

End-to-end Deep Learning for VCSEL's Nonlinear Digital Pre-Distortion

Original

End-to-end Deep Learning for VCSEL's Nonlinear Digital Pre-Distortion / Minelli, L., Forghieri, F., Gaudino, R.. - ELETTRONICO. - (2022), pp. 1-4. (2022 Italian Conference on Optics and Photonics (ICOP) Trento, Italy 15-17 June 2022) [10.1109/ICOP56156.2022.9911760].

Availability:

This version is available at: 11583/2972473 since: 2022-10-21T11:28:37Z

Publisher:

IEEE

Published

DOI:10.1109/ICOP56156.2022.9911760

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

IEEE postprint/Author's Accepted Manuscript

©2022 IEEE. Personal use of this material is permitted. Permission from IEEE must be obtained for all other uses, in any current or future media, including reprinting/republishing this material for advertising or promotional purposes, creating new collecting works, for resale or lists, or reuse of any copyrighted component of this work in other works.

(Article begins on next page)



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



History of Engineering

International Conference on History of Engineering
Atti del VIII Convegno di Storia dell'Ingegneria

Naples, 2020 December 11th

volume I



History of Engineering Storia dell'Ingegneria

Proceedings of the 4th International Conference
Atti dell'8° Convegno Nazionale

Naples, 2020, December 11th

Volume I

Editors

Salvatore D'Agostino, Francesca Romana d'Ambrosio Alfano



First edition: October 2020
Prima edizione: ottobre 2020



© 2020 Cuzzolin S.r.l.
Traversa Pietravalle, 8 - 80131 Napoli
Telefono +39 081 5451143
Fax +39 081 7707340
cuzzolineditore@cuzzolin.it
www.cuzzolineditore.com

ISBN 978-88-86638-87-6

All rights reserved
No part of this publication may be reproduced or transmitted
in any form or by any means, including recording or photo-
copying, without permission of the publisher

Tutti i diritti riservati
Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta o
trasmessa in alcuna forma o con alcun mezzo, compresa la regi-
strazione o le fotocopie, senza il permesso dell'editore

Editorial Office / Redazione:
MAURIZIO CUZZOLIN

Printing / Stampa: Giannini - Napoli

a *Vito Cardone*
Gennaro Improta

SCIENTIFIC COMMITTEE / COMITATO SCIENTIFICO

SALVATORE D'AGOSTINO (PRESIDENTE)

Università di Napoli Federico II

MICHELE BRIGANTE

Ordine degli Ingegneri della provincia di Salerno

ALFREDO BUCCARO

Università di Napoli Federico II

VITO CARDONE

Università di Salerno

MARIO COMO

Università di Roma Tor Vergata

EDOARDO COSENZA

Università di Napoli Federico II

FRANCESCA ROMANA D'AMBROSIO ALFANO

Università di Salerno

LUCIANO DE MENNA

Università di Napoli Federico II

GIULIO FABRICATORE

Università di Napoli Federico II

GIOVANNA GRECO

Università di Napoli Federico II

VITTORIO MARCHIS

Politecnico di Torino

GIUSEPPE MARRUCCI

Università di Napoli Federico II

LUIGI NICOLAIS

Università di Napoli Federico II

LIA MARIA PAPA

Università di Napoli Federico II

GIUSEPPE RICCIO

Università di Napoli Federico II

LUCIANO ROSATI

Università di Napoli Federico II

PIERO SALATINO

Università di Napoli Federico II

BRUNO SICILIANO

Università di Napoli Federico II

ANDREA SILVESTRI

Politecnico di Milano

GIULIANA TOCCO SCIARELLI

Già Soprintendente Archeologica delle Province di Salerno, Avellino e Benevento

CARLO VIGGIANI

Università di Napoli Federico II

LUIGI VINCI

Fondazione Ordine Ingegneri Napoli

ARMANDO ZAMBRANO

Consiglio Nazionale degli Ingegneri

ORGANIZING COMMITTEE / COMITATO ORGANIZZATORE

ROSSELLA DEL REGNO

Università di Salerno

ANDREA LIZZA

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli

BORIS IGOR PALELLA

Università di Napoli Federico II

GIOVANNI PASTORE

Università di Napoli Federico II

**SCIENTIFIC AND ORGANIZING SECRETARIAT /
SEGRETERIA SCIENTIFICA E ORGANIZZATIVA**

CIBeC

*Centro Interdipartimentale di Ingegneria
per i Beni Culturali*

Università degli Studi di Napoli Federico II

e-mail: cibec@unina.it

Tel: +39 081 768 2101

Fax: +39 081 768 2106

c/o Facoltà di Ingegneria

Piazzale V. Tecchio, 80

80125 Napoli

SUPPORTING PARTIES / ENTI SOSTENITORI

CIBeC

Università degli Studi di Napoli Federico II

Consiglio Nazionale degli Ingegneri

Ordine degli Ingegneri - Napoli

Ordine degli Ingegneri - Salerno

**GRAPHIC ORGANIZATION AND LAYOUT /
ORGANIZZAZIONE GRAFICA E IMPAGINAZIONE**

GIOVANNI PASTORE

Special thanks to / Speciali ringraziamenti a

GIUSEPPE MIRANDA

for the valuable collaboration /
per la preziosa collaborazione

For the images published Publisher remains
available to potential beneficiaries

Per le immagini pubblicate l'Editore resta a
disposizione degli eventuali aventi diritto



Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri e i Consigli degli Ordini degli Ingegneri di Napoli e Salerno partecipano, fin dalla prima edizione, alla organizzazione di questo importante evento di grande interesse scientifico e culturale, giunto alla ottava edizione e che anche quest'anno è "Convegno Internazionale".

