



# INTRODUCTION

The history of human civilization is filled with remarkable narratives of ingenuity that will never cease to evoke in us a sense of wonder regarding our capacity for abstract thinking. Abstract thinking, together with the conceptual communication of that abstract thinking are some of the foundational pillars of human civilization. Among the many concepts that have played a significant role in the evolution of humanity since its early stages and continue to do so is the concept of porous media. While this introduction will serve in part to provide a brief overview of porous media and how they have been portrayed throughout history, the primary motivation for compiling this album is to capture the beauty of porous media in light of the state-of-the-art tools that allow us to explore the world beyond our natural sensorial capabilities.

To define porous media, let us first address the question of what a pore is. Rather than rephrasing its standard scientific definition, which can be found in any textbook in this field, let us revisit the etymology of the word *pore* and explore what can be learned from its origins and evolution through history. The word *pore* as we currently use it in the English language, has its origins in the Greek word *πόρος* (porous), which has been adopted with minor variations by many languages, including languages with Latin, Germanic, and Slavic roots. The first known written record of the word *πόρος* has its appearance in the Iliad (Book 14, line 433) [1], with a slightly different meaning from how we use the word today: something more closely resembling a ford than a fully enclosed conduit. Still, the word already captured the essence of fluid flowing through a guided path. With the passage of time, *πόρος* was used exclusively to identify small, fully enclosed passages or conduits. However, the Greek word, *πόρος*, has its origins in the Indo-European word *per*, meaning passage or journey [2]. Interestingly, this Indo-European word gave rise to other words commonly used in the field of porous media, such as petroleum (from a combination of the Greek words *petra* – (*per-tra*) meaning rock, and *elaion* which means oil or olive tree) and permeability. This historical evolution of the word *pore* already conveys the sense that porous materials have been an intrinsic part of the evolution of human civilization for a long time.

To mention all kinds of porous materials by name would be an almost impossible task to complete due to their large quantity. However, because of the impact some porous media have had throughout history, some human-made porous media (to distinguish them

from the naturally occurring geological porous media which has a dedicated section in this album) deserve special attention: ceramics, textiles, filters, and paper. The order in which these items are listed may also reflect their chronological order of appearance, and this order is by no means absolute, as new archaeological evidence is shedding fresh light on our past and the dates and places mentioned subsequently are subject to change. Let us begin with ceramics. The first question a science historian must tackle when embarking on the journey into the fascinating world of porous media is perhaps that of when humanity first realized that one shapeless substance, such as air or water, could intermix with a shaped substance, such as rocks (we now refer to these substances as fluids and solids, respectively), without any apparent modification to the shape of the latter. This property of a solid material is what we now call permeability. Perhaps the answer to the question can be found in the inverse of this property (impermeability, or lack thereof) in one of the oldest human inventions: pottery, and by extension, ceramics. The fact that since ancient times we have made pottery impermeable may be the first indication of our awareness of porous media. Note that the earliest evidence of ceramics used as containers dates back 20,000 years ago<sup>a</sup>, predating even the development of agriculture [3] (cover image, Part III). Textiles are also among the oldest human-made porous media. Some of the oldest pieces of human-made twisted flax fiber and tur wool are from 34,000 years ago [5] and they were found at the Dzudzuana Cave, Republic of Georgia. However, one the earliest known evidence of fibers being used to make textiles was found at the Guitarrero Cave in Peru [6] and dates back to 11,000 years ago.

