

## IRVING LANGMUIR: UM MÚLTIPLO CIENTISTA

*Regina Simplício Carvalho e Luiz Henrique Milagres de Oliveira  
(estudante de iniciação científica júnior)*

Colégio de Aplicação – COLUNI  
Universidade Federal de Viçosa  
36570-000 Viçosa, MG - *Campus* Universitário  
resicar@ufv.br

**Resumo:** Irving Langmuir foi um múltiplo cientista porque atuou significativamente em várias áreas científicas. Os estudos de Langmuir abrangeram química, física, e engenharia, e foram, em grande parte, pioneiros nos aspectos de fenômenos no vácuo. O seu trabalho com o comportamento dos gases em filamentos levaram à invenção da lâmpada incandescente cheia de gás e a descoberta do hidrogênio atômico. Ele foi o primeiro a observar camadas monoatômicas estáveis em tungstênio e em fios de platina, e realizou experiências com filmes de óleo em água, formulando uma teoria geral de adsorção em filmes finos e estudou as propriedades catalíticas desses. Em química, o seu interesse em mecanismos de reação o fez estudar estrutura e valência, contribuindo para o desenvolvimento da teoria de compartilhamento de elétrons do Lewis.

**Palavras chaves:** Irving Langmuir, cientista, pesquisa

**Abstract:** Irving Langmuir was a multiple scientist because he worked in several scientific areas with full success. Langmuir's studies embraced chemistry, physics, and engineering and were largely the outgrowth of studies of vacuum phenomena. His work on filaments in gases led directly to the invention of the gas-filled incandescent lamp and to the discovery of atomic hydrogen. He was the first to observe the very stable adsorbed monatomic films on tungsten and platinum filaments, and was able, after experiments with oil films on water, to formulate a general theory of adsorbed films. He also studied the catalytic properties of such films. In chemistry, his interest in reaction mechanism caused him to study structure and valency, and he contributed to the development of the Lewis theory of shared electrons.

**Key-words:** Irving Langmuir, scientist, research



Fig.1. Irving Langmuir

Irving Langmuir (figura1), que se tornaria um futuro ganhador do prêmio Nobel, nasceu no Brooklyn, New York em 31 de janeiro de 1881, sendo o terceiro dos quatro filhos de Charles Langmuir e Sadié [1]. Logo cedo foi encorajado pelos pais a ser um cuidadoso observador da natureza e a manter registros detalhados dessas observações [2]. Com a idade de onze anos, quando sua deficiência visual foi detectada, foram-lhe revelados detalhes previamente escondidos o que o deixou cada vez mais intrigado pela natureza.

Langmuir foi fortemente influenciado pelo seu irmão, Arthur, um químico pesquisador que incentivou a sua curiosidade natural. Ele lhe ajudou a montar o primeiro laboratório em um canto do próprio quarto; e respondeu pacientemente às perguntas do então menino sobre assuntos corriqueiros - por que a água ferve? por que a chuva cai? [2].

Em 1892, a família se mudou para Paris e a curiosidade intelectual de Irving foi temporariamente abafada pela instrução tradicional e rígida lá encontrada [2]. Ele ficou contente ao voltar à Philadelphia e a Chestnut Hill Academy onde um professor especial pôde reacender o seu fervor anterior. Formou-se na escola secundária, Instituto de Treinamento Manual de Pratt no Brooklyn, e recebeu o diploma em Engenharia Metalúrgica da Escola de Minas da Universidade de Columbia em 1903 [2,3].

Langmuir escolheu a Universidade de Gottingen na Alemanha para seu trabalho de pós-graduação. Esta decisão provaria ser acertada, porque trabalhando sob a orientação de Walther Nernst, que era teórico e inventor, foi conduzido para a pesquisa aplicada, consolidando a sua carreira. Recebeu o Ph.D em 1906 pela pesquisa intitulada "On The Partial Recombination of Dissociated Gases During Cooling", cuja meta era determinar o comportamento de

vários gases na presença de um fio de platina aquecido, feita com a utilização de uma lâmpada elétrica inventada por Nernst [4] e que se tornou fundamento para muitos dos seus interesses posteriores [2].