Al Comitato Scientifico, al Comitato Organizzatore, ai Relatori, agli Ospiti stranieri e ai partecipanti ai lavori giungano i nostri saluti, anche a nome di tutti i Colleghi che abbiamo l'onore di rappresentare.

Il presidente del Consiglio Nazionale degli Ingegneri
ing. Armando Zambrano

Il presidente dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Napoli
prof. ing. Edoardo Cosenza

Il presidente dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Salerno
ing. Michele Brigante

La grave pandemia che ha colpito il mondo ha costretto a rinviare il Convegno AISI, programmato per aprile 2020. Si sperava di poterlo tenere a settembre, ma con il passare delle settimane questa speranza è diventata sempre più flebile fino a scomparire del tutto.

Abbiamo dovuto adeguarci alla realtà, ma AISI non si ferma: come consuetudine, gli Atti saranno inviati agli Autori e resi disponibili sul sito www.aising.eu e il tradizionale appuntamento napoletano sarà suddiviso in una serie di appuntamenti da remoto, che inizieranno con la sessione inaugurale e che continueranno con seminari tematici periodici. In attesa di tempi migliori, ma la storia è fatta anche di momenti terribili come questi che stiamo vivendo.

I Curatori

Summary / Sommario

Volume I

<i>Preface/Prefazione</i> SALVATORE D'AGOSTINO	XV
<i>Ricordi</i>	
In ricordo di <i>Vito Cardone</i> SALVATORE BARBA, BARBARA MESSINA	XIX
In ricordo di <i>Gennaro Improta</i> GIUSEPPE BRUNO	XXI
Invited lectures / Relazioni a invito	
<i>La sfida dell'energia del futuro: Clean Energy For All. Riflessioni su energia e democrazia</i> LIVIO DE SANTOLI	3
<i>20 luglio 1969: il primo uomo sulla Luna. L'evento e le sue ricadute</i> MARIO CALAMIA, GIORGIO FRANCESCHETTI, MONICA GHERARDELLI	15
HISTORY AND SCIENCE OF ENGINEERING STORIA E SCIENZA DELL'INGEGNERIA	
<i>La Collaborazione Internazionale in Campo Scientifico: il caso della F.T.C.</i> LUCIANO DE MENNA	31
<i>Pozzuoli: terremoti e fenomeni vulcanici nel lungo periodo. Limiti della definizione attuale di pericolosità</i> EMANUELA GUIDOBONI	45
<i>Ingegneria strutturale e conservazione del patrimonio architettonico</i> SALVATORE D'AGOSTINO	63
<i>Sostenibilità del vincolo geotecnico nella storia dei monumenti</i> RUGGIERO JAPPELLI, VALENTINA JAPPELLI	77
<i>Duecento anni di chimica nella Scuola d'Ingegneria di Napoli. Parte seconda: Dalla chimica degli "assaggi" alla scienza e tecnologia dei materiali</i> CARMINE COLELLA	89
<i>Mathew Baker (1530–1613) e la nascita dell'ingegnere navale</i> CLAUDIA TACCHELLA	101

<i>Storia del termometro per le misure ambientali: dai termoscopi ai sensori elettronici</i>	113
MATTEO DE VINCENZI, GIANNI FASANO	
<i>Le camere anecoiche acustiche: albori e sviluppi</i>	127
CARMINE IANNIELLO	
<i>Dagli archivi in rete al museo diffuso dell'ingegneria: il fondo del Genio Civile di Verona e la sua valorizzazione</i>	137
ANGELO BERTOLAZZI, LUIGI STENDARDO	
<i>Tecniche costruttive storiche diffuse nelle Quattro Province: un progetto colto di organizzazione del territorio</i>	147
VALENTINA CINIERI, GIACOMO A. TURCO	
<i>Storia dell'industria del gas a Napoli</i>	159
ANDREA LIZZA	

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL EVOLUTION EVOLUZIONE SCIENTIFICA E TECNOLOGICA

<i>Le reti di distribuzione di acqua potabile in epoca romana. Fistule ritrovate e quantità d'acqua erogata in due case pompeiane</i>	173
MARIA CARMELA MONTELEONE	
<i>Antichi testi di Meccanica, nuovi ritrovamenti. La Majmu'a (Raccolta) n° 197 di Tehrān</i>	189
GIUSEPPINA FERRIELLO	
<i>Sir Robert Seppings (1767–1840): l'invenzione nella tecnica e l'arte della costruzione navale</i>	203
MASSIMO CORRADI	
<i>Appunti per l'arte del costruire: postille ai quattro libri dell'Architettura di Andrea Palladio</i>	219
SALVATORE D'AGOSTINO	
<i>L'evoluzione dei sistemi di copertura a grande luce in Italia dal XVII al XIX secolo</i>	237
LUCA GUARDIGLI, DAVIDE PRATI	
<i>"Sketchbook on military art". Un compendio tra cultura tecnica e ibridazione artistica nell'Europa del XVII secolo</i>	251
CONSUELO GOMEZ LOPEZ	
<i>Ingegneria dell'emergenza: ponti portatili "made in Italy" (1876-1945)</i>	265
ILARIA GIANNETTI	
<i>The double-curvature shell of the Musmeci's bridge</i>	277
FRANCESCO MARMO, CRISTOFORO DEMARTINO, DAVIDE PELLECCIA, MASSIMO PARADISO, NICOLÒ VAIANA, SALVATORE SESSA, LUCIANO ROSATI	