The development of agriculture produced several technological advances, including the manufacturing of purposely designed porous media. We found the earliest evidence of filters in the Brześć Kujawski archaeological site in Poland, dating from 5000 BC; these were used to separate whey from curd while making cheese<sup>b</sup> [7]. A painting dated to circa 1450 BC is cited as an early evidence of filters being used in Egypt to strain water or wine [8] (cover image, Part IV). Fast forward several millennia and research conducted by Darcy on the fluid dynamics of filtration can be considered the beginning of the modern scientific framework for characterizing and modeling porous media. The concepts presented in his famous pioneering work, *Les fontaines publiques de la ville de Dijon* [9], has become a

<sup>a</sup> Pieces of pottery found in the Xianrendong Cave, China [3] from 20,000 years ago are the earliest evidence of a culture mastering a pottery technique to make functional containers. The earliest evidence of ceramics is a female figurine from 25,000 years ago found in the Dolní Věstonice archaeological site in the Czech Republic [4]. However, the technique used to make the figure does not appear suitable for making containers.

<sup>b</sup> It is worth mentioning that the words *filter* and *felt* are intimately connected. *filter* comes from the Latin word *filtrum*, which has a shared origin with the word *felt* in the Indo-European word *pel* [2].

law, Darcy's Law, and a standard method for porous media characterization through the measurement of a then new property called permeability (cover image, Part VII). A comprehensive review of the history of porous media theory can be found in the work of R. de Boer [10].

Last but not least in our broad historical categorization of porous media is paper, a porous medium that has incredibly revolutionized the communication and democratization of abstract thought and is perhaps surpassed only by the internet. Paper provides a reliable and practical medium for sharing feelings in the form of art and scientific concepts, for accounting, and even as clothing. We will exclude from this discussion the historical use of other non-cellulose-based materials for similar purposes, including leather, tree bark, and shells. The word *paper* has its origins in the Greek word *πάπυρος* (papyrus), probably of ancient Egyptian origin, which was used to describe a type of smooth and thin surface made from *Cyperus Papyrus* fiber with sufficiently good quality for ink or pigment deposition. Papyrus does not factor into the contemporary definition of paper, which is produced through the process of breaking, separating, and drying cellulose fibers and then pressing them into a thin sheet. This paper-making technique was conceived, and produced in large scale, at two locations in the world: China[11] and Mexico[12, 13]. However, all paper manufacturing techniques used today can be traced almost exclusively to Chinese origins. The colonization of the Americas brought an abrupt end to what was once a thriving paper-making culture. Today, only a few remains of that industry can be found in the form of only few surviving codices and the accounts of the early conquistadors. In fact, paper was so important in Mesoamerica that it was offered as tribute to the rulers<sup>c</sup>. The paper industry reemerge again in the Americas with the first paper mill and press granted by the Spanish crown in 1539, which used the Chinese paper-making tradition[14].

Depiction of abstract thoughts has played a pivotal role in the development of written communication. The earliest depictions of abstract thoughts can be found in petroglyphs and pictographs from around the world, featuring a variety of themes and styles. Interestingly, some of these earlier depictions eventually evolved into many of the symbols used in written languages. This perdurable method of communication is considered one of the most critical achievements in human evolution: a major leap that allows us to share valuable information effectively and efficiently through time and space, at least with those in cultural groups in agreement on its meaning. Despite the common origins shared by the art of depiction and written language, the art of depiction was, and still is, a necessary tool for technical communication that complements the content described in written language.

Some of the earliest depictions of porous media, capturing its modern conceptualization of a solid matrix with voids, are in the 1665 drawings by R. Hooke presented in *Micrographia*[15] (cover image, Part I). It is worth mentioning that R. Hooke took advantage of a recently developed scientific invention that would become the standard instrument for visualizing and characterizing porous media: the microscope. Another important aspect of *Micrographia* is that it was printed—not handwritten—on paper. The invention of the printing press is another major development in human history in which porous media played a key role as we mentioned before.

