MATTER OF OPINION

In Memoriam: Leonardo da Vinci's Legacy, 500 Years after His Death

Nicola Maria Pugno^{1,2,3,*}

The year 2019 marks the 500th anniversary of the death of Leonardo da Vinci. Many scholars regard Leonardo as the exemplar of a "universal genius." Here, Nicola Pugno reflects on some materials and mechanics-related influence of the original Renaissance man.

The Italian artist, inventor and scientist Leonardo da Vinci (1452-1519) can probably be considered the father of bio-inspired mechanical design, as illustrated by his artificial wings and flying machines based on bird observation and dissection. Today, 500 years after his death, bioinspired solids and structural mechanics are attracting widespread attention worldwide, both in academia and industry.

To commemorate the 500th anniversary of the death of Leonardo da Vinci occurring in 2019, I started reading the commemoration of Giuseppe Maria Pugno for the 500th anniversary of Leonardo's birth in 1952 (Figure 1)¹ and his related Italian writings on Leonardo and the Mechanics of "Matter".^{2,3}

Leonardo demonstrated to have understood statics (Man. A sheet 47 verso), grasped the theorems at the base of the solution of hyperstatic structures (i.e., the virtual works principle and that of minimum potential energy [see respectively Cod. Atl. sheet 104 verso b, Cod. Atl. sheet 112 verso a]), anticipated Hooke's law (see Cod. Atl. sheet 110 verso b), and somehow surmised the de Saint Venant hypothesis (Cod. Atl. sheet 153 recto a). Leonardo also tried to understand the instability of

compressed columns, and he undoubtedly understood the importance of the cross-sectional area (better inertia) and length I (but providing a wrong prediction, basically the critical load as proportional to l^{-1} , and not to l^{-2} as it appears in the Euler's formula, see Cod. Atl. sheet 152 recto b). Concerning the deflection of the bent beams, Leonardo understood how this scales with the cube of the length of the beam (Cod. Atl. sheet 211 recto b). Leonardo

La commemorazione di Leonardo da Vinci

ad iniziativa del Comune di Torino e della Società degli Ingegneri e degli Architetti

Il 13 maggio 1952, per iniziativa del Comune e della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino è stato com-

e degli Architetti in Torno e stato com-memorato il quinto centenario della na-scita di Leonardo da Vinci. Nel Salone del Senato in Palazzo Ma-dama erano presenti S. Em. Cardinale Arcivescovo Maurilio Fossati, il Prefetto, il Primo Presidente della Corte d'Ap-pello, S. E. il vescovo di Sebaste ausi-liare di S. Em., e le più alte Autorità Civili e Militari del Piemonte.

Sul palco prendevano posto assieme all'oratore ufficiale, il Sindaco di Torino avv. Peyron, i due Vice Presidenti della Società prof. Dalla Verde ed arch. Gras-si, rappresentanti gli enti promotori del-la celebrazione.

Presa la parola, il Sindaco ha espresso l'omaggio della Città alla figura di Leo-nardo « che sempre più giganteggia nella storia della Patria ».

storia della Patria ». Oratore ufficiale era il Presidente della Società degli Ingegneri e degli Archi-tetti di Torino e Preside della Facoltà d'architettura del Politecnico, prof. ing. Giuseppe Maria Pugno. Il conferenziere ha iniziato il suo dire

In contechate in aniziato in suo une con un rapido sguardo allo stato delle conoscenze scientifiche ai tempi di Dante mostrando come molte notizie fatiosa-mente disperse. Ha poi fatto notare co-mente disperse. Ha poi fatto notare co-me da Dante incominci e don Leonardo posea, riunardaria: affermati, etabilizatei etabilizzati. me da Dante incominci e con Leonardo posa riguardarsi affermato stabilmente il processo evolutivo che trasformò il pensiero scientifico dalla impostazione quasi rivelara e tradizionalista, alla spre-giudicatezza di adattarsi alle manifegiudicatezza di adattarsi alle manife-stazioni naturali purchè rigorosamente controllate, accennando che con Leonar-do appunto prende forma la nuova me-todologia cui si legherà più tardi il nome del Galilei. Per sottolineare una tale trasformazione nel pensiero scientifico, vengono presi in considerazione soltanto pochi ma importanti aspetti della storia del progresso nei due secoli dal '300 al '500: esperienza, ordine naturale, scienze matematiche, mòto, volo, luce. Special matematiche, mòto, volo, luce. Special-mente nel trattare della luce, Leonardo si rivela nella pienezza del multiforme ingegno e pare che davanti a lui, quasi mosso alla conquista del mondo, cadano e si sfascino i baluardi tradizionalmente e si stassifio i tra materia e de energia, tra materia e spirito. Ma dove il raffronto tra Dante e Leonardo più luminosa-mente si manifesta è nella loro conce-zione di Dio. Sembra che Dante già possegga Dio, mentre Leonardo porgendo l'occhio, l'orecchio, la mente, il cuore a tutto ciò che sta attorno a lui, se lo con-quisti. Ambedue questi sommi intelletti finiscono per giungere allo stesso punto e perfino alla stessa definizione della Di-vinità : l'Amore, che per Dante è la forza immensa che muove il sole e l'altre stelle e per Leonardo a vinci tomia se e ad e per Leonardo « vincit omnia », e ad tutto deve cedere