<i>Storia della Statica dello Strallo e sua interazione con la costruzione dei ponti strallati in acciaio</i>	287
MARIO COMO	
<i>Rigidezza dello strallo in c.a.p.</i>	299
MARIO COMO	
<i>La sicurezza antincendio negli edifici pregevoli per arte e storia</i>	309
ANNA NATALE, ETTORE NARDI, GABRIELLA VALENTINO	
<i>Macchine e uomini della refrigerazione</i>	319
CARMINE CASALE	
<i>I nuovi materiali da costruzione prodotti e diffusi in Italia negli anni Trenta</i>	333
FRANCESCO SPADA	
<i>La costruzione a secco nel dibattito sulle tecniche costruttive in Italia nel secondo dopoguerra. Note sull'attività della rivista "Cantieri" (1946-50)</i>	345
LAURA GRECO	
<i>Some considerations about the role of the historical drawings on the modern design</i>	355
CARLO E. ROTTENBACHER, EDOARDO ROVIDA	

ORIGINS AND TRAINING OF ENGINEERS ORIGINI E FORMAZIONE DELL'INGEGNERE

<i>Alluvioni, esondazioni, impaludamenti: costruire e coltivare in paesaggi fragili. Alcuni esempi dall'antichità: Paestum e Velia</i>	367
GIOVANNA GRECO	
<i>Lagune e agricoltura. Vivere e coltivare in paesaggi fragili: tra Cuma e Metaponto</i>	383
GIOVANNA GRECO	
<i>Archimede e il sistema di caricamento della balista da un talento utilizzata nella fortezza dell'Eurialo di Siracusa</i>	393
UMBERTO DI MARCO, PIER GABRIELE MOLARI	
<i>Terme di Caracalla, misura e calcolo per la conservazione</i>	409
MARIA LETIZIA CONFORTO	
<i>Le opere di ingegneria nell'antichità. L'esempio dell'Appia</i>	421
GIULIANA TOCCO SCIARELLI	
<i>Le scale impiegate nell'arte bellica per superare le mura nemiche: dai Romani al Rinascimento</i>	435
PIER GABRIELE MOLARI, ROSANNA DI BATTISTA	
<i>Il paesaggio a nord di Neapolis: la necropoli ellenistica e l'acquedotto del Serino. Il racconto con le moderne tecnologie</i>	449
FEDERICO CAPRIUOLI, FRANCESCO COLUSSI, CARLO LEGGIERI	

<i>Un criterio di classificazione di imbarcazioni di interesse archeologico, storico o etnografico</i>	463
LUIGI OMBRATO, CLAUDIO PENZA, VINCENZO SORRENTINO, CHIARA ZAZZARO	
<i>La carpenteria litica nell'Hawrān siro-giordano</i>	475
LUIGI MARINO, MASSIMO COLI	
<i>Analogie fra i ceri di Gubbio e alcune antiche macchine belliche, in particolare con quella che produceva il fuoco greco: lume della fede e spirito guerriero</i>	487
VINCENZO AMBROGI, PIER GABRIELE MOLARI	
<i>Il 'Codice Tarsia' nella Biblioteca Nazionale di Napoli: metodi e linguaggi per l'architettura e l'ingegneria del Mezzogiorno nel Cinquecento</i>	499
ALFREDO BUCCARO	
<i>Cultura e formazione degli ingegneri. Studi ottocenteschi intorno a Leonardo da Vinci</i>	511
ELENA GIANASSO	
<i>La formazione "ambientalista" dei giovani ingegneri nell'Ottocento borbonico</i>	523
GIUSEPPE FOSCARI	
<i>L'insegnamento dell'architettura agli ingegneri a Pavia dall'Unità d'Italia alla fine dell'Ottocento</i>	531
EMANUELE ZAMPERINI	
<i>"Protagoniste invisibili": le donne nell'ingegneria dal XIX secolo a oggi</i>	545
FRANCESCA ROMANA D'AMBROSIO ALFANO, MARIA ROSARIA PELIZZARI, DANIELA PEPE	
<i>Tecniche Sapiienti. Una storia al femminile della Facoltà di Ingegneria di Roma Sapienza (1910-1969)</i>	559
CHIARA BELINGARDI, CLAUDIA MATTOGNO	
<i>Università, Ingegneria e quadri tecnici: 60 anni di politica incerta con ritardi e carenze nel Mezzogiorno. Quale formazione nel futuro?</i>	571
UMBERTO RUGGIERO, FRANCESCO RUGGIERO	

Volume II

**WORKS AND PROTAGONIST BETWEEN ANCIENT AND MODERN
LAVORI E PROTAGONISTI TRA ANTICO E MODERNO**

<i>Concrete bridge heritage in Italy: the role of Riccardo Morandi</i> ENZO SIVIERO, MICHELE CULATTI, ALBERTO ZANCHETTIN	589
<i>Sir Nigel Gresley e la leggenda del Flying Scotsman</i> ANDREA LIZZA	601
<i>Francesco Del Giudice, ingegnere Direttore della Compagnia dei Pompieri di Napoli nel 1800. Comandante, scienziato, innovatore e docente</i> MICHELE MARIA LA VEGLIA, CARMINE PICCOLO	611
<i>L'ingegnere Ernesto Besenjanica e la Ferrovia Adriatico-Sangritana</i> CATERINA SERAFINI, VINCENZO DI FLORIO	621
<i>Itinerari digitali tra carte e disegni del patrimonio dell'archivio Porcheddu. Le pratiche delle opere torinesi nel periodo 1894-1927</i> GIUSEPPA NOVELLO, MAURIZIO MARCO BOCCONCINO	633
<i>Gli ingegneri Inverardi nell'edilizia scolastica nel corso del Novecento in Abruzzo</i> SIMONETTA CIRANNA, FRANCESCA GEMINIANI, MARCO FELLI	647
<i>Gli ingegneri e la rappresentazione grafica dei territori nell'Ottocento</i> LIA MARIA PAPA	661
<i>Il Castello di Ischia nel disegno dell'ingegnere regio Benvenuto Tortelli. Architettura e ingegneria al servizio delle difese del Regno di Napoli alla fine del Cinquecento</i> FRANCESCA CAPANO	671
<i>Da bóveda estrellada a cupola di rotazione. Le peculiarità della grande volta della Sala dei Baroni in Castel Nuovo</i> MARIA TERESA COMO	681
<i>Il restauro della Cappella della Sindone di Torino</i> GENNARO MICCIO	691
<i>I "mulini reali" di Caserta. Nuove acquisizioni e strategie di conservazione e riuso</i> RAFFAELE AMORE, MARIANGELA TERRACCIANO	705
<i>Lo sviluppo dei bacini idroelettrici in Alta Valtellina (1906-1960)</i> STEFANO MOROSINI, ANDREA SILVESTRI, FABRIZIO TRISOGLIO	719
<i>Protagonisti politecnici di AEM in Alta Valtellina</i> STEFANO MOROSINI, ANDREA SILVESTRI, FABRIZIO TRISOGLIO	733
<i>Gli "edifici baraccati" nel territorio di Cosenza dopo il terremoto del 1905</i> VALENTINA GUAGLIARDI	743