The invention of photography in the 19th century greatly improved the art of depiction, including the field of porous media. In fact, scientific communication currently relies heavily on photography to depict observations of the natural world, to the point that an observation unaccompanied by a photograph lacks a certain degree of credibility. In addition to photography as a depiction tool, recent advances in visualization techniques have catalyzed an enormous wealth of insight in every field of science and engineering by extending our senses far beyond what we are capable of perceiving naturally. These fascinating and rapid developments in visualization techniques have motivated several editions of atlases summarizing these advances in various specialized fields. The field of porous media has also benefited enormously from these developments in visualization techniques. Three modern advances in visualization techniques that have uniquely improved our perception of porous media are X-rays[16] (cover image, Part II), electron microscopy[17] (cover image, Part V), and positron emission tomography (cover image, Part VI). Indeed, developments in these techniques have led to the enhanced morphological characterization of porous media, expanding our understanding of the various physical processes that occur at the pore level, such as mass transport, capillarity, swelling, and fracturing. These observations have, in turn, led to superior usage practices for existing porous materials and the design of new products involving porous materials. However, to date, there is no book compilation or atlas with visualization in porous media as its primary focus. Therefore, this album provides a collection of state-of-the-art visualizations covering various aspects of the science and engineering behind porous media and is intended to serve as a reference for future research and education.

This collection of scientific works includes high-resolution pore morphology, new porous materials, visualization of various transport processes that occur inside porous materials, and interpretations of numerical modeling of porous materials. These works were submitted by members of the porous media community and scrutinized via a peer-review process. Within the album, these scientific works are organized into

<sup>c</sup> It is worth noting that the American paper-making tradition was not only interrupted by the colonization of the Americas, but was also forgotten in mainstream scientific literature until very recently when new archaeological discoveries and reexamination of old anecdotal accounts revealed a sense of the magnitude of the production scale, cultural importance, and technique sophistication of the Mesoamerican paper.

seven themed parts covering different applications involving porous media and different transport mechanisms active at the pore level. Each part includes a collection of images with captions briefly describing the novelty of the observations and the visualization technique used. The seven parts are as follows:

- I. A glimpse of porous media
- II. Geological porous media
- III. Two phase flow
- IV. Phase change and diffusion
- V. Transport in microfluidic devices
- VI. Transport in porous media
- VII. Computational modeling

The intent of Part I is to present the reader with visualizations from a broad range of fields that have porous media as essential element. Part II is a special section dedicated to geological porous media addressing the different phenomena manifesting in the solid matrix and in the pore space. Part III is dedicated to the visualization of the remarkable and sometimes counterintuitive dynamics resulting from the interaction between two or more fluids at the pore level, where surface tension is the dominant force. Part IV covers other commonly occurring transport processes in porous media that are dominated by the law of diffusion, such as heat and mass transport and phase change. In Part V, the focus is on observing these transport processes using microfluidic devices, which have become an important analog analysis tool for studying porous media either by isolating the effect of the

stochastic nature of the pore size or permitting visual access to what would otherwise be an opaque media. However, significant effort has been dedicated to the *in situ* visualization of the dynamics of the solid matrix and the transport processes in pore spaces. This is the subject of Part VI. Finally, Part VII is dedicated to the visualization of transport processes in porous media through computational modeling.

Reflecting the cultural background of both editors and to reach a larger audience, we took the challenging initiative of complementing the album with a translation to the Spanish language. This album is also accompanied with a list of the terminology equivalency (whenever it was possible) between English and Spanish of the most relevant technical terms used by the porous media community that was organically emerging during the translation. By encouraging bilingual publications, we hope this effort will serve scientists, science communicators, engineers, and educators in bridging science communication and education between both languages.

Our hope in putting this collection of works together is to help disseminate information on the various visualization and experimental techniques, as well as the challenges faced by the different fields that utilize porous media and might otherwise be unaware of efforts in the other fields. We also hope to engage readers with the fascinating microscopic world and hopefully spark their curiosity—especially that of the next generation of scientists and engineers—about the vast field of porous media.