Ao retornar aos Estados Unidos, aceitou uma posição como professor de química no Instituto de Tecnologia Stevens em Hoboken, New Jersey. Em 1909, teve a oportunidade de passar as férias de verão, desenvolvendo pesquisas na Companhia General Electric (GE) em Schenectady, New York. O diretor do laboratório de pesquisa, Dr. Willis R. Whitney, reconheceu o potencial do jovem professor e o persuadiu a unir-se a GE, Whitney lhe ofereceu as condições e a liberdade para fazer pesquisa pura além de colocar uma equipe de pesquisadores à sua disposição. Durante quase três anos ele trabalhou satisfazendo a sua curiosidade e publicando artigos científicos sobre reações químicas a baixas pressões, sem lucro imediato [5]. Doutor Whitney fez de Langmuir o primeiro cientista da história moderna a receber as ferramentas e recursos para a pesquisa livre. Tendo o luxo de trabalhar “por diversão”, ele e seus associados continuaram pesquisando e mais que recompensaram a GE pela confiança depositada e a liberdade concedida pois esta foi a beneficiária de muitas das suas invenções; a bomba de vácuo, a lâmpada incandescente cheia de gás e uma família inteira de tubos de alto-vácuo para rádio. Como consequência do sucesso dos seus métodos de pesquisa, outras corporações e agências governamentais foram encorajadas a investir grandes somas de dinheiro em pesquisa irrestrita [4,5].

A principal pesquisa de Langmuir começou com uma lâmpada incandescente, do mesmo tipo que o tinha inspirado em Gottingen. A lâmpada era constituída de um fino filamento de tungstênio inserido em um bulbo de vidro a vácuo, que ao ser percorrido por uma corrente elétrica, se aquecia até a incandescência, emitindo uma luz com tom levemente amarelado. A lâmpada incandescente perdia luminosidade com o tempo de uso, pelo enegrecimento da parede interna do bulbo, reduzindo inevitavelmente a sua eficiência, bem como sua vida útil. Esta oferecia muitas possibilidades de investigação e serviu como um veículo para o estudo do vácuo e também como um recipiente para estudar gases a temperaturas e pressões variadas. Para o estudo com gases, Langmuir teve que inventar novos tipos de aparatos de vácuo. Precisou, particularmente,

analisar pequenas quantidades de gás que haviam na lâmpada de tungstênio. Com alguns desses aparatos pôde fazer uma análise quantitativa praticamente completa de uma quantia de gás que ocupava aproximadamente  $1\text{mm}^3$  à pressão atmosférica [3,5]. Ao introduzir diferentes gases no bulbo da lâmpada, Langmuir concluiu que nenhum deles comportou-se de forma semelhante, por exemplo, o oxigênio atacou o filamento e formou óxido de tungstênio,  $\text{WO}_3$  e as cinéticas das reações associadas despertaram interesse científico considerável [5].

Estudando o efeito de hidrogênio, ele observou que uma quantia limitada do gás desaparecia e uma espécie quimicamente ativa aparecia e era capaz de reagir até mesmo com oxigênio, à temperatura ambiente, depois que o filamento de tungstênio esfriava. Conectando um voltímetro e um amperímetro ao filamento de tungstênio que estava sendo aquecido em atmosfera de hidrogênio, foi possível determinar a temperatura, como também achar a perda de calor do filamento, em watts à altas temperaturas. Os resultados mostraram que a perda de energia pelo gás era proporcional ao quadrado da temperatura até aproximadamente 1800 K e acima desse valor aumentava a uma taxa muito mais alta, cerca de cinco vezes maior. Resultado que só poderia ser explicado se o hidrogênio a altas temperaturas fosse dissociado em átomos. A difusão dos átomos de hidrogênio no filamento, e a recombinação dos átomos a uma certa distância, causariam um aumento enorme na condução de calor. Publicando estes resultados preliminares ele buscou naturalmente adquirir mais informações sobre as propriedades destes átomos de hidrogênio. Um grande número de experiências foi realizado durante vários anos e assim foi feito o estudo do hidrogênio atômico [3,5]. Como filamentos, de tungstênio, se fundem a uma temperatura bem acima do ponto de fusão da platina, o tungstênio forneceu uma ferramenta valiosa para o estudo científico de fenômenos dos gases a altas temperaturas. Langmuir calculou a relação entre a resistência elétrica do fio de tungstênio e sua temperatura, e usou um fio de tungstênio como um tipo de termômetro de resistência.