<i>Il Magazzino juta e cotone nel Porto di Napoli. Uno dei primi edifici in cemento armato realizzati a Napoli</i>	755
GIACOMO RASULO, ALESSANDRO RASULO	
<i>1905: l'arrivo dell'energia elettrica a Pavia e la centrale realizzata sulla riva del Naviglio Pavese</i>	767
FRANCESCO BIANCHI	
<i>Tra ingegneria militare e architettura: la sala d'armi di Capua</i>	777
MARIA GABRIELLA PEZONE	
<i>Recupero e riuso delle tipologie specialistiche dell'architettura italiana del Novecento. Il caso dell'Orfanotrofio Don Minozzi ad Antrodoto</i>	791
ALESSANDRA BELLICOSO, ALESSANDRA TOSONE, FEDERICA TEDESCHINI	
<i>La gestione delle risorse idriche nelle città di Cusco e Lima in epoca coloniale</i>	803
CLAUDIO MAZZANTI, ADRIANA NORA SCALETTI CARDENAS	
<i>Linee ferrate dismesse. La ferrovia del Vallo di Diano Sicignano degli Alburni-Lagonegro</i>	817
FEDERICA RIBERA, PASQUALE CUCCO	
<i>Le case dell'Opera Valorizzazione Sila, patrimonio edilizio storico della Calabria del Novecento</i>	829
ALESSANDRO CAMPOLONGO	
<i>Gli edifici scolastici a Catania dall'Unità nazionale alla seconda guerra mondiale: schema distributivo, stili architettonici e tecniche costruttive</i>	843
DOMENICO GIACCONE	
<i>Per la nuova sede del Politecnico di Torino: studi, progetti, realizzazione (1939-1958)</i>	855
MARGHERITA BONGIOVANNI, MARIANNA GAETANI	
<i>Variations on the theme of Plattenbau Heavy prefabrication and total industrialisation in the experience of the Göhner housing estates in Switzerland (1966-1979)</i>	869
GIULIA MARINO	
<i>Un'opera di Samu Pecz: la Boiler House dell'Università di Tecnologia ed Economia a Budapest</i>	881
FEDERICA RIBERA, ROSSELLA DEL REGNO, FLORA ARRICHIELLO	
<i>I grattacieli italiani. La trasposizione di una tipologia</i>	895
SIMONA TALENTI, ANNARITA TEODOSIO	
<i>Street architecture: l'infrastruttura come spazio della città e del paesaggio</i>	905
ALESSANDRA COMO, LUISA SMERAGLIUOLO PERROTTA	
<i>Il Nucleo NBCR dei Vigili del Fuoco: una storia recente</i>	915
MICHELE MARIA LA VEGLIA	
<i>Author Index / Indice degli Autori</i>	921

ELENA GIANASSO

*Cultura e formazione degli ingegneri.
Studi ottocenteschi intorno a Leonardo da Vinci*

Abstract

While, in the middle of nineteenth century, new engineering schools open in Italy, European culture discusses a lot about Leonardo da Vinci (1452-1519). Technical and poly-technical mind, he anticipates nineteenth-century progress by writing about central subjects in the training of engineers. His hydraulic researches and his working on the painting remain the only known writing until the nineteenth century when, in Paris, Charles Ravaisson Mollien edits the Institut de France's manuscripts and, in 1883, Jean Paul Richter publishes in London The literary works of Leonard da Vinci. From the same years, in Italy, Gilberto Govi, Giovanni Piumati, Edmondo Solmi and Luca Beltrami publish other new books. Leonardo's notes about hydraulic, maths, survey, cartography, mining engineering, knowledge of the Earth are the same discussed in the engineering schools open in Turin and in Milan or in other university of Italy. Gustavo Uzielli, a main Leonardo's researcher who teaches in Rome, Turin and Parma, links some of his lessons with Leonardo's works; adopting the same scientific method of the Grande of Vinci, Uzielli interlaces historical research with the knowledge of the territorial and natural sciences. Furthermore, when Mario Baratta opens Pavia's courses, he thinks of Vinciano's studies on Earth. Others repeat the same analysis. The result is an international scientific discussion on Leonardo da Vinci, still capable, five hundred years after his death, of drawing the future.

