o mundo era eterno, estas ideias conflitavam com o poder soberano de Deus. "Porque não haveria Deus de poder criar um vácuo dentro ou fora do mundo, se escolhesse fazê-lo?" (GRANT, 2004, p. 90). Em decorrência disto, duzentos e dez artigos de Aristóteles foram proibidos por Gregório IX em 1277 em Paris, proibição seguida por algumas outras cidades. A despeito desta medida, durante muitos séculos a visão aristotélica foi dominante até Copérnico alterar a astronomia então vigente com a proposta heliocêntrica, conseguindo abalar a supremacia aristotélica (PORTO, 2009).

Na idade média se deu a institucionalização dos saberes e várias universidades foram criadas, entretanto, a maioria dos indivíduos que tinham acesso ao conhecimento faziam parte do Clero, como Roger Bacon (1214 - 1292), monge da Ordem de São Francisco de Assis, considerado o precursor do experimentalismo (DUQUE NARRANJO, 2019).

Na Renascença (XIV - XVI) os homens voltaram seus olhos para a natureza e a sua observação em substituição ao sagrado e a divindade, desenvolvendo o experimentalismo (FONSECA, 2013). O foco de interesse mudou de Deus para o homem. A Ciência moderna surge então, com base no heliocentrismo, no universo infinito e na movimentação dos corpos celestes em orbitas elípticas, com a significativa contribuição de Galileu (1564 - 1642) afirmando que a terra se move e é esférica.

Os dogmas anteriores se ruíram e o homem, sem referências, voltou para si mesmo e passou a buscar a verdade. Descartes (1596 - 1650) propôs a dúvida como método filosófico e a recomeçar a busca pelo conhecimento, como se partisse da estaca zero. Mas ainda assim, considerava a matéria contínua, sem a existência do vácuo (FONSECA, 2013).

Reputava que era a extensão que caracterizava os corpos e negava a existência de vazios entre os corpos, explicava a condensação e a rarefação como se as substâncias fossem uma esponja que poderiam aumentar ou diminuir de volume absorvendo ou expulsando "um algo". Defendia a "[...] ideia de que o espaço aparentemente vazio está repleto de material sùtil (éter)[...]" (MARTINS, 1989, p. 41).

Para escapar do domínio do Clero, os seguidores de Roger Bacon optaram por reuniões intelectuais, formando as sociedades cultas (SUPRINAK, 2009). Evangelista Torricelli (1608 - 1650), discípulo de Galileu foi um dos idealizadores da sociedade culta italiana nominada *Accademia del Cimento*.

Torricelli deu continuidade aos estudos de Galileu, este último havia observado que bombas de sucção de água conseguiam erguer a água até 32 pés<sup>3</sup> e, tal constatação, levava ao questionamento da doutrina do horror ao vácuo, segundo a qual a natureza impele os corpos a ocupar todos os espaços. Em busca da solução desta questão, Torricelli idealizou e realizou um experimento utilizando um tubo de vidro e mercúrio e observou que o mercúrio descia naturalmente até uma certa altura no tubo, deixando um vazio anteriormente ocupado, atribuindo o fenômeno à pressão atmosférica (MARTINS, 1989).

Gasparo Bertti (1600 - 1643), antecedendo a Torricelli, realizou um experimento usando água. Amarrou um tubo de chumbo de cerca de 11 metros, cheio de água, na parte externa da torre de sua casa, sendo que uma extremidade ficou próxima a janela da torre e a outra próxima ao solo, mergulhada em um recipiente com água. Quando a extremidade inferior do tubo foi aberta, a água do tubo desceu

---

<sup>3</sup> 1 pé equivale a 0,3048 m



até cerca de 9 metros com relação ao solo. No entanto, como houve entrada de ar no tubo, não foi possível afirmar a existência do vácuo (MARTINS, 1989).

Nesta época o conhecimento já era internacionalizado e era difundido por cartas e publicações científicas e também por encontros e reuniões de membros da comunidade científica, e, especialmente no campo da pneumática, avançava significativamente.