Ezequiel F. Médici – Alejandro D. Otero

1. Murray A.T. and Wyatt W.F. (1925). *Homer. Iliad, Volume II. Books 13-24. Loeb Classical Library 171.* Harvard University Press.
2. Pokorný J. (1959). *Indogermanisches etymologisches wörterbuch.* Francke.
3. Wu X. *et al.* (2012). *Science*, 336(6089):1696.
4. Vandiver P.B. *et al.* (1989). *Science*, 246(4933):1002.
5. Kvavadze E. *et al.* (2009). *Science*, 325(5946):1359.
6. Jolie E.A. *et al.* (2011). *Current Anthropology*, 52(2):285.
7. Salque M. *et al.* (2013). *Nature*, 493(7433):522.
8. Wilkinson J.G. and Birch S. (1878). *The manners and customs of the ancient Egyptians*, volume 2. John Murray.
9. Darcy H. (1856). *Les fontaines publiques de la ville de Dijon exposition et application.* Victor Dalmont.
10. De Boer R. (2000). *Theory of porous media: highlights in historical development and current state.* Springer Science & Business Media.
11. Tsuen-Hsui T. (1985). *Science and Civilisation in China. Chemistry and Chemical Technology. Part I. Paper and Printing.*, volume 5. Cambridge University Press.
12. Neumann F.J. (1973). *History of Religions*, 13(2):149.
13. Benz B.F. *et al.* (2006). *Ancient Mesoamerica*, 17(2):283.
14. Fernández Í.F. (2010). *Documentación de las Ciencias de la Información*, 33:69.
15. Hooke R. (1665). *Micrographia: or Some Physiological Description of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Enquires Thereupon.* Royal Society.
16. Röntgen W.C. (1896). *Science*, 3(59):227.
17. Ruska E. (1987). *Reviews of modern physics*, 59(3):627.

La historia de la civilización humana está llena de notables narraciones de ingenio que nunca dejarán de evocar en nosotros una sensación de asombro con respecto a nuestra capacidad para el pensamiento abstracto. El pensamiento abstracto, junto con la comunicación conceptual de ese pensamiento abstracto, son algunos de los pilares fundacionales de la civilización humana. Entre los muchos conceptos que han desempeñado un papel importante en la evolución de la humanidad desde sus primeras etapas, y continúan haciéndolo, se encuentra el concepto de medios porosos. Si bien esta introducción servirá en parte para brindar una breve descripción general de los medios porosos y cómo han sido retratados a lo largo de la historia, la principal motivación para compilar este álbum es capturar la belleza de los medios porosos a la luz del estado del arte de las herramientas que nos permiten explorar el mundo más allá de nuestras capacidades sensoriales naturales.

Para definir los medios porosos, primero debemos abordar la cuestión de qué es un poro. En lugar de reformular su definición científica estándar, que se puede encontrar en cualquier libro de texto en este campo, revisemos la etimología de la palabra *poro* y exploremos lo que se puede aprender de sus orígenes y evolución a lo largo de la historia. La palabra *poro*, tal como se usa actualmente en el idioma español, tiene su origen en la palabra griega *πόρος* (*poros*), que ha sido adoptada con variaciones menores por muchos idiomas, incluidos idiomas con raíces latinas, germánicas y eslavas. El primer registro escrito conocido de la palabra *πόρος* tiene su aparición en la *Iliada* (Libro 14, línea 433) [1], con un significado ligeramente diferente de cómo usamos la palabra hoy: algo más parecido a un vado que a un conducto completamente cerrado. Aún así, la palabra ya capturaba la esencia de un fluido que fluye a través de un camino guiado. Con el paso del tiempo, *πόρος* se utilizó exclusivamente para identificar pasajes o conductos pequeños y completamente cerrados. Sin embargo, la palabra griega, *πόρος*, tiene su origen en la palabra indoeuropea *per*, que significa conducir o llevar [2]. Curiosamente, esta palabra indoeuropea dio lugar a otras palabras de uso común en el campo de los medios porosos, como petróleo (de una combinación de las palabras griegas *petra* – (*per-tra*) que significa roca y *elaion* que significa aceite u olivo) y permeabilidad. Esta evolución histórica de la palabra *poro* ya transmite la sensación de que los materiales porosos han sido una parte intrínseca de la evolución de la civilización humana durante mucho tiempo.