O nitrogênio ao ser introduzido em um bulbo com filamento de tungstênio, à baixa pressão e a uma temperatura extremamente alta, 2800 K, desapareceu a uma taxa independente da pressão

aplicada. Este fato sugeriu que a velocidade de reação estivesse limitada pela taxa de evaporação do tungstênio. Para conferir esta hipótese, a taxa de perda de peso do filamento foi medida em vácuo, a diferentes temperaturas. Esta taxa variou com a temperatura conforme leis termodinâmicas conhecidas, e foi concluído que a perda de peso realmente era devido à evaporação e não a ação química de gases residuais ou às correntes elétricas que passaram no filamento. Uma comparação entre a taxa de desaparecimento de nitrogênio e a perda de peso do filamento mostrou que uma molécula de nitrogênio desaparecia para todo átomo de tungstênio que sublimava. Uma combinação marrom,  $WN_2$ , formava-se e depositava-se no bulbo e foi decomposta quando vapor d'água foi introduzido, formando gás de amônio. Hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, monóxido de carbono, e na realidade todo gás introduzido, com a exceção de vapor d'água, não produziu enegrecimento do bulbo da lâmpada. O enegrecimento acontecia na presença de pequenas quantias de vapor d'água e dependia de uma reação cíclica na qual o hidrogênio atômico tinha um papel essencial. Moléculas de vapor d'água, em contato com o filamento quente, produziam um óxido volátil de tungstênio e o hidrogênio era liberado em forma atômica. O óxido volátil depositava no bulbo onde era reduzido pelo hidrogênio atômico. O vapor d'água produzido voltava a reagir com o filamento de tungstênio, gerando uma reação em cadeia. Assim, uma quantidade mínima de vapor d'água podia arrastar uma quantia significativa de tungstênio do bulbo [3,5].

Foram feitos alguns testes nos quais lâmpadas foram mantidas imersas em ar líquido durante as suas vidas, de forma que não pudesse haver qualquer possibilidade do vapor d'água entrar em contato com o filamento. A taxa de enegrecimento do bulbo, porém, foi exatamente igual a se nenhum ar líquido tivesse sido usado. Provou-se assim que o enegrecimento de uma lâmpada era somente devido à sublimação do filamento de tungstênio e Langmuir pôde concluir com certeza que a vida da lâmpada não seria nem sequer apreciavelmente melhorada se eles pudessem produzir um vácuo perfeito [5]. Nos bulbos das lâmpadas incandescentes foi introduzido o argônio, que impedia a oxidação e dificultava a sublimação do

filamento de tungstênio, aumentando dessa forma a vida e a eficiência das lâmpadas e gerando milhões de dólares para a GE.

O uso de hidrogênio atômico deu origem ao arco elétrico de hidrogênio capaz de derreter e soldar metais com vantagens em relação ao tradicional arco elétrico de oxiacetileno. Ferro pôde ser derretido sem contaminação por carbono, oxigênio, ou nitrogênio e devido à poderosa ação redutora do hidrogênio atômico, ligas contendo cromo, alumínio, silício, ou manganês, puderam ser fundidas sem a oxidação da superfície [5].

O estudo dos gases, em uma lâmpada incandescente, oferecia o primeiro quadro claro de emissão termiônica (fluxo de partículas carregadas de metais quentes). Langmuir foi o primeiro a trabalhar com “plasmas” (estado de agregação de gás ionizado que possui propriedades elétricas e magnéticas incomuns) e o primeiro a usar o termo “plasma” para descrever esses gases [6]. A invenção da sonda termiônica também faz parte das realizações de Langmuir.

O reconhecimento máximo na carreira de qualquer cientista é ter a honra de ganhar um Prêmio Nobel. Irving Langmuir, em 1932, alcançou este feito graças aos seus progressos na pesquisa de química da superfície, tornando-se assim o primeiro químico não acadêmico a receber o Prêmio Nobel [3,5]. Demonstrou que “monocamadas”, filmes de superfície bidimensionais, de ácidos graxos, sobre a superfície da água, poderiam ser comprimidas e adquirir organização controlada. Junto com Doutora Katherine B. Blodgett, descobriu como transferir essas 'monocamadas' ordenadas e organizadas da superfície da água para um substrato sólido, cujo filme já depositado sobre o substrato é chamado de Langmuir-Blodgett (LB) [7,8] e pesquisou sobre interfaces das camadas. Os estudos conduziram à clarificação da verdadeira natureza de adsorção de superfície que pode ser avaliada quantitativamente através das isotermas, que mostram a relação de equilíbrio entre a concentração na fase fluída e a concentração nas partículas adsorventes em uma determinada temperatura. Langmuir propôs a chamada “isoterma de Langmuir” considerando que as forças que atuam na adsorção são similares em natureza às aquelas que envolvem combinação química [9].