O cunhado do francês Blaise Pascal (1623 – 1662), a seu pedido, reproduziu o experimento de Torricelli no alto de uma montanha, observando que a altura da coluna de mercúrio era menor naquelas condições. Pascal foi categórico e afirmou que o espaço vazio deixado pelo mercúrio era o vácuo. Como Descartes havia se encontrado com Pascal pouco tempo antes da execução do experimento e através de correspondências posteriores há indícios que tenha sido ele que sugeriu o experimento (MARTINS, 1989).

No território que hoje corresponde a Alemanha, Otto von Guericke (1602 – 1686) construiu uma bomba de vácuo e realizou o experimento de Magdeburgo (*Mirabilia Magdeburgica*) que consistia de cavalos tentando separar dois hemisférios de cobre, perfeitamente encaixados, cujo ar entre eles havia sido anteriormente retirado pela bomba de vácuo. Para separar os hemisférios e vencer a pressão atmosférica foi necessário a força de oito pares de cavalos, o que se deu com grande estrondo (BRITO et al, 1954).

Robert Boyle (1627 – 1691) se dispôs a melhorar o dispositivo de von Guericke que, na sua opinião, usava muita água e era difícil de operar, pois constituía-se de uma vasilha maciça que impedia a introdução de outros instrumentos. Construiu uma bomba de vácuo com um globo de vidro e com ela realizou quarenta e três experimentos (SHAPIN,

SCHAFFER, 2005). Este cientista estava à frente da academia londrina, a *Royal Society*, que atribuía importância aos experimentos como forma de resolução de problemas e de controvérsias, assim como era atestado definitivo dos resultados. Os membros desta sociedade enfatizavam a experimentação e a publicidade do conhecimento, aproximando os artesãos e filósofos, os técnicos e os cientistas da época (SUPRINYAK, 2009).

Boyle foi um ferrenho defensor da existência do vácuo e reproduzia frequentemente a experiência de Torricelli dentro de recipientes, cujo ar era retirado anteriormente, para comprovar a existência do vácuo. Seu contemporâneo, o filósofo inglês Thomas Hobbes (1588-1679), ao contrário, foi um vigoroso opositor, refutando com veemência a existência do vácuo (SHAPIN, SCHAFFER, 2005).

A existência do vácuo na atualidade já não desperta controvérsias, mas sabe-se também que não é possível a produção do vácuo perfeito por mais eficiente que seja a bomba de vácuo utilizada, consegue-se, no máximo, atingir pressões da ordem de  $10^{-12}$  Torr (STEMPINAK, 2002).

O gráfico 1 apresenta a evolução das bombas de vácuo no decorrer dos anos de 1660 até 1900 e a pressão mínima obtida em Torr. A unidade torr é uma homenagem a Evangelista Torricelli que contribuiu para o estudo da pressão atmosférica e do vácuo.

Um Torr equivale a pressão do fluido exercida por um mililitro de mercúrio. A unidade de pressão utilizada no sistema internacional (SI) é o pascal (Pa), definido como um newton (força) por metro quadrado (área)<sup>4</sup>.

