

LABORATORIO DEL VIDRIO EN UNA MONTAÑA

PESQUISA DENTRO DO VULCÃO

El estudio experimental de volcanes ha sido desde los años 90 el principal campo de trabajo del conocido investigador Profesor Dr. Donald Dingwell. Este investigador canadiense ha sido distinguido por su labor con el Premio Otto Schott a la Investigación 2014.

Pesquisa experimental dentro de vulcões tem sido a principal área de trabalho do renomado Professor Dr. Donald Dingwell desde os anos 1990. O pesquisador canadense foi agraciado com o Prêmio de Pesquisa Otto Schott 2014 por seu trabalho.



Foto: thinkstock

MATTHIAS MATTING

Ya en la Edad de Piedra los humanos utilizábamos el vidrio volcánico para herramientas de corte y puntas de lanza. Donald Bruce Dingwell vio por vez primera la obsidiana, que es una roca formada por lava enfriada, en un libro de texto sobre Ciencias de la Naturaleza mientras cursaba la enseñanza media en su país de origen, Canadá. Por aquel entonces todavía no era consciente de que un día investigaría sobre los laboratorios naturales en los que se forma el vidrio volcánico. Acabó estudiando Física y Química, con Geología como asignatura optativa.

Este investigador nacido en 1958 no descubrió su pasión por la vulcanología hasta que cumplió la treintena. A pesar de que los volcanes nos han acompañado a lo largo de la historia y la evolución, desde el punto de vista de la ciencia moderna fueron estudiados de una forma más bien unilateral. El actual Profesor de Vulcanología Experimental y Director del Departamento de Ciencias de la Tierra y Medioambientales en la universidad LMU de Munich recuerda que “se limitaba a un enfoque descriptivo”. Los investiga-

Desde a Idade da Pedra, nós, humanos, usamos vidro vulcânico para produzir ferramentas de corte e pontas de lança. Tudo começou quando Donald Bruce Dingwell viu pela primeira vez uma obsidiana, pedra formada por lava resfriada, ainda na escola secundária, em seu país natal, o Canadá, e descobriu uma foto em um livro de geociências. Certamente, ele não imaginou naquele momento que um dia conduziria pesquisas no laboratório natural onde o vidro vulcânico é produzido – mas começou a estudar física e química, e geologia como matéria eletiva.

O pesquisador, nascido em 1958, não descobriu sua paixão por vulcanologia até chegar aos 30 anos. Embora os vulcões nos acompanhem ao longo da história e da evolução, eles foram estudados de forma parcial, da perspectiva da ciência moderna. O atual professor de Vulcanologia Experimental e diretor do Departamento de Ciências da Terra e do Ambiente na LMU, em Munique, Alemanha, lembra que esta era “limitada a uma abordagem descritiva”. Pesquisadores examinaram de perto todos os depósitos que as

dores analizaban con la máxima precisión todo aquello que había sido expulsado al exterior durante las erupciones e intentaban extraer conclusiones sobre los procesos físicos y químicos que se operaban en el interior de la montaña. “Este tipo de trabajo de campo es casi un arte”, comenta Dingwell, y aun así sus colegas de los campos de la física o la biología difícilmente hubieran calificado la vulcanología de ciencia natural moderna, debido a la falta de los componentes de simulación y experimentación.

Pero, ¿cómo se pueden simular estas montañas ardientes en un laboratorio? Los volcanes “artificiales” se hallan en un sótano de un edificio de la Universidad de Munich. Unos tubos de hasta 4 m de largo y tan anchos como cubos forman chimeneas, por las que la explosión asciende hasta la superficie. Un horno genera temperaturas de hasta 1.300 °C y las rocas son calentadas bajo presión en su interior. Igual que en un volcán real, la erupción se produce cuando se alivia súbitamente la presión. El equipo de investigadores del Profesor Dingwell mide con cámaras la velocidad a la que las partículas, entre ellas también vidrios, son expulsadas. Su tamaño se determina desprendiéndolas de las paredes de las chimeneas una vez finalizado el experimento. “Los vidrios aquí producidos son instantáneos de la estructura de los líquidos que nunca tuvieron la oportunidad de enfriarse en un equilibrio termodinámico. Este es un estado especial de la naturaleza que realmente me fascina”, explica Dingwell.