Introduzione

Nuove vie di ricerca e inedite considerazioni critiche si aprono talvolta quando, ad esempio in occasione degli anniversari della nascita o della morte di figure di grande calibro, si rilegge la letteratura consolidata sull'argomento. Le celebrazioni per il cinquecentenario della scomparsa di Leonardo da Vinci, dal 2019 (e almeno fino al 2 maggio 2020) offrono l'opportunità di discutere pagine note e diffuse per avviare dibattiti mirati ad altri approfondimenti. Il contributo, esito di una ricerca inizialmente legata alle manifestazioni leonardiane e poi ampliata, indaga parte degli studi che, nel lungo Ottocento, hanno considerato il Vinciano evidenziandone le competenze di ingegnere, nel significato attuale del termine. Emerge, centrale nel confronto tra gli studi sul Grande di Vinci e le scuole di ingegneria, il ruolo di Gustavo Uzielli,

assistente e docente di mineralogia nelle università di Roma, Torino e Parma. I suoi lavori, propri dello sguardo di uno studioso di una disciplina poi detta geografia, permettono di porre in relazione la natura, il territorio, la meccanica, la matematica di Leonardo, il suo metodo scientifico *ante litteram* con il progresso ottocentesco per, poi, proseguire oltre nell'intento di comparare il Vinciano con le scienze dell'ingegneria.

“[...] *la scienza viva mira al futuro; a lato al fiume della tradizione, s'aprono ogni dì le fonti della scoperta. Si levano a poco a poco nel seno delle università certi uomini che divengono Galileo, Newton, Vico, Volta. [...] Anche senza tale altezza di genio, è proprio della scienza sperimentale, è proprio dell'osservazione dei fatti, la quale comprende anche lo studio dei fenomeni mentali e morali il condurre quasi infallibilmente alla scoperta. È la via che Leonardo da Vinci prevede, che Galileo mostrò gloriosamente al mondo, che Bacone filosoficamente descrisse. Quando un professore entra con felice ardimento in una di queste novelle vie, non son più le sue lezioni che importano, sono i suoi segreti studii, sono le imminenti sue scoperte.*” (Cattaneo, 1862)¹. Quando Carlo Cattaneo scrive al senatore Carlo Matteucci, celebre fisico e docente universitario a Bologna e a Parigi, le sue considerazioni sul riordinamento degli studi scientifici italiani in risposta a una sollecitazione inviatagli dallo stesso politico (Bigatti, 2000), in Italia, nell'accezione desunta dalla cartografia, sono da poco istituite, ai sensi del Regio Decreto 13 novembre 1859 n. 3725 noto come “legge Casati”, due “scuole di applicazione per gli ingegneri”, a Torino e a Milano, affiancate ai già esistenti corsi rivolti agli allievi ingegneri in diverse zone della penisola. Il percorso formativo esplicitato nel testo legislativo comprende corsi di meccanica applicata alle macchine e idraulica pratica, macchine a vapore e ferrovie, costruzioni civili idrauliche e stradali, geodesia pratica, disegno di macchine, architettura, mineralogia e chimica docimastica, agraria e economia rurale (art. 53), discipline che istruiscono un tecnico laureato con competenze ampie e non necessariamente specialistiche in anni in cui, soprattutto in Lombardia, la professione di ingegnere era ancora molto legata al trattamento delle acque e delle aree agricole. Centrale è l'approccio scientifico sperimentale e la “*grande investigazione scientifica*” che, afferma lo stesso Cattaneo, aveva trovato già in Leonardo da Vinci un importante precursore: “*Leonardo insegnò a provocare la natura con l'esperimento e ripetere e variare per mille guise, per giungere alle leggi universali*” (Cattaneo, 1926).

Studioso di meccanica, di idraulica, di architettura, di costruzioni e di quelle tante scienze applicate proprie dell'ingegneria, Leonardo è conosciuto essenzialmente come artista-pittore, protagonista di “Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architetti” di Giorgio Vasari (1568), autore del “Libro di pittura” e di “Del moto e misura dell'acqua”, le uniche raccolte di trascrizioni di suoi scritti consegnati alle stampe fin dall'età moderna in cui si leggono note che lasciano intuire la sua profon-

da conoscenza della natura e del territorio. Innumerevoli pagine critiche hanno già posto in relazione la sua figura con quella dell'ingegnere, professione che ha svolto, e con la cultura ingegneristica, tuttavia il tema può ancora essere approfondito, ed è qui introdotto, soprattutto con riferimento alla relazione tra i lavori del Vinciano e la formazione impartita agli allievi ingegneri dal secondo Ottocento. La consistente pubblicazione dei testi di carattere tecnico e scientifico leonardiano, peraltro, si apre a Parigi quando, tra il 1881 e il 1891, Charles Ravaisson-Mollien cura l'edizione, in una riproduzione integrale e diplomatica, dei suoi manoscritti conservati nella Biblioteca dell'Institut de France. Nel 1882, inoltre, a Vienna esce "Leonardo da Vinci da Buch von der Malerei mach dem Codex vaticanus 1270 herausgegeben, übersetze und erläutert" (Ludwig, 1882) per i tipi di Wilhelm Braumüller e l'anno successivo è stampato a Londra, da Simpson Low Marston Searle & Rivington, "The literary works of Leonardo da Vinci" (Richter, 1883), una raccolta di frammenti di testi scelti da Jean Paul Richter. In Italia emergono i contributi di Gustavo Uzielli, Giovanni Piumati, Gilberto Govi, Edmondo Solmi, Luca Beltrami, attenti a commentare il contenuto scientifico che emerge dai lavori del Grande uomo toscano e a discutere il modo di pubblicare la sua nota scrittura speculare in cui, talvolta, le frasi si snodano dalla parte bassa alla parte alta del foglio.