Pelos esforços conjunto, a química de superfície se tornou uma área científica desenvolvida. Camadas finas em superfícies de

membranas vivas são importantes na ação de enzimas, toxinas, antitoxinas e outras substâncias biológicas. Esta descoberta conduziu à possibilidade de medir tamanhos moleculares de vírus e toxinas, um passo significativo diante dos olhos dos biólogos. Langmuir desenvolveu técnicas experimentais para o estudo de proteínas. O estudo de monocamadas também o conduziu ao desenvolvimento do vidro, quase perfeitamente transparente, confeccionado com a deposição de um filme fino de compostos de flúor sobre a superfície [2].

Langmuir contribuiu para o desenvolvimento da tecnologia empregada em ambas as Guerras Mundiais. Durante a Primeira Guerra Mundial, o governo recrutou a sua ajuda no desenvolvimento de sonares para detectar submarinos e dispositivos eletrônicos para a sinalização debaixo d'água [3,5]. A colaboração dele com Leopold Stowkowski resultou na melhoria da qualidade de gravações e reprodução de sons.

Após a Primeira Guerra Mundial, de 1919 a 1921, se interessou pela teoria atômica, e publicou a "teoria concêntrica da estrutura atômica" [10], propôs que todos os átomos tendiam a completar a camada eletrônica externa com oito elétrons. Os gases inertes já possuem esta camada completa, e assim são quimicamente não reativos. Quanto maior a tendência de um átomo em completar a camada, maior a sua atividade química. Foi proposto também que a atividade química da substância era baseada no número e na posição dos elétrons no átomo. Se um átomo compartilhava seus elétrons para completar a camada, a união denominava-se "laço covalente", enquanto um átomo que aceitava ou cedia seus elétrons para realizar este propósito formava-se o que Langmuir chamou de uma "união polar" (laço iônico). Definiu e explicou o termo "valência" estabelecendo uma simples teoria para substâncias polares e não polares. Como parte da descrição do átomo, explicou também a condição isoeletrônica, isômeros, e isóbaros. Aperfeiçoou o modelo de estrutura eletrônica proposta por Lewis, generalizando e revendo tudo o que havia sido feito até então. Estabeleceu ainda a regra de 18 elétrons para os metais de transição, sistematizou os compostos conhecidos segundo a sua obediência à regra do octeto e estabeleceu uma expressão matemática para o número de ligações covalentes num composto com octeto completo [11]. Poucos livros de ensino

reconhecem a contribuição de Langmuir no avanço da compreensão da natureza do átomo [2,3].

Durante a Segunda Guerra Mundial, Langmuir trabalhou com Vincent Schaefer, também da GE, e Bernard Vonnegut, desenvolvendo máscaras de gás, geradores para produção de cortinas de fumaça e dispositivos para o degelo das asas e fuselagens de aviões. Esta pesquisa o levou a trabalhar na controversa área de controle do tempo, usando gelo seco e cristais de iodeto de prata para nucleação de nuvens com a conseqüente geração de chuvas [2,3,4].

Um colega de Langmuir o descreveu do seguinte modo: "Langmuir é a coisa mais próxima de uma máquina de pensar que eu conheço - você coloca os fatos e ele entrega as conclusões." Avaliações deste tipo, levaram muitos a considerar Langmuir, um indivíduo anti-social e cheio de vaidade pessoal. Outros, entretanto, o viram como uma pessoa com uma mente ativa e energia física que lhe deixava pouco tempo para conversa fiada. Os contatos sociais dele eram restritos à família e aos amigos. Era muito solicitado no circuito de conferências, desfrutando aparentemente a oportunidade de expressar as suas visões em muitos tópicos como; a filosofia da ciência, a inter-relação da ciência com a sociedade e a política, por exemplo, o controle da energia atômica [2,3].