Mencionar todos los tipos de materiales porosos por su nombre sería una tarea casi imposible de completar debido a su gran cantidad. Sin embargo, por el impacto que han tenido a lo largo de la historia, algunos medios porosos hechos por el hombre (para distinguirlos de los medios porosos geológicos que a su vez tienen una sección exclusiva en este álbum) merecen una atención especial: cerámica, textiles, filtros y papel. El orden en el que se enumeran estos elementos también puede interpretarse como su orden

cronológico de aparición, sin embargo, este orden no es absoluto, ya que nuevas evidencias arqueológicas arrojan una visión actualizada sobre nuestro pasado y las fechas y lugares mencionados posteriormente están sujetos a cambios. Comencemos con la cerámica. La primera pregunta que debe abordar un historiador de la ciencia cuando se embarca en la travesía del fascinante mundo de los medios porosos es quizás la de cuándo la humanidad se dio cuenta por primera vez de que una sustancia sin forma, como el aire o el agua, podía entremezclarse con una sustancia con forma, como las rocas (ahora nos referimos a estas sustancias como fluidos y sólidos, respectivamente), sin ninguna modificación aparente en la forma de este último. Esta propiedad de los materiales sólidos es lo que ahora llamamos permeabilidad. Quizás la respuesta a la pregunta se encuentre en la inversa de esta propiedad (impermeabilidad, o falta de ella) en uno de los inventos humanos más antiguos: la alfarería, y por extensión, la cerámica. El hecho de que desde la antigüedad hayamos impermeabilizado la cerámica puede ser el primer indicio de nuestra conciencia de los medios porosos. Hay que tener en cuenta que la evidencia más antigua del uso de la cerámica como recipiente data de hace 20000 años<sup>a</sup>, anterior incluso al desarrollo de la agricultura [3] (imagen en la portada de la Parte III). Los textiles también se encuentran entre los medios porosos más antiguos creados por el hombre. Algunos de los pedazos más antiguos de hilados de fibra de lino y lana de tur hecha por los humanos data de hace 34000 años [5] y se encontró en la cueva de Dzudzuana, en la República de Georgia. Sin embargo, la evidencia más temprana hasta ahora conocida del uso de fibras para fabricar textiles se encontró en la Cueva de Guitarrero en Perú [6] y data de hace 11000 años.

El desarrollo de la agricultura produjo varios avances tecnológicos, incluido la fabricación de materiales porosos diseñados para algún propósito específico. Encontramos la evidencia más temprana de filtros en el sitio arqueológico Brześć Kujawski en Polonia, que data del año 5000 a. C.; estos se usaron para separar el suero de la cuajada para hacer queso<sup>b</sup> [7]. Una pintura que data de alrededor de 1450 a. C. se cita como una evidencia temprana del uso de filtros en Egipto para colar agua o vino [8] (imagen de portada, Parte IV). Si avanzamos rápido varios milenios nos encontramos con la investigación realizada por Darcy sobre la dinámica de fluidos en la filtración que puede considerarse el comienzo del marco científico moderno para caracterizar y modelar los medios porosos. Su famoso trabajo pionero, *Les fontaines publiques de la ville de Dijon* [9], se convirtió en una ley, la Ley de Darcy, y un método estándar para la caracterización de medios porosos a través de la medición de una nueva, en aquel entonces, propiedad llamada permeabilidad (imagen en la portada de la Parte VII). Una revisión exhaustiva de la historia de la teoría de los medios porosos se encuentra en el trabajo de R. de Boer [10].