Dingwell y sus compañeros tuvieron que superar una serie de obstáculos para que la vulcanología experimental pudiera llegar a

erupções tinham exposto na tentativa de chegar a algumas conclusões sobre os processos físicos e químicos que se passavam dentro da montanha. “Este tipo de campo de trabalho é quase uma arte”, acredita Dingwell – e os colegas da física e da biologia difícilmente teriam se referido à vulcanologia como uma ciência moderna, uma vez que faltam elementos de simulação e experimentação. Entretanto, tudo isso mudou completamente, principalmente graças ao trabalho de Donald Dingwell na área da vulcanologia experimental.

Mas, como esses tipos de vulcões podem ser simulados em laboratório? Os vulcões “artificiais” podem ser encontrados dentro do porão de um dos edifícios da Universidade de Munique. São tubos de até quatro metros de comprimento, largos como baldes de água, que formam as aberturas que transportam a explosão à superfície. A fornalha gera temperaturas de até 1.300 graus Celsius, e as pedras são aquecidas sob pressão. E, como um vulcão real, entra em erupção quando a pressão é deixada escapar. A equipe de pesquisadores que trabalha com o Professor Dingwell mede a rapidez com a qual as partículas são expelidas, incluindo vidro. E seu tamanho é determinado com a simples lavagem delas após o término do experimento. “Os vidros produzidos são instantâneos da estrutura dos líquidos que simplesmente não tiveram a chance de esfriar em um equilíbrio termodinâmico. Este é um estado especial da natureza que realmente me fascina”, explica Dingwell.

Ele e seus colegas tiveram de superar vários obstáculos para que a vulcanologia experimental chegasse a este ponto. Para conseguir determinar os efeitos dos líquidos quentes e seus produtos finais

El Profesor Donald Dingwell (2º por la Izda.) recibió el Premio Otto Schott a la Investigación por sus investigaciones sobre vidrios volcánicos. Le hizo entrega del premio el Dr. Hans-Joachim Konz, Presidente del Consejo de Patronato de la Fundación Ernst Abbe y miembro del Consejo de Dirección de SCHOTT (2º por la Dcha.) en el transcurso de un congreso internacional sobre vidrio celebrado en Aquisgrán a finales de mayo. Le acompañan en la fotografía el Profesor Reinhard Conradt (RWTH Aachen, a la Izda.) y el Profesor Carlo Pantano (Penn State University, a la Dcha.), asimismo miembros del Consejo de Patronato.

O Professor Donald Dingwell (2º a partir da esq.) foi agraciado com o Prêmio de Pesquisa Otto Schott por sua pesquisa com vidros vulcânicos. O Prêmio foi entregue pelo Conselho de Curadores da Fundação Ernst Abbe e pelo Dr. Hans-Joachim Konz (2º a partir da dir.), membro do Conselho Diretivo da SCHOTT, durante a conferência sobre vidro realizada em Aachen, Alemanha, no final de maio. Na foto estão também os conselheiros Professor Reinhard Conradt (RWTH Aachen; esq.) e o Professor Carlo Pantano (Penn State University; dir.).



este punto. Para determinar la influencia de los líquidos calientes y sus productos finales de vidrio enfriado, necesitaban información sobre sus propiedades exactas. Su determinación ha convertido a Dingwell en lo que es ahora: uno de los expertos en caracterización del vidrio y masas fundidas más solicitados del mundo.