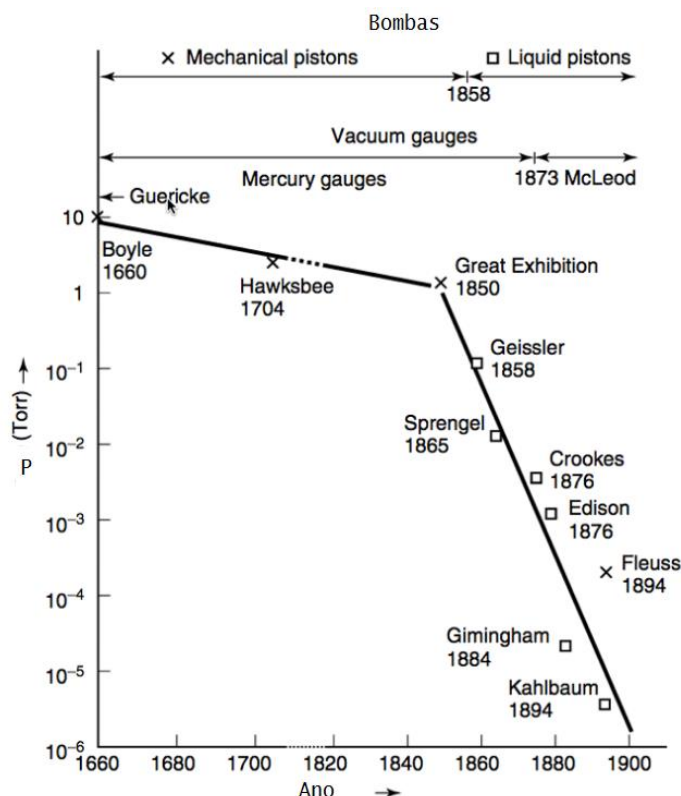
O vácuo é amplamente utilizado na indústria, desde ventosas até para depositar circuitos eletrônicos em

---

<sup>4</sup>1 Torr  $\approx$  1 mmHg = 133,32 Pa.

microchips de silicone. Pressões de cerca de  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$  Torr são utilizadas nas indústrias farmacêuticas para fabricação de vacinas e medicamentos, entre outros. Para revestimento de filme fino e produção de lâmpadas são utilizadas

pressões na faixa de  $10^{-6}$  Torr e pressões na faixa de  $10^{-9}$  Torr são utilizadas em anéis de armazenamento para aceleradores de partículas (VAC AERO, 2013).



**Gráfico 1:** Evolução das bombas de vácuo. Fonte: Adaptado de: <https://vacaero.com/information-resources/the-heat-treat-doctor/1347-a-brief-history-of-vacuum-technology.html>

## 2. Percorso Metodológico

Este estudo trata-se de uma pesquisa com caráter qualitativo e tem natureza exploratória com traços descritivos. Segundo Massoni (2017, p. 52) "a pesquisa qualitativa considera a existência de uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. É descritiva, interpretativa [...]". Oliveira (2012, p. 65) considera a pesquisa exploratória como "um primeiro passo para a realização de uma pesquisa mais aprofundada".

No decorrer de um semestre letivo, no contexto da disciplina de graduação

História da Química foi aplicada uma curta sequência didática (ZABALLA, 1998) com a utilização de vídeos com experimentos históricos. Para Furlan (2000) o vídeo é um meio simbólico que expressa uma obra humana, um texto. Os vídeos apresentando reconstruções/interpretações de experimentos históricos serviram como instrumentos para o ensino.

A turma, na qual foi aplicada a sequência didática, era constituída de treze universitários que já haviam completado grande parte das disciplinas básicas do curso de graduação e já



tinham tido contato com vários conceitos das ciências exatas.

A sequência compreendia três momentos, de 120 minutos cada, iniciando-se com uma discussão sobre a descontinuidade da matéria e a existência do vácuo com a proposição de uma primeira atividade a ser realizada em grupo, onde se discutiu a concepção do filósofo Descartes sobre o vácuo.

Em um segundo momento, em uma aula dialógica, foram apresentados os vídeos com os experimentos históricos e estimulou-se a apresentação e discussão de hipóteses pelos alunos com a mediação do professor. Os vídeos, todos de curta duração, foram projetados em uma tela utilizando o data show ligado a um computador com acesso à internet, e as interações dialógicas entre professor – aluno e aluno-aluno se davam concomitantes à apresentação deles.