Anticipatore del progresso² (Solmi, 1908), attento indagatore di tante scienze e molte tecniche prima del diffondersi del sapere enciclopedico, quando l'Ottocento italiano cerca l'unità culturale della nuova Nazione, il Grande uomo toscano sembra anche riassumere in sé la figura dell'uomo italiano che, superando le differenze sociali, politiche, economiche tra i diversi Stati, si pone come sintesi e testimonianza di uno dei periodi da considerarsi migliori nella storia della penisola, caratterizzato, è noto, da un forte desiderio di rinnovamento che privilegia gli esiti concreti del sapere. Nel 1872 si inaugura, a Milano in piazza della Scala, il monumento realizzato dallo scultore Pietro Magni che rappresenta Leonardo su un alto basamento, in piedi con le mani giunte, circondato da quattro suoi allievi Giovanni Antonio Boltraffio, Marco d'Oggiono, Cesare de Sesto, Gian Giacomo Caprotti con il nome di Andrea Salaino; ai lati del basamento, oltre ai bassorilievi che lo raffigurano impegnato come pittore, scultore, architetto e ingegnere idraulico, si leggono le iscrizioni dettate da Gilberto Govi che, ricordandone l'origine e il soggiorno milanese, lo definisce "*rinnovatore delle arti e delle scienze*". Nell'occasione, il ministro Cesare Correnti incarica il giovane Uzielli di sintetizzare gli studi allora aperti sul Vinciano, soggetto destinato a diventare centrale, con Paolo dal Pozzo Toscanelli e Cristoforo Colombo, nelle sue ricerche³.

Formato in scienze matematiche e fisiche a Pisa, perfezionatosi a Parigi nella Scuola di ponti e strade, Gustavo Uzielli (Livorno, 29 maggio 1839 - Impruneta, 7 marzo 1911), è noto geografo e docente di mineralogia e geologia in corsi universitari destinati agli ingegneri. Toscano, è interessato a Leonardo fin dalla giovane età

quando, dopo aver partecipato alla terza guerra d'indipendenza e aver conosciuto i Macchiaioli, è vicino a Telemaco Signorini con cui organizza una narrata gita a Vinci, luogo gradito ai pittori della "macchia" e ovviamente scelto per le indagini sul Grande uomo toscano. Ricercatore attento, rintraccia documenti che restituiscono informazioni allora inedite sulla biografia del Vinciano, attribuendo alle fonti storico-documentarie un importante ruolo scientifico ben prima del dibattito che, nei primi decenni del Novecento, anima l'Ecole des Annales francese. Uzielli apre le sue indagini su Leonardo nel 1869, nelle pagine del "Nuovo giornale botanico italiano" dove pubblica un breve contributo dal titolo "Sopra alcune osservazioni botaniche di Leonardo da Vinci". Nel suo saggio, il livornese presenta gli studi leonardiani che introducono le leggi matematiche e geometriche sottese allo sviluppo delle piante, tema di botanica proprio della fillotassi, a fronte di alcune osservazioni sulla morfologia vegetale annotate nel "Trattato di pittura", volume che lo studioso conosce nell'edizione romana diffusa dalla Stamperia De Romanis nel 1817⁴.

Il riferimento alla natura e alle discipline matematiche, esteso al territorio, si legge anche nelle "Ricerche intorno a Leonardo da Vinci" che Uzielli consegna alle stampe prima a Firenze nel 1872 per i tipi di Pellas, poi in una "Seconda serie" a Roma da Salviucci nel 1884 e, ancora, dodici anni più tardi a Torino, da Ermanno Loescher, in due volumi che ampliano il suo già grande lavoro (Uzielli, 1872; 1884; 1896). Fin dalla prima versione, l'autore non dimentica l'interesse di Leonardo per la matematica e la sua amicizia con Luca Pacioli, il frate francescano celebre per il suo "Divina proportione", dedicato alla proporzione "sancta et divina" (il rapporto aureo). Corredato da splendidi poliedri di mano del Vinciano, come lo stesso Pacioli ricorda nel "De viribus quantitatis" (Giorgione, 2019), il testo è completato da tre versi celebrativi dei disegni di Leonardo, da lui trascritti nei suoi manoscritti: "*Terzetto fatto per li corpi regolari e loro derivati / Et dolce frutto vago e sì diletto / costrinse già filosofi a cercare / causa di noi per pascere lo 'ntelletto*" (Ms M, f. 80v). È già stato notato che il termine "frutto" è utilizzato dal Grande di Vinci anche nel manoscritto E per indicare il "*frutto matematico*", "*cui si perviene con la meccanica, paradiso delle scienze matematiche*" (Vecce, 2017).

Gli studi di meccanica, materia dei corsi universitari di ingegneria, negli scritti di Leonardo si aprono in molteplici direzioni che si concretizzano soprattutto nei tanti disegni di macchine che compaiono nei codici. Il termine "machina", o "macchina" appare solo una ventina di volte nei manoscritti e nel "Libro di pittura"⁵, per restare a parte dei testi pubblicati nell'Ottocento, ma le tesi esplicitate e i disegni, almeno quelli del Codice Atlantico nella Veneranda Biblioteca Ambrosiana, sono conosciuti già prima della pubblicazione ottocentesca dei manoscritti francesi. Ne è esempio l'elenco manoscritto conservato tra le carte di Pietro Mazzucchelli datato ai primi decenni dell'Ottocento⁶. Nel Novecento, sarà poi la mostra al Palazzo dell'Arte di Milano nel 1939 a offrire l'occasione per tornare a riflettere sulle macchine, costruite

in modelli lignei dopo il cinquecentenario della nascita dello scienziato-artista nel 1952 e poi parte delle collezioni del Museo della scienza e della tecnica milanese.