Recurren a él en particular cuando la comprensión del vidrio exige realizar experimentos bajo condiciones especiales o sobre composiciones poco corrientes. A fin de cuentas, los casos límite son la norma para el vulcanólogo. Los vidrios volcánicos a menudo contienen proporciones muy elevadas de impurezas, tales como, agua y gases, que alteran sus propiedades de diversas formas. “Nos hubiera gustado poder consultar en libros especializados, pero no pudimos encontrar muchas respuestas, ni siquiera a las cuestiones más básicas relativas a la densidad, el coeficiente de dilatación térmica, la compresibilidad, la tensión superficial o la solubilidad de los gases bajo alta presión”, añade Dingwell. Incontables publicaciones científicas documentan la labor recopilatoria de Dingwell y sus compañeros: determinaron las propiedades termomecánicas de vidrios silicato y midieron la solubilidad del agua en las masas fundidas. Hoy en día, estos artículos son lectura obligatoria para todos los investigadores industriales cuya tarea es purificar el vidrio, es decir, expulsar el agua y los gases solubles de la masa fundida. Varias publicaciones del grupo de trabajo de Dingwell también han tratado el tema de cómo afecta la composición de un vidrio a la viscosidad y a la dilatación. Se ha conseguido así avanzar significativamente en el conocimiento de las reacciones viscoelásticas de los vidrios simples y complejos. “Ahora disponemos de las fórmulas para derivar las propiedades de un vidrio a partir de su composición y estructura”, explica Dingwell. Se trata

de vidro resfriado sob erupção vulcânica, os pesquisadores precisaram de informações sobre as propriedades exatas destas substâncias. Sua definição precisa fez de Dingwell o que ele é hoje para o mundo do vidro: um dos mais renomados especialistas em caracterização e derretimento de vidro.

As pessoas voltam-se para ele particularmente quando a compreensão do vidro precisa de experimentos a serem executados sob condições muito especiais, ou em caso de composições extremamente raras. Afinal, casos extremos são regra para o vulcanologista. Na maioria das vezes, vidros vulcânicos contêm partes muito elevadas de aditivos, como água e gases, por exemplo, que alteram suas propriedades de várias maneiras diferentes. “Teríamos adorado encontrar estes temas em obras de referência, mas não há muitas respostas, até mesmo para questões mais básicas sobre densidade, coeficiente de expansão térmica, compressão, tensão superficial ou solubilidade dos gases sob alta pressão”, conta Dingwell. Inúmeras publicações científicas relatam o quão minuciosamente ele e seus colegas coletaram os dados. Os pesquisadores determinaram as propriedades termomecânicas dos vidros de silicato e mediram a solubilidade da água em fusão. Hoje, os artigos publicados por eles são leitura obrigatória para todos os pesquisadores industriais cujo trabalho é purificar o vidro, o que representa expulsar a água e os gases solúveis do derretimento, no sentido de impedir a formação de bolhas no produto final. Muitos dos artigos que o grupo de trabalho de Dingwell publicou também lidam com a questão de como a composição de um vidro afeta a viscosidade e a expansão térmica. Eles conseguiram avançar muito na compreensão das reações viscoelásticas nos vidros simples e complexos. “Agora temos as fórmulas que precisamos para nos tornar aptos a deduzir as propriedades do vidro a partir de sua composição e estrutura”, garante Dingwell. Este conhecimento também beneficia os pesquisadores que trabalham em laboratórios de vidro industriais, e explica porque

En el laboratorio de Dingwell, en la Universidad de Munich, se calientan rocas a una temperatura de 1.300 °C bajo presión y se simula una erupción volcánica.

No laboratório de Dingwell, na Universidade de Munique, pressão é exercida sobre pedras a 1.300 graus Celsius, e uma erupção vulcânica é simulada.