No fechamento da sequência, compunham a avaliação bimestral, questões sobre a temática para que os alunos resolvessem individualmente. As respostas das questões foram analisadas na perspectiva da análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

Na discussão sobre a descontinuidade da matéria foram lembradas as concepções de Aristóteles onde toda a matéria terrena era composta pelos quatro elementos; água, terra, fogo e ar e o vazio não existia (PORTO, 2009) e de Leucipo e Demócrito que postulavam a existência do vazio entre os átomos (CARUSO, OBGURI, 1997). A discussão sobre a existência do vácuo percorreu vários séculos assim como sobre os constituintes da matéria. Com relação a constituição da matéria, o nome de Lavoisier (2007) foi lembrado como um dos que efetivamente colaborou para derrocar a teoria dos quatro elementos, quando conseguiu isolar as duas substâncias químicas constituintes da água, hidrogênio e oxigênio, comprovando que ela não poderia ser então um elemento aristotélico.

O ápice da questão relacionada a existência do vácuo se deu ao final do Renascimento envolvendo filósofos como Robert Boyle, Thomas Hobbes (SHAPIN, SCHAFFER, 2005) e o famoso Descartes, este último possuía uma visão que se aproximava da aristotélica (FONSECA, 2013).

Após a discussão inicial e a rememoração das concepções históricas, a seguinte atividade foi proposta:

**Atividade:**

O trecho a seguir traz o pensamento do filósofo Descartes (1596 – 1650):

Quanto ao vazio, no sentido em que os Filósofos tomam esta palavra, ou seja, por um espaço no qual não exista substância, e evidente que não existe nenhum espaço no da extensão do corpo. E com o apenas por um corpo ser extenso em comprimento, largura e profundidade podemos concluir que ele é uma substância, pois não concebemos que seja possível que aquilo que nada é tenha extensão, devemos concluir o mesmo do espaço que se supõe vazio: ou seja, que, já que existe nele extensão, existe também necessariamente substância. (DESCARTE S, 1644 apud MARTINS, 1989, p. 23).

Argumente, apresentando dados e/ou fatos que contrariam o pensamento de Descartes.

Quadro 1 – Atividade sobre o vácuo



Esta atividade foi realizada em grupos compostos por cinco alunos cada, no dia da atividade dez dos treze alunos estavam presentes. A seguir estão apresentadas algumas das respostas.

*Gy: Podemos, por exemplo, utilizar uma situação que usa propagação de ondas mecânicas, que necessitam de um meio para ser propagarem. Elaborando uma situação onde uma onda sonora (que é uma onda mecânica) proveniente de uma fonte colocando um recipiente delimitado onde foi criado vácuo, percebe-se que o som não pode ser detectado, uma vez que não há um meio de propagação. Portanto, não há matéria ou substância.*

*Gz: Com o uso de uma seringa o professor pode obstruir sua abertura e puxar o êmbolo. Desta maneira com muita dificuldade será formado um pequeno volume na seringa. O professor pode questionar então o que há dentro do volume formado, já que com a entrada da seringa tampada não seria possível a entrada de ar. A partir da própria lógica dos alunos estes chegarão à conclusão que não há matéria no volume formado, e tal fato chama-se de vácuo.*

Constata-se que os alunos utilizaram de suas experiências e saberes anteriores, ou seja, se apoderaram de outros discursos científicos que assimilaram ao longo da trajetória escolar para sugerirem experimentos que comprovam a existência do vácuo. O grupo Gy sugeriu uma situação de permitisse constatar que o som não se propaga no vácuo e o grupo Gz o experimento com uma seringa. Como esses experimentos mencionados constam comumente em livros didáticos, mais elementos foram trazidos para o

contexto da sala a fim de elucidar, se havia mesmo o entendimento do assunto ou se os alunos apenas os trouxeram sem a devida reflexão.

Em um segundo momento, como ferramenta de ensino foram utilizados três vídeos. O primeiro vídeo apresentado trazia a reconstrução do experimento de Otto von Guericke em que dois hemisférios de cobre, completamente unidos, são puxados por cavalos em direções opostas a fim de separá-los (FILIPPINI, 2017). O vídeo que traz a reprodução do experimento encontra-se disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=N-8UitPqXjI>. Ressalta-se que esta experiência histórica reproduzida é dispendiosa e envolve uma grande equipe de trabalho e sua reprodução em uma sala de aula só é factível através de vídeos.