Leonardo applica la matematica, che gli è nota anche attraverso i “Ludi matematici” di Leon Battista Alberti che conserva nella sua biblioteca, anche quando si occupa di territorio, interrogandosi sulle distanze tra i luoghi e sulle altezze delle montagne elaborando, di qui, una sua personale teoria evolucionistica del pianeta. Tema trattato nel Codice Leicester (Galluzzi, 2018), è ripreso da Uzielli negli appunti delle sue lezioni e poi dal geologo Federico Sacco negli “Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino” e in un saggio edito in uno dei volumi pubblicati da De Agostini come raccolta delle ricerche sottese alla grande mostra del 1939 (Sacco, 1956). Entrambi, Uzielli e Sacco, insegnano mineralogia e geologia nella scuola di ingegneria torinese; emerge, così, il legame tra il Vinciano e la Regia Scuola di applicazione per gli ingegneri in Torino e poi con il Regio Politecnico. Gustavo Uzielli, assistente nel Gabinetto di mineralogia dell’Università di Roma sotto la direzione da Giovanni Strüver [Struever], nel 1877 vince il concorso per la cattedra di Mineralogia e geologia a Torino, assumendo l’incarico nel 1880 e diventando poi, l’anno successivo, professore ordinario, responsabile della straordinaria collezione mineralogica della Scuola che comprende campioni donati da Quintino Sella. Uzielli rimane in carica fino ai primi anni del Novecento, ma già nel 1896 il corso è affidato a Federico Sacco. Dopo il 1904 Uzielli insegna a Parma, dove chiude la sua carriera accademica; Sacco, celebre soprattutto per il suo impegno per la carta geologica d’Italia, gli succede nell’incarico torinese fino al 1935 (Ministero della Pubblica Istruzione, 1875; Politecnico di Torino, 1935).

Dalle dispense delle lezioni di Uzielli, in Figura 1, si leggono lunghe liste di minerali e rocce completati dalle caratteristiche e dai possibili usi; interessante è il riferimento alla bargiolina, una quarzite di colore chiaro, giallo e ocra, presente a Barge nei pressi di Saluzzo che il docente spiega ai suoi allievi precisando che può essere utilizzata come tavolozza per macinare i colori; l’uso è dedotto da un’annotazione di Leonardo nel piccolo quaderno ora Manoscritto G dell’Institut de France (Gianasso, 2019b).



Fig. 1 – R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri, Corso di Geologia e Mineralogia. Nozioni di Mineralogia descrittiva. Anno accademico 1888-1889, Torino, Litografia Fratelli Bertero, s.d. [ma 1888-1889], in Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, fondo Gustavo Uzielli, striscia n. 134.

Sacco, invece, si occupa di storia della Terra soffermandosi sui fossili, i “nichi” di Leonardo, studia l’orografia dei luoghi citati dal Vinciano, l’andamento delle acque, dei fiumi e dei laghi e correda il suo contributo per la mostra del 1939 con immagini che riproducono la cartografia del Codice Atlantico e gli straordinari disegni ora nei fogli della raccolta reale di Windsor. Argomento noto al professore torinese, il disegno del territorio è oggetto degli approfondimenti di Uzielli che nei suoi quaderni di appunti schizza i “Viaggi sulle Alpi” di Leonardo localizzando le località a lui note sulle Alpi Occidentali, in Figura 2. Gli studi ottocenteschi sulla cartografia, rilevanti nella formazione dell’ingegnere civile, commentano poco i disegni leonardiani, privilegiando temi legati alla scienza idraulica, alla conformazione del suolo, alle tecniche di misura, alle strutture e considerano il Grande di Vinci un punto di separazione tra il metodo cartografico proprio dell’età antica e medievale e quello adottato nel periodo moderno, sintetizzati dall’approccio di Tolomeo e dalla riforma cartografica del XVI secolo. È Gerolamo Calvi a segnalare, nel 1909, la “Cosmographia” di Tolomeo come principale fonte di conoscenze geografiche del Vinciano che, infatti, ne conserva una copia nella sua biblioteca. Leonardo, inoltre, richiama specificatamente Tolomeo in un suo appunto, ora nel Manoscritto M, in cui sintetizza il metodo matematico per tracciare carte geografiche.



Fig. 2 – Gustavo Uzielli, Leonardo da Vinci. *Viaggi sulle Alpi*, s.d., in Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, fondo Gustavo Uzielli, striscia n. 131.

Il passaggio dagli studi di mineralogia e di geologia, o proto-geologia, alla geografia, o proto-geografia, è immediato. Quando Mario Baratta pubblica la sua proloquio al corso di Geografia della Regia Università di Pavia, tenuta il 26 febbraio 1911, sceglie di commentare *Leonardo da Vinci e la cartografia* e ipotizza il metodo di rilevamento adottato: “*Da prima disegnava le linee fondamentali della rete idrografica e fissava la posizione delle più importanti sedi umane e poscia, con fine intelletto d’artista e di scienziato compiva il disegno dell’orografia*” (Baratta, 1912); affronta quindi il problema del rilevamento, indica gli strumenti che possono essere utilizzati, spiega la tecnica di rappresentazione grafica e commenta le carte che il Grande realizza della Toscana, della regione dei laghi lombardi e delle paludi pontine, aree dove è spesso incaricato di realizzare grandiose opere di ingegneria idraulica.