Por último, pero no menos importante, en nuestra amplia categorización histórica de los medios porosos está el

<sup>a</sup> Piezas de cerámica encontradas en la cueva de Xianrendong, China [3] de hace 20000 años son la evidencia más temprana de una cultura que dominó la técnica de la alfarería para hacer recipientes funcionales. Sin embargo, la evidencia más antigua de cerámica es una estatuilla femenina de hace 25000 años encontrada en el sitio arqueológico de Dolni Věstonice en la República Checa [4]. Sin embargo, la técnica utilizada para realizar la figura no parecía adecuada para la realización de recipientes.

<sup>b</sup> Vale la pena mencionar que las palabras *filtro* y *fieltro* están íntimamente conectadas. *filtro* proviene de la palabra latina *filtrum*, que tiene un origen compartido con la palabra *fieltro* en la palabra indoeuropea *pel* [2].

papel, un medio poroso que ha revolucionado increíblemente la comunicación y la democratización del pensamiento abstracto y quizás solo sea superado por Internet. El papel proporciona un medio fiable y práctico para compartir sentimientos en forma de conceptos artísticos y científicos, para la contabilidad e incluso como ropa. Excluiremos de esta discusión el uso histórico de otros materiales que no están basados en fibras de celulosa para fines similares, incluidos el cuero, la corteza de los árboles y las conchas. La palabra *papel* tiene su origen en la palabra griega *πάπυρος* (papiro), probablemente de origen egipcio antiguo, que fue usada para describir un tipo de superficie lisa y delgada hecha de fibras de *Cyperus Papyrus* con una calidad suficientemente buena para la deposición de tinta o pigmento. Lo que hoy en día se denomina Papyrus no incluye la definición contemporánea de papel, que se produce a través del proceso de romper, separar y secar las fibras de celulosa y luego presionarlas en una hoja delgada. Esta técnica de fabricación de papel fue concebida y producida a gran escala en dos lugares del mundo: China[11] y México[12, 13]. Sin embargo, todas las técnicas de fabricación de papel utilizadas actualmente se pueden rastrear casi exclusivamente a orígenes chinos. La colonización de América trajo un final abrupto a lo que alguna vez fue una próspera cultura de fabricación de papel. Hoy en día, los únicos restos que pueden encontrarse de esa industria son los pocos códices sobrevivientes y los relatos dejados por los primeros conquistadores. De hecho, el papel era tan importante en Mesoamérica que se ofrecía como tributo a los gobernantes<sup>c</sup>. La industria del papel resurge nuevamente en América con la primera fábrica de papel y prensa concedida por la corona española en 1539, que utilizó la tradición china de fabricación de papel[14].

La representación de pensamientos abstractos ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la comunicación escrita. Las primeras representaciones de pensamientos abstractos se pueden encontrar en petroglifos y pictografías alrededor de todo el mundo, con una variedad de temas y estilos. Curiosamente, algunas de estas representaciones eventualmente evolucionaron dando origen a muchos de los símbolos utilizados por los lenguajes escritos. Este método perdurable de comunicación se considera uno de los logros más críticos en la evolución humana: un gran salto que nos permite compartir información valiosa de manera efectiva y eficiente a través del tiempo y el espacio, al menos dentro de ciertos grupos culturales que coinciden en su sentido. A pesar de los orígenes comunes que comparten el arte de la representación y el lenguaje escrito, el arte de la representación fue, y sigue siendo, una herramienta necesaria para la comunicación técnica que complementa al lenguaje escrito con contenido descriptivo. Algunas de las primeras representaciones de medios porosos, que capturan su conceptualización moderna de una matriz sólida con espacios vacíos, se encuentran en los dibujos de 1665 de R. Hooke presentados en *Micrographia*[15] (imagen en la portada de la Parte I). Cabe mencionar que R. Hooke aprovechó un invento científico desarrollado recientemente que se convertiría en el instrumento estándar

para visualizar y caracterizar medios porosos: el microscopio. Otro aspecto importante de *Micrographia* es que fue impresa, no escrita a mano, en papel. La invención de la imprenta es otro gran avance en la historia humana en el que los medios porosos jugaron un papel clave, como se dijo anteriormente.

