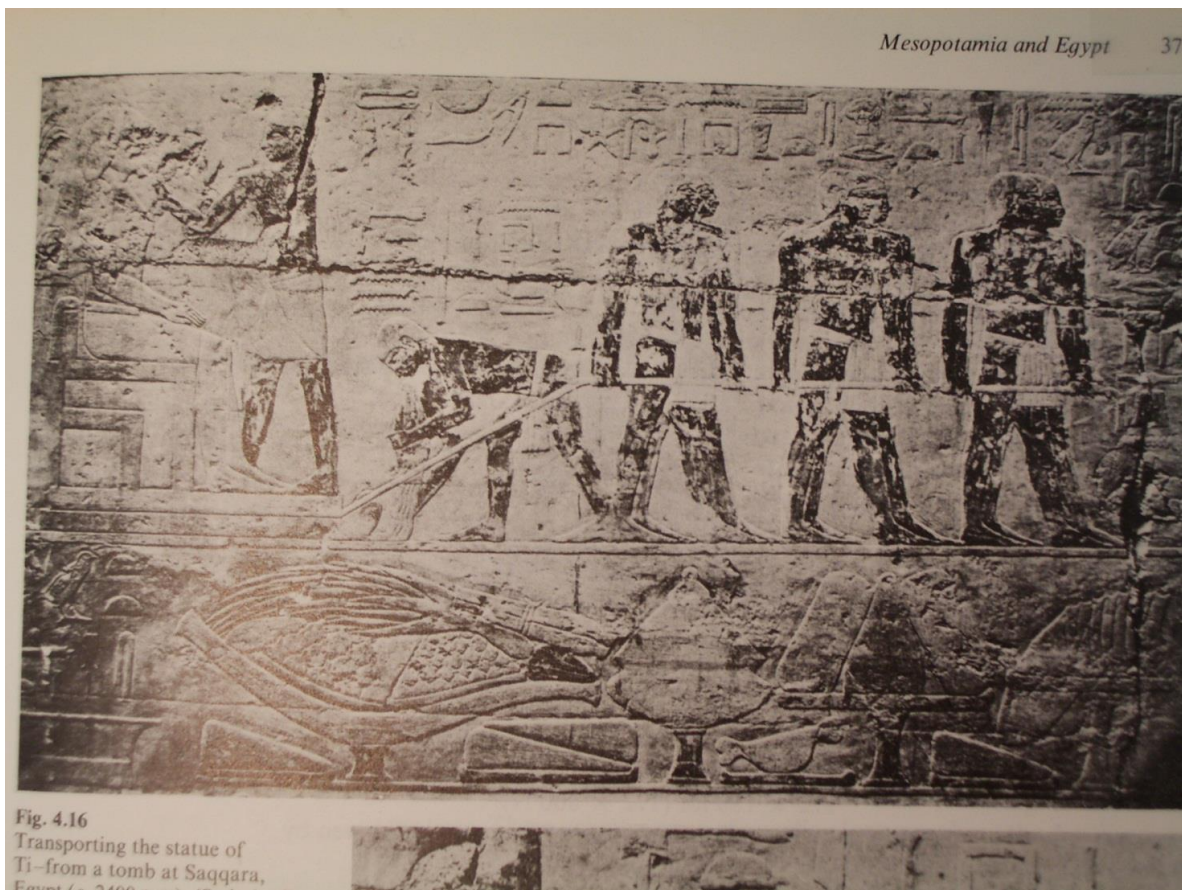


## **1. Antecedentes.**

El término tribología fue acuñado en 1966 en el famoso reporte sobre el costo de la fricción, el desgaste y la corrosión elaborado por un comité británico liderado por el Prof. Peter Jost [1], componiéndose de la palabra en griego tribos que significa frotamiento y el subfijo logos, que significa estudio de. Por otra parte, la palabra tribofísica fue usada alrededor de 1940 en Melbourne Australia por David Tabor y Philip Bowden para dar nombre a su laboratorio de investigación [2].

Sin embargo la aplicación de la tribología se remonta al movimiento de grandes bloques para construir pirámides y el traslado de estatuas. El primer tribologista conocido ha sido encontrado en un grabado egipcio del año 2400 antes de cristo, figura 1, del libro de Dawson, History of tribology [3]. Después del reporte del Prof. Jost ha sido reconocida la importancia de la tribología, formándose sociedades nacionales de tribologistas como es el caso de la Alemana que cuenta con siete divisiones desde hace décadas. Por otra parte en los Estados Unidos en 1944 se fundó la American Society of Lubrication Engineers [4] que en 1987 se convirtió en la Society of tribologists and lubrication engineers atiende a más de 10,000 individuos y 150 compañías y organizaciones, cuenta con 40 secciones locales y 23 comités técnicos. Estos números reflejan la importancia que tiene la tribología. Un avance significativo en la reducción de la fricción se logró con la invención de la rueda que se usaba alrededor del año 3000 antes de Cristo, en Mesopotamia, y Europa Centra. Los habitantes del México precolombino conocían la rueda [8-9], como lo prueban varios juguetes con ruedas exhibidos en museos mexicanos como el museo de sitio de Xochicalco. Sin embargo no la usaron como medio de transporte por falta de animales de tracción y la topografía del terreno. Un estudio integral de los avances técnicos y científicos de la tribología debe incluir las aportaciones hechas por Leonardo Da Vinci hace más de 500 años, de Guillaume Amontons en 1699, de Hertz, el aporte de Reynolds al entendimiento de la lubricación, de Bowden y Tabor y los estudios de desgaste de Archard y Rabinowicz entre otros, la cual se debe hacer para conocer los antecedentes del estado del arte pero escapa al propósito de esta propuesta en esta etapa.