Trabalhou-se posteriormente com o experimento de Evangelista Torricelli. O vídeo disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=cyeB\\_SRvAvg](https://www.youtube.com/watch?v=cyeB_SRvAvg) mostra um professor enchendo um tubo de vidro de um metro de comprimento com mercúrio. Tapando uma extremidade o professor verte o tubo em uma vasilha com mercúrio. O metal desce até uma altura de 76 cm da base. Não se recomenda a reprodução desta experiência em sala de aula devido a toxicidade do mercúrio.

O experimento de Gasparo Berti, comumente nominado Experimento de Torricelli, em que se utiliza um tubo com água foi mostrado, utilizando o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=X9UFR10H-CQ>. Esse experimento é também de difícil reprodução devido à dimensão do tubo utilizado, requer uma equipe considerável e precisa ser feito fora da sala de aula. A altura da coluna de água é maior que a do mercúrio em uma

proporcionalidade inversa com suas densidades.

Para a verificação da aprendizagem, além da discussão dos fenômenos em loco e em grupo, com formulação e contestação de hipóteses, outras questões sobre o assunto foram trazidas em uma avaliação escrita

individual realizada após cerca de trinta dias das aulas com os vídeos. A avaliação era composta de dez questões e duas delas tratavam dos temas discutidos neste trabalho. As questões 1 e 2 estão apresentadas no Quadro 2 a seguir:

- 1) Torricelli, em 1643, realizou um experimento utilizando mercúrio, um tubo e uma cuba conforme representado na Figura 1.

O que Torricelli conseguiu demonstrar com o experimento?

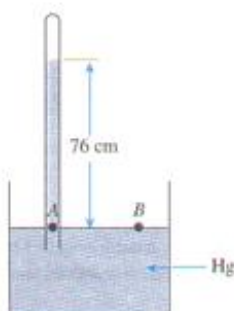


Figura 1 – Experimento de Torricelli

Fonte: [https://www.fisica.net/hidrostatica/pressao\\_atmosferica\\_torricelli.php](https://www.fisica.net/hidrostatica/pressao_atmosferica_torricelli.php)

- 2) Otto de Guericke, em 1654, realizou a experiência representada na Figura 2, o que foi observado e quais conclusões foram obtidas?



Figura 2: Experimento com hemisférios de Magdeburgo

Fonte: <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid2/rc-108/rc-108.html>

#### Quadro 2 – Questões da avaliação

A questão 1 foi respondida por todos os alunos e dois alunos deixaram de responder à questão 2, deixando-a em branco.

Como anteriormente mencionado, para a análise das respostas das questões foi utilizada análise de conteúdo de Bardin (2011). A análise compreende de uma leitura inicial fluente seguida de exploração dos

dados com categorização e codificação e posterior interpretação dos mesmos.

A partir da leitura das respostas da questão 1, três categorias emergiram da análise: pressão atmosférica, existência de vácuo e altura do mercúrio. Estas categorias exemplificadas com recortes das produções textuais estão dispostas no quadro 3





A maior parte dos alunos interpretou adequadamente a figura 1 e conseguiu descrever o experimento, com exceção do A12, que o descreveu incorretamente conforme explicitado no trecho a seguir: "A pressão atmosférica

que empurrava para baixo a parte de mercúrio que não estava em contato com o tubo fez com que uma coluna de mercúrio subisse para dentro do tubo evacuado até uma certa altura."