La invención de la fotografía en el siglo XIX mejoró enormemente el arte de la representación, incluido el campo de los medios porosos. De hecho, la comunicación científica actual se basa en gran medida en la fotografía para representar las observaciones del mundo natural, hasta el punto de que una observación que no vaya acompañada de una fotografía carece de cierto grado de credibilidad. Además de la fotografía como herramienta de representación, los avances recientes en las técnicas de visualización han catalizado una enorme riqueza de conocimientos en todos los campos de la ciencia y la ingeniería al extender nuestros sentidos mucho más allá de lo que somos capaces de percibir de forma natural. Estos fascinantes y rápidos avances en las técnicas de visualización han motivado varias ediciones de atlas que resumen estos avances en varios campos especializados. El campo de los medios porosos también se ha beneficiado enormemente de estos avances en las técnicas de visualización. Tres avances modernos en las técnicas de visualización que han mejorado de manera única nuestra percepción de los medios porosos son los rayos X[16] (imagen en la portada de la Parte II), la microscopía electrónica[17] (imagen en la portada de la Parte V) y la tomografía por emisión de positrones (imagen en la portada de la Parte VI). De hecho, los avances en estas técnicas han llevado a una mejor caracterización morfológica de los medios porosos, expandiendo nuestra comprensión de los diversos procesos físicos que ocurren a nivel de los poros, como el transporte de masa, la capilaridad, la hinchazón y la fractura. Estas observaciones, a su vez, han llevado a mejores prácticas de uso para los materiales porosos existentes y al diseño de nuevos productos que involucran materiales porosos. Sin embargo, hasta la fecha, no existe una compilación de libros o atlas con visualización en medios porosos como su enfoque principal. Por lo tanto, este álbum proporciona una colección de visualizaciones de vanguardia que cubren varios aspectos de la ciencia y la ingeniería detrás de los medios porosos y pretende servir como referencia para futuras investigaciones y para la educación.

Esta colección de trabajos científicos incluye morfología de poros de alta resolución, nuevos materiales porosos, visualización de varios procesos de transporte que ocurren dentro de materiales porosos e interpretaciones del modelado numérico de materiales porosos. Estos trabajos fueron enviados por miembros de la comunidad de medios porosos y examinados a través de un proceso de revisión por pares. Dentro del álbum, estos trabajos científicos están organizados en siete partes temáticas que cubren diferentes aplicaciones que involucran medios porosos y diferentes mecanismos de transporte activos a nivel de poro. Cada parte incluye una colección de imágenes con leyendas que describen brevemente la novedad de las observaciones y

<sup>c</sup> Vale la pena señalar que la tradición americana de fabricación de papel no solo fue interrumpida por la colonización de América, sino que también fue olvidada en la literatura científica dominante hasta hace muy poco, cuando nuevos descubrimientos arqueológicos y la revisión de relatos anecdóticos antiguos revelaron un sentido de la magnitud de la escala de producción, importancia cultural y sofisticación técnica del papel mesoamericano.

la técnica de visualización utilizada. Las siete partes son las siguientes:

- I. Un vistazo a los medios porosos
- II. Medios porosos geológicos
- III. Flujo bifásico
- IV. Cambio de fase y difusión
- V. Transporte en dispositivos de microfluidos
- VI. Transporte en medios porosos
- VII. Modelado computacional