Em 18 de dezembro de 1953, em um Colóquio, Langmuir falou sobre Ciência Patológica, nunca havia publicado nada sobre esse assunto, mas o seu discurso foi transcrito e editado por R N. Hall [12]. Na verdade, chama a atenção de como cientistas podem ser seduzidos a cometer erros pela pressa de analisar resultados e chegar a conclusões errôneas, levando a falsas teorias. Salienta, ainda, que isto não é feito por má fé, mas no calor da emoção de uma aparente nova descoberta. Conforme Langmuir, o pesquisador não pode planejar qualquer descoberta, mas o trabalho que causará a descoberta, podendo organizar um laboratório para adquirir uma probabilidade maior de resultados satisfatórios. Apesar da palavra serendipidade ter sido cunhada por Horace Walpole em 1754 [13], Langmuir a definia como a arte para levar vantagem do inesperado [14].

Ao longo da sua vida longa e ativa o interesse pela natureza o levou a desfrutar atividades vigorosas ao ar livre. Escalou a Matterhorn, explorou o Adirondacks, voou em aviões, esquiou e

patinou. Foi recompensado pelos seus esforços e interesses através de numerosos prêmios. Recebeu 15 títulos *honoris cause* e 22 medalhas, como por exemplo, a Hughes da Real Sociedade de Londres. Foi presidente da Sociedade Americana de Química em 1929 e da Associação Americana para o Avanço de Ciência em 1943. Monte Langmuir, no Alasca, é nomeado em sua homenagem assim como, a Irving Langmuir, Faculdade da Universidade Estatal de Nova Iorque e o periódico “Langmuir”, criado em 1985 [2,3,4].

Irving Langmuir permaneceu bem ativo e produtivo até seus 70 anos. Passou seus últimos anos viajando o mundo inteiro com a sua esposa, Marion Mersereau, com quem se casara em 1912 [1]. Morreu em Bosques Fure, Massachusetts em 1957, deixando dois filhos: Kenneth e Bárbara. A vida dele foi um modelo para a filosofia pela qual viveu: que há uma utilidade para tudo o que aprendemos [2].

### Referências bibliográficas

1. Nobel Lectures, Chemistry 1922-1941, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1966, disponível em <http://nobelprize.org/chemistry/laureates/1932/langmuir-bio.html>. Acesso em 19/08/2005
2. <http://www.woodrow.org/teachers/chemistry/institutes/1992/Langmuir.html>. Acesso em 19/09/2005
3. Gugliotti, Marcos. **Química Nova**, vol.24, n° 4, 568-572, 2001
4. <http://www.ee.nmt.edu/~langmuir/langmuir.html>. Acesso em 25/09/2005
5. Moller, Nicholas disponível em <http://jlnlabs.imars.com/mahg/article/langmuir.nm.pdf>. Acesso em 25/09/2005
6. <http://www.if.uff.br/plasma/plasma.htm>. Acesso em 19/09/2005

7. <http://www.inovacao.unicamp.br/especial/nanotech/le-nature-nanofio.html>. Acesso em 21/09/2005
8. PATERNO, Leonardo G.; MATTOSO, Luiz H. C.; OLIVEIRA Jr., Osvaldo N. **Química Nova**, vol. 24 n° 2, 228-235, 2001
9. Sanhueza, J. T. disponível em <http://www.icp.csic.es/cyted/monografias/monografiastenéria/capitulo.pdf>. Acesso em 13/10/05
10. LANGMUIR, I. **Journal of the American Chemical Society**, vol.41, n° 6, 868-893, 1919.
11. BANDEIRA, Nuno A. G. disponível em <http://dequim.ist.utl.pt/lq/alquim/Ensino/Cadeiras/Ano3/Sem2/HFC/BandeiraValencia.pdf>. Acesso em 02/10/2005
12. LANGMUIR, I. and HALL, R. N., “Pathological Science” Colloquim at the Knolls Research Laboratory, December, 18, 1953, disponível em <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/pathological>. Acesso em 01/10/2005. **Physcis Today**, vol.42, n°10, .36-48, 1989.
13. ROBERTS, Royston M., tradução André Oliveira Mattos, **Descobertas Acidentais em Ciências**, 2ª ed. Campinas, Papirus Editora, 1995. 326 p.
14. [www.outilsfroids.net/news/962.shtml](http://www.outilsfroids.net/news/962.shtml). Acesso em 28/09/2005