Pionero en el campo de la vulcanología experimental

Pioneiro no campo de vulcanologia experimental

El trabajo del Profesor Dingwell se centra en las masas fundidas y los vidrios en los procesos geológicos. Ha demostrado el papel decisivo de la transición vítrea en el vulcanismo explosivo y es un pionero de la cuantificación de las propiedades termodinámicas y los fenómenos de transporte de los silicatos fundidos en las composiciones tanto simples como complejas. Este científico obtuvo su doctorado en Geología (Ph.D.) en la Universidad de Alberta (Edmonton, Canadá), en 1984, con una disertación sobre "El flúor en las masas fundidas silicáticas y su implicación en la petrogénesis ígnea". En 1992 defendió su tesis de habilitación sobre "Relajación y reología de las masas fundidas silicáticas" en la Universidad de Bayreuth (Alemania). El Profesor Dingwell es Catedrático de Mineralogía, Petrología y Geoquímica de la Universidad de Munich desde el año 2000 y Director del Departamento de Ciencias de la Tierra y Medioambientales de la misma desde 2002. Desde 2011 a 2013 ocupó el cargo de Secretario General del ERC (Consejo Europeo de Investigación). En 2013, el Profesor Dingwell recibió la Orden del Mérito de la República Federal de Alemania por su "labor enérgica y constante" por las ciencias de la Tierra en la Universidad de Munich, aparte de otros méritos. Es uno de los autores más citados del mundo en su campo. Al mismo tiempo, cultiva un diálogo abierto y activo entre la opinión pública y la ciencia. La nube de ceniza volcánica de abril de 2010 es un ejemplo. Como experto de primer nivel, Dingwell informó sobre estos complejos temas en los medios de comunicación. <



O foco do trabalho do Professor Dingwell está no papel do derretimento e dos vidros nos processos geológicos. Ele estabeleceu o papel central da transição do vidro no vulcanismo explosivo e é pioneiro na quantificação das propriedades termodinâmicas e de transporte de silicatos fundidos em ambas as composições, simples e complexas. O cientista ganhou seu primeiro doutorado em Geologia (PhD) na Universidade de Alberta, Edmonton (Canadá), em 1984, com a dissertação sobre "Investigação sobre o papel do flúor no derretimento de silicato: implicações para a petrogénesis ígnea". Em 1992 qualificou-se como professor, na Universidade de Bayreuth (Alemanha), de "Relaxamento e Reologia no derretimento de silicato". Desde 2000, o Professor Dingwell é chefe do Instituto de Mineralogia, Petrologia e Geoquímica na Universidade Ludwig Maximilians (LMU), em Munique. A partir de 2002, passou a ser diretor do Departamento da Terra e Ciências do Ambiente. Entre 2011 e 2013, o geocientista foi secretário geral do ERC (Conselho Europeu de Pesquisa). Em 2013, o Professor Dingwell recebeu a Ordem do Mérito da República Federal da Alemanha por, além de suas outras realizações, seu "trabalho ativo e contínuo" em nome das geociências da Universidade de Munique. Ele é um dos maiores autores citados no mundo em sua disciplina. As erupções vulcânicas ocorridas em abril de 2010 são um bom exemplo disso. Como um dos principais especialistas, foi Dingwell quem falou sobre este tema complexo na mídia. <

de conocimientos de los que también sacan provecho los investigadores que trabajan en los laboratorios de la industria del vidrio y por los que Dingwell es galardonado ahora con el Premio Otto Schott a la Investigación, dotado con 25.000 euros, que se entrega cada dos años.

"El Profesor Dingwell es un investigador extraordinario, cuya labor sobre las propiedades termomecánicas de los vidrios silicato y sus masas fundidas ha tenido un gran impacto en las ciencias de la Tierra, la ciencia y la tecnología del vidrio", resaltó el Profesor Carlo Pantano, miembro del Consejo de Patronato, durante la ceremonia de entrega. "Estos hallazgos fundamentales también han contribuido a una mejor comprensión de la fusión y el moldeo de los vidrios industriales", agregó. <

roland.langfeld@schott.com

Dingwell foi agraciado com o Prêmio Otto Schott de Pesquisa, conferido a cada dois anos, com 25.000 euros.

"O Professor Dingwell é um pesquisador excepcional, cujo trabalho sobre as propriedades termomecânicas dos vidros de silicato e derretimento tem o maior impacto nas geociências, na ciência do vidro e suas tecnologias", enfatizou o Professor Carlo Pantano, membro do Conselho de Curadores do Prêmio de Pesquisa, durante a cerimônia de entrega. "Esses conhecimentos básicos também resultaram em uma melhor compreensão do derretimento e moldagem de vidros industriais", concluiu. <

roland.langfeld@schott.com