La intención de la Parte I es presentar al lector visualizaciones de una amplia gama de campos que tienen a los medios porosos como elementos centrales. La Parte II es una sección especial dedicada a los medios porosos geológicos abordando los diferentes fenómenos que se manifiestan en una matriz sólida y en el espacio poroso. La Parte III está dedicada a la visualización de la destacable, y a veces contraintuitiva, dinámica que resulta de las interacciones entre dos o más fluidos al nivel de los poros, donde la tensión superficial es la fuerza dominante. La Parte IV cubre otros procesos de transporte que ocurren comúnmente en medios porosos que están dominados por la ley de la difusión, como el transporte de calor y masa y el cambio de fase. En la Parte V, la atención se centra en la observación de estos procesos de transporte utilizando dispositivos de microfluidos, que se han convertido en una importante herramienta de análisis analógico para estudiar medios porosos, ya sea aislando el efecto de la naturaleza estocástica del tamaño del poro o permitiendo el acceso

visual a lo que de otro modo sería un medio opaco. Sin embargo, se ha dedicado un esfuerzo significativo a la visualización *in situ* de la dinámica de la matriz sólida y los procesos de transporte en los espacios porosos. Este es el tema de la Parte VI. Finalmente, la Parte VII está dedicada a la visualización de los procesos de transporte en medios porosos a través del modelado computacional.

Reflejando el trasfondo cultural de ambos editores y con el fin de alcanzar a una mayor audiencia, tomamos la desafiante iniciativa de complementar el álbum con una traducción al idioma español. Este álbum también es acompañado con una lista de equivalencias terminológicas (siempre que fuese posible) entre inglés y español de los términos técnicos más relevantes utilizados por la comunidad de medios porosos que fue surgiendo orgánicamente durante la traducción. Al alentar las publicaciones bilingües, esperamos que este esfuerzo sirva a los científicos, comunicadores científicos, ingenieros y educadores para fomentar la comunicación científica y la educación en ambos idiomas.

Nuestra expectativa al reunir esta colección de trabajos es ayudar a difundir información sobre las diversas técnicas experimentales y de visualización, así como los desafíos que enfrentan los diferentes campos que utilizan medios porosos y, de lo contrario, podrían no estar al tanto de los esfuerzos en los otros campos. También esperamos involucrar a los lectores con el fascinante mundo microscópico y despertar su curiosidad, especialmente la de la próxima generación de científicos e ingenieros, sobre el vasto campo de los medios porosos.

Ezequiel F. Médici – Alejandro D. Otero

1. Murray A.T. and Wyatt W.F. (1925). *Homer. Iliad, Volume II. Books 13-24. Loeb Classical Library 171.* Harvard University Press.
2. Pokorný J. (1959). *Indogermanisches etymologisches wörterbuch.* Francke.
3. Wu X. *et al.* (2012). *Science*, 336(6089):1696.
4. Vandiver P.B. *et al.* (1989). *Science*, 246(4933):1002.
5. Kvavadze E. *et al.* (2009). *Science*, 325(5946):1359.
6. Jolie E.A. *et al.* (2011). *Current Anthropology*, 52(2):285.
7. Salque M. *et al.* (2013). *Nature*, 493(7433):522.
8. Wilkinson J.G. and Birch S. (1878). *The manners and customs of the ancient Egyptians*, volume 2. John Murray.
9. Darcy H. (1856). *Les fontaines publiques de la ville de Dijon exposition et application.* Victor Dalmont.
10. De Boer R. (2000). *Theory of porous media: highlights in historical development and current state.* Springer Science & Business Media.
11. Tsuen-Hsui T. (1985). *Science and Civilization in China. Chemistry and Chemical Technology. Part I. Paper and Printing.*, volume 5. Cambridge University Press.
12. Neumann F.J. (1973). *History of Religions*, 13(2):149.
13. Benz B.F. *et al.* (2006). *Ancient Mesoamerica*, 17(2):283.
14. Fernández Í.F. (2010). *Documentación de las Ciencias de la Información*, 33:69.
15. Hooke R. (1665). *Micrographia: or Some Physiological Description of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Enquires Thereupon.* Royal Society.
16. Röntgen W.C. (1896). *Science*, 3(59):227.
17. Ruska E. (1987). *Reviews of modern physics*, 59(3):627.