En México desde 2011 se han realizado dos reuniones de los investigadores de tribología del país, convocadas por el responsable técnico de esta propuesta. En ellas se ha dado a conocer los equipos y temas de investigación de cada institución asistente. Asimismo se han planteado actividades a desarrollar, dos de ellas han dado como fruto la organización a partir de 2012 del simposio llamado Tribology en el Congreso Surfaces Materials and Vacuum de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales y por otra parte la fundación de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Superficies y Tribología (SOMICYT) de la cual es presidente el Dr. Joaquin Oseguera Peña. A partir de la formación de la red Temática de Ingeniería de Superficies y tribología ya se han inscrito más de 90 integrantes.



**Figura 1**, grabado con el primer tribologista que ha sido encontrado, aplicando un lubricante en el transporte de una estatua egipcia, 2400 antes de cristo.

## **Costo energético y económico de los fenómenos de desgaste y fricción**

De acuerdo a estudios de la Agencia Internacional de Energía dependiente de la OCDE [5], en 2005 a nivel global se consumían 285 EJ de energía, de los cuales el transporte representaba el 26%, los hogares el 29 % y la manufactura el 33% siendo este último el sector con mayor consumo. Dentro del sector de manufacturas la elaboración de materias primas o materiales como el cemento, el hierro y acero, el papel y el aluminio consumen la mayor parte de la energía.

En los automóviles con motores de combustión interna, solamente el 38% de la energía del combustible se usa en la potencia mecánica, 33 % se expulsa por el escape y 29% usa en el enfriamiento del motor. Del 38% por ciento de la energía que se convierte en potencia, 11.5 % se gasta en fricción del motor y 5% en la transmisión, quedando 21.5% de la energía para mover el carro de la cual el 5% es para vencer la resistencia del aire, 5% se usa en los frenos y 11.5% para vencer la resistencia al rodado. En conclusión, el 33% de la energía obtenida del combustible se usa para vencer la fricción. Según un estudio de Kennet Holmberg [6], a nivel global el consumo de energía para superar la fricción en el transporte de pasajeros por automóviles representaba en 2009, 208,000 millones de litros de gasolina o diésel o 7.3 millones de TJ. En promedio a nivel mundial un pasajero de un automóvil gasta 304L de combustible por año para superar la fricción, que a precios de Europa en 2011 representan 510 euros. De acuerdo a este estudio utilizando las mejores tecnologías como aceites de baja viscosidad, aditivos, aplicación de texturizado a las superficies de rodamiento para lograr un pulido ultra fino y usando recubrimientos avanzados en el motor y la transmisión, se pueden reducir las pérdidas en un 18% en el corto plazo (5-10 años) y 65% en el largo plazo (15-25 años). Esta reducción supondría un ahorro de 117,000 millones de litros de gasolina y una reducción de emisión de CO<sub>2</sub> de 290 millones de toneladas por año en el corto plazo.

La cuantificación de los beneficios de aplicar las tecnologías para reducir los gastos de energía ha llevado a la formación de una nueva disciplina llamada tribología verde o tribología sostenible [3,7].

En 2005 el Prof. Peter Jost estimó con los datos de varios reportes realizados en distintos países, principalmente en China, donde el estudio duró 5 años e involucro a 5000 personas, que el ahorro que se puede lograr aplicando correctamente los conocimientos de la tribología esta entre el 1 y el 1.6 del PIB.

Por su nivel de industrialización en México se estima que el ahorro de aplicar el conocimiento de la tribología puede ser cercano al 1%, sin embargo hacen falta estudios y encuestas, basándose en el consumo energético y la producción industrial de cada sector para calcular la eficiencia energética que se tiene y poder estimar con mayor precisión el costo y el posible ahorro.

## Referencias

[1] Jost P. Lubrication (Tribology). Education and Research Report. London: Dept. Education and Science, Her Majesty's Stationary Office, 1966.

[2] Dowson D. History of tribology. 2nd edition. London: Professional Engineering Publishing, 1998.

[3] Nosonovsky M. and B. Bhushan, Ed., Green Tribology, Biomimetics, Energy Conservation and Sustainability, Springer, 2011.

[4] Society of Tribologist and Lubricatio Engineers, A Special Publication Commemorating STELS's 50 Yaers of Service, 1994.

[5] Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency, Key Insights from IEA Indicator Analysis, In support of the G8 Plan of Action, OECD/IEA, (2008) p17.

[6] Holmberg K., P. Andersson, A. Erdemir, Global energy consumption due to friction in passenger cars, Tribology International, 47 (2012) 221-234.

[7] I. Tzanakis, M. Hadfield, B. Thomas, S. M. Noya, I. Henshaw and S. Auten, Future perspectives on sustainable tribology, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2014) 4126

[8] Caso Alfonso, ¿conocieron la rueda los indígenas mesoamericanos? *Cuadernos Americanos*, Vol. 25, N° 1, (1946) pp. 193-207.

[9] Ekholm Gordon F., Wheeled toys in México. *American Antiquity*, Vol. 11, N° 4, pp. 222-228. Menasha (1946).