Quadro 3: Categorias e recortes das produções textuais relativas à questão 1

<b>Categoria</b>	<b>Recorte</b>
Pressão atmosférica	<p><i>Toricelli realizou o experimento como uma forma de estudo de pressão, com este experimento é possível mostrar a equivalência da pressão atmosférica a 760 mm de mercúrio. (A1).</i></p> <p><i>Toricelli conseguiu mostrar em seu experimento a quantidade de mercúrio que estava dentro do tubo correspondia a igualdade da pressão atmosférica externa com a pressão que atuava sobre o mercúrio. (A4).</i></p>
Existência do vácuo	<p><i>Toricelli conseguiu demonstrar a presença do vácuo, do vazio, ao encher o tubo com mercúrio e virá-lo em uma cuba também contendo mercúrio. (A5).</i></p> <p><i>Toricelli visava demonstrar a existência do vácuo que se formava na extremidade fechada do tubo de ensaio. (A7).</i></p> <p><i>Toricelli ao realizar este experimento a existência do vácuo, pois se o tubo está imerso em uma bacia contendo o mesmo líquido presente no tubo e ele desce no tubo a uma altura H, não é possível que haja ar ou outro gás ali. (A13).</i></p>
Altura do mercúrio	<p><i>com a realização do experimento, Toricelli mostrou que ao encher um tubo de 1 metro com mercúrio e virando sua extremidade aberta em um outro recipiente contendo mercúrio, a altura de mercúrio sofria um desnível se estabilizando com uma coluna de mercúrio de 76 cm. (A2).</i></p> <p><i>Verificou-se que a altura de mercúrio no tubo diminuía, como mostrado na figura. (A8).</i></p> <p><i>Toricelli ao realizar este experimento a existência do vácuo, pois se o tubo está imerso em uma bacia contendo o mesmo líquido presente no tubo e ele desce no tubo a uma altura H, não é possível que haja ar ou outro gás ali. (A13)*.</i></p>

\*Na resposta do aluno A13, verificou-se duas categorias.

No conjunto das respostas, emergiu a categoria "existência do vácuo", no entanto, pode-se verificar pelos documentos históricos aqui comentados que Toricelli não utilizou essa expressão para descrever o seu experimento. Mas, esta expressão aparece comumente em

livros didáticos relacionada ao experimento de Toricelli, o que provavelmente levou os alunos a mencionarem. No experimento realizado à temperatura ambiente (25° C), após a descida do mercúrio líquido, restará no "vazio" do tubo, o vapor do mercúrio



que exercerá uma pressão desprezível quando comparada à pressão atmosférica.

Os alunos A5 e A8 mencionaram o experimento do francês Blaise Pascal (MARTINS, 1989), quando ele reproduz o experimento de Torricelli no alto de uma montanha, comprovando a influência

da altura do local em relação ao nível do mar na pressão atmosférica, atribuindo-lhe indevidamente à Torricelli.

A partir da análise de conteúdo das respostas referentes à questão 2, emergiram três categorias, apresentadas no Quadro 4.

**Quadro 4:** Categorias e recortes das produções textuais relativas à questão 2.

<b>Categoria</b>	<b>Recorte</b>
Existência do vácuo	<p><i>O experimento com os hemisférios de Magdeburgo foi utilizado para explicar a existência do vácuo. (A2).</i></p> <p><i>A partir do experimento com hemisférios de Magdeburgo foi possível comprovar a existência do vácuo, fato este bastante polêmico na época. (A11).</i></p>
Força (força dos cavalos)	<p><i>A partir desse experimento foi observado que nem a força de dois cavalos, agindo de forma contrária, foi capaz de separar os hemisférios. (A5).</i></p> <p><i>Como a pressão atmosférica é maior que a pressão no interior da casca, onde há a ausência de ar ou mesmo de matéria, os hemisférios são mantidos selados ao ponto de nem a força dos cavalos conseguirem separar. (A7). *</i></p> <p><i>Ele colocou cavalos puxando os hemisférios e nem mesmo a forças destes foi capaz de separá-los, com isso mostrou que força exercida pelo ar atmosférico nos hemisférios é muito grande. (A10). *</i></p>
Força (pressão atmosférica)	<p><i>Acredita-se que a natureza não permitiria vácuo, e como havia vácuo nos hemisférios, a força da natureza (pressão) não o deixaria existir, sendo aberto. (A3).</i></p> <p><i>Como a pressão atmosférica é maior que a pressão no interior da casca, onde há a ausência de ar ou mesmo de matéria, os hemisférios são mantidos selados ao ponto de nem a força dos cavalos conseguirem separar. (A7). *</i></p> <p><i>Ele colocou cavalos puxando os hemisférios e nem mesmo a forças destes foi capaz de separá-los, com isso mostrou que força exercida pelo ar atmosférico nos hemisférios é muito grande. (A10). *</i></p>

Nas respostas dos alunos A7 e A10, verificou-se duas categorias.