Applausi protrattisi a lungo e vive congratulazioni hanno salutato la con-clusione della conferenza, la quale, trattando del mondo filosofico, letterario e ando del mondo mosoneo, reterano e scientifico leonardiano, ha messo in luce l'animo del grande Vinciano sotto un aspetto del tutto originale e forse mai presentato nelle numerose commemorazioni centenarie, tenute in quest'anno, di Leonardo.





ATTI E RASSEGNA TECNICA DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO - NUOVA SERIE - ANNO 6 - N. 5 - MAGGIO 1952 139

Figure 1. The Commemoration of Leonardo da Vinci for the 500 Years from His Birth, by Giuseppe Maria Pugno

The page of the "Atti e rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti in Torino", from May 1952, which reported the news of the Commemoration of Leonardo for the 500 years from his birth by Giuseppe Maria Pugno¹ and introduced by the mayor of Turin, Amedeo Peyron.



Matter



has understood isostatic lines, e.g., that in torsion are arranged in a spiral at 45 degrees with respect to the axis of the solid (Cod. Atl. sheet 139 recto c). Leonardo, recognizing the importance of tensile tests for the characterization of the strength of materials, proposes a machine for their realization (Cod. Atl. sheet 82 recto b) and also for repeated impact tests (Cod. Atl. sheet 21 recto a).

Leonardo has also paved the way for studies inspired by nature. His flying machines are the most obvious example. Today, we have technology that he did not have access to, which allows us to observe natural materials and fabricate bio-inspired ones with nanoscopic resolution and precision. Leonardo's legacy today is indeed toward the nanoscale. Among Leonardo's impressive and wellknown machines, we find a certain number for military applications, but we must remember that Leonardo was not a man of war, but of peace. Leonardo considered war as madness, and he wrote: "And you, man, who considers in this work of mine the admirable works of nature, if you judge it to be vile to destroy it, now think it the vilest thing to take away life from man; if this creation seems to you a wonderful artifice, think it as being nothing compared to the soul that lives in such architecture." Like Dante (Alighieri), Leonardo also comes to the definition of God as love, which for the first is, "love that moves the sun and other stars" (Divine Comedy, Par. XXXIII 145) and for the latter is "amor qui omnia vincit, et nos cedamus amori ", i.e., "love that conquers all, to which we must yield" (Cod. Atl. sheet 273 recto a).

This is the ultimate Leonardo da Vinci legacy.

- Pugno G.M. Da Dante a Leonardo, sguardo alla storia del pensiero scientifico di due secoli. Atti della società degli ingegneri e degli architetti in Torino, 1956, 6, 140–150.
- Pugno G.M. I codici vinciani e la scienza delle costruzioni. Atti del convegno nazionale per l'istruzione dei geometri e dei periti edili, 1948, 1–39.
- 3. Pugno G.M. Leonardo da Vinci ed Enrico Betti. Ruata, 1952, 1–9.

¹Laboratory of Bio-Inspired & Graphene Nanomechanics, Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, Università di Trento, via Mesiano, 77, I-38123 Trento, Italy

²School of Engineering and Materials Science, Queen Mary University of London, Mile End Road, London E1 4NS, UK

³Fondazione E. Amaldi, Ket Lab, Via del Politecnico snc, 00133 Rome, Italy

*Correspondence: nicola.pugno@unitn.it https://doi.org/10.1016/j.matt.2019.11.008