A palavra hemisfério apresentou-se na maior parte das respostas, no entanto, optamos por não a categorizar

pois a mesma se encontrava no enunciado da questão 2.

Segundo Brito et al. (1954), Otto von Guericke construiu com precisão uma



esfera que poderia resistir à pressão atmosférica, justamente devido ao seu formato, e após o ar ter sido retirado do interior desta esfera, foi necessário oito parselhas de cavalos (cada oito cavalos puxando um hemisfério) para abri-la, o que se deu com grande estrondo.

No vídeo demonstrado em sala de aula trazendo a reconstrução do experimento, o número de cavalos era menor e não conseguiram separar os hemisférios. A informação vivenciada pelo vídeo foi mais intensa e duradoura para os alunos do que o relato do experimento histórico, isto porquê em suas respostas fizeram menção a força dos cavalos que não conseguiram separar a esfera, mas não mencionaram que um número maior de cavalos poderia separá-la conforme o experimento histórico. Registrou-se a imagem na memória em detrimento da informação. De qualquer forma ficou o entendimento de que precisa muita força para superar a pressão atmosférica que sela os hemisférios da esfera, quando no interior dela foi feito vácuo e a pressão interna é muito baixa.

Na resposta do aluno A3 observou-se a categoria força (pressão atmosférica) mas não foi possível constatar se o mesmo havia assimilado o conceito adequadamente.

O aluno A6, ausente na aula em que foram apresentados os vídeos, afirmou que *“A esfera fica achatada no eixo que divide os hemisférios.”* Sua resposta inadequada pode indicar que ele não teve interesse em assistir ao vídeo, fora do horário de aula, nem mesmo para se preparar para a avaliação escrita ou a metodologia de ensino empregada não foi adequada para ele.

O aluno A4 interpretou erroneamente o experimento quando trouxe em sua produção textual o seguinte trecho *“Observou-se que não seria possível separar os hemisférios,*

*devido a pressão contida lá dentro, que era maior do que a externa”*, ou seja, justamente ao contrário, a pressão externa sendo maior impedia a abertura da esfera, cujo interior possuía baixa pressão.

As respostas dos alunos às questões propostas indicaram em sua maioria um bom entendimento dos fenômenos apresentados pelos experimentos reproduzidos através dos vídeos.

#### **4. Considerações finais**

Os vídeos utilizados permitiram a reprodução de experimentos que não são fáceis de serem realizados no cotidiano da escola e possibilitaram a vivência virtual dos fenômenos. O contato com estes experimentos históricos aproxima o aluno do fazer científico e das dificuldades que os cientistas encontram para realizar experimentos no contexto em que vivem e também para derrubar dogmas cristalizados ao longo do tempo. Tais vivências fazem com que os alunos percebam o caminho e as rupturas na construção dos conceitos científicos e que experimentos podem ser arquitetados e realizados para testar e refutar hipóteses anteriormente aceitas.

Com vistas a aprofundar a pesquisa, pretendemos aplicar esta sequência didática em turmas maiores e com maior número de alunos, formalizando pré e pós-testes com intuito de reunirmos maiores evidências possibilitando ampliar a compreensão do processo e a validação da mesma.

Temos ainda a pretensão de dar continuidade a esta metodologia de ensino, buscando e selecionando vídeos e também implementando a elaboração de objetos de aprendizagem que possibilitem o entendimento e a formulação de conceitos científicos, através da história das ciências e aproximando os alunos das Tecnologias Digitais de Informação e



Educação

Comunicação (TDIC), as novas ferramentas do século XXI.

## Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

## Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRITO, J. X. et al. O tricentenário da experiência dos hemisférios de Magdeburgo (1654). **Gazeta da física** - revista dos estudantes de física e dos físicos e técnico-físicos portugueses. V.III, Fasc. 2, p. 50- 53, 1954.
- CARUSO, F.; OGURI, V. A eterna busca do indivisível: do átomo filosófico aos quarks e leptões. **Química Nova**, v. 20, n. 3, p. 324 – 332, 1997.
- CARVALHO, P. S. et al. **Ensino Experimental das ciências**: um guia para professores do ensino secundário – física e química. Porto: U.PORTO, 2013.
- DELIZOICOV, N. C. Ensino do sistema sanguíneo humano: a dimensão histórico epistemológica. In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.
- DUQUE NARANJO, N. De la "Cura amoris" en Pascal, un vistazo ético-antropológico a Les Pensées. **Escritos**, v.27, n. 59, p. 222-255, 2019.
- FILIPPINI, A. S. **Atividades investigativas no ensino de hidrostática**. Dissertação de mestrado. Departamento de Física. Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- FONSECA, M. J. Sobrevoando a Filosofia de Descartes: o seu Itinerário Filosófico. **Millenium**, v. 45, p. 63-101, 2013.
- FONTANA, F. F.; CORDENONSI, A. Z. TDIC como mediadora do processo de ensino-aprendizagem da arquivologia. **Ágora**: arquivologia em debate. Florianópolis, v. 25, n. 51, p. 101-131, 2015.
- FURLAN, V. I. O estudo de textos teóricos. In: CARVALHO, M. C. M. (Org.). **Construindo o saber -metodologia científica**: fundamentos e técnicas. 10. ed. Campinas – SP: Papyrus, 2000.
- GRANT, E. **Os fundamentos da Ciência Moderna na Idade Média**. Portugal: Porto Editora, 2004.
- KNIGHT, D. Trabalhando à luz de duas culturas. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. **Escrevendo a história da ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.
- LAVOISIER. A. L. **Tratado elementar de química**. Tradução L. S. P. Trindade. São Paulo: Madras, 2007
- MARTINS, R. A. Tratados físicos de Blaise Pascal. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência** [série 2], v. 1, n.3, p. 1 – 168, 1989.
- \_\_\_\_\_. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. pp. xxi-xxxiv, In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.
- MASSONI, N. T. Projetos de pesquisa em educação: importância, elaboração e cuidados. In: MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. (Orgs.). **Pesquisa Qualitativa em educação em ciências**: projetos, entrevistas, questionários, teoria fundamentada, redação científica. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. V. 12, n. 3, p. 164 – 214, 1995.
- PORTO, C. M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua? **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 4602 - 4609, 2009.
- OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- SHAPIN, S.; SCHAFFER, S. **El Leviathan y la bomba de vacío**: Hobbes, Boyle y la vida experimental. – 1 ed. – Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2005.
- STEMPNIAK, R. A. **Ciência e a tecnologia do vácuo**: Resumo histórico e algumas aplicações.



Educação

**Scientia Amazonia, v. 10, n.1, E1-E13, 2021**

Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org>

ISSN:2238.1910

Sociedade Brasileira de Vácuo; FACAP/CDT – Faculdade de Ciências Aplicadas de São José dos Campos, SP, 2002. Disponível em: <http://www.sbvacu.org.br/noticias/o-que-e-vacu.pdf>. Acesso em 28/05/2020.

SUPRINYAK, C. E. Torricelli, energia a vapor e o sentido tecnológico da Revolução Científica. **Rev. Econ. Polit.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 302-318, 2009.

VAC AERO. **A brief history of vacuum technology.** 2013. Disponível em: <https://vacaero.com/information-resources/the-heat-treat-doctor/1347-a-brief-history-of-vacuum-technology.html>. Acesso em 14/05/2020.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto alegre: Artmed, 1998.