L’acqua è certamente l’elemento, tra i quattro, preferito dal Vinciano che vi dedica gran parte dei suoi studi: i pensieri e i disegni restituiscono note su conche, paratoie, sezioni di canali, sbarramenti che riproducono graficamente differenti soluzioni pensate da Leonardo. Nelle pagine dei codici e dei manoscritti, nei testi, il termine “acqua” compare centinaia di volte: più di novecento opere di idraulica sono nel Codice Leicester in cui l’elemento, citato più di sessanta volte, può essere assunto, è stato scritto, come “microscopio” della natura; nel Codice Atlantico si leggono più di trecento ricorrenze e più di cinquecento sono nei manoscritti dell’Institut de France⁸. L’argomento, a lungo indagato dal Grande di Vinci, che evidenzia anche la necessità di un trattato specifico sull’acqua (il riferimento è nel Manoscritto A ora all’Institut de France), è oggetto di “Del moto e misura dell’acqua”, l’apografo composto dal domenicano Fra Luigi Maria Arconati per la biblioteca romana del cardinale Francesco Barberini, ripubblicato nel 1923 da Zanichelli a cura dell’umanista Enrico Carusi e dell’ingegnere, allievo nella scuola di ingegneria di Torino, Antonio Favaro (Figura 3) (Carusi e Favaro, 1923). Il testo può essere posto in relazione con i cosiddetti Codici H 227 inf., in cui le note di idraulica corrispondono perfettamente, e H 229 inf. conservati nella Veneranda Biblioteca Ambrosiana, datati al Seicento (Pedretti, 1962), e con il Codice Corazza, già di proprietà del bolo-



Fig. 3 – Leonardo da Vinci, *Del moto e misura dell’acqua*, a cura di Enrico Carusi, Antonio Favaro, Bologna, Zanichelli, 1923.

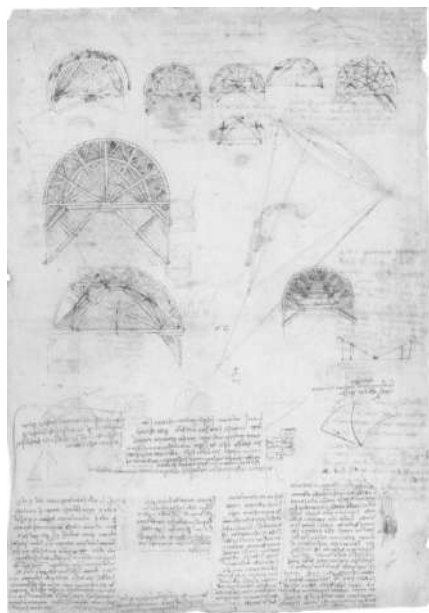


Fig. 4 – Leonardo da Vinci, *Codice Atlantico f. 537r*, ora in leonardodigitale.it, open access source, disponibile ottobre 2019.

gnese Vincenzo Corazza, ora nella Biblioteca Nazionale di Napoli (Buccaro, 2011).

Affascinato dai problemi del fare, nei suoi lunghi passi sui canali e sulle opere provvisionali, Leonardo disegna spesso gli strumenti per l'esecuzione dei lavori. I suoi fogli possono essere avvicinati alla cultura ottocentesca, come interessante suggestione, comparandoli con la manualistica dedicata all'arte di edificare. Ne è esempio il confronto tra il foglio 537r del Codice Atlantico, in Figura 4, e il modello ligneo di armatura per la costruzione di grandi archi prodotto dal laboratorio dei cavalieri Blotto e Vittorio Canepa di Torino, in Figura 5, utilizzato da Giovanni Curioni, assistente e docente di Costruzioni alla Regia Scuola di applicazione per gli ingegneri in Torino dal 1865 e poi direttore dello stesso istituto, nelle sue lezioni (Cattaneo et al, 2019b). Il modello riproduce una soluzione di centina già compresa nel repertorio iconografico della monumen-

tuale opera dedicata "all'arte di fabbricare" che lo stesso Curioni pubblica a Torino in più di vent'anni. Non-studioso di Leonardo, non-leonardista, pur attivo alla Scuola negli stessi anni in cui Uzielli è nella città piemontese e con cui intrattiene un carteggio relativo alla didattica accademica, ora nella Biblioteca Nazionale di Firenze, il docente torinese approfondisce le sue ricerche interpretando "unicamente" il progresso ottocentesco delle tecniche. Il raffronto tra i due disegni, di Leonardo e di Curioni, o tra il disegno leonardiano e il modello suggerisce, e conferma, i pensieri del Vinciano, anticipatore delle evoluzioni cui le scienze e le tecniche giungeranno più di tre secoli dopo, "genio" nel significato che il dibattito del XIX secolo attribuisce al vocabolo.

È il costante movimento del pensiero nella mente di Leonardo in cui il continuo passare da nozione teorica a risoluzione pratica è proprio del suo prevedere il metodo scientifico sperimentale, del suo essere precursore in tante scienze e in molte tecniche e del suo essere ingegnere, capace di immaginare anche il volo umano e le macchine volanti, superando la sua stessa professione di ingegnere militare e di ingegnere idraulico. Nel Manoscritto B, ora all'Institut de France, il Vinciano qualifica la figura dell'ingegnere attraverso i "Nomi d'ingegneri. Callias rodiano. Epimaco ateniese. Diogene filosofo rodiano. Calcedonio di Tracia. Febar di Tiria. Callimaco archit-



Fig. 5 – Laboratorio per la costruzione dei modelli dei cavv. Blotto e Vittorio Canepa Torino, Modello di armatura per la costruzione di grandi archi, XIX secolo (Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Collezione di modelli di costruzioni).

to, maestro di fochi” (f. 50v), elencando così competenze e saperi che qualificano, come il suo scrivere, il suo disegnare e il suo agire, la sua personale interpretazione dell’*ingenium* (Pedretti, 1978) vitruviano e poi rinascimentale.

Conclusioni

Si apre, di qui, al termine di alcune, prime, suggestioni, un lungo percorso di ricerca che, sostenuto sulla letteratura già consegnata alle stampe e soprattutto appoggiato a un’importante ricerca di archivio, si propone di esaminare e aggiornare criticamente la relazione che lega il Vinciano con la cultura dell’ingegneria, con le scienze e le tecniche impartite agli allievi ingegneri anche oltre la costituita Nazione indagando, in tante declinazioni disciplinari, il continuo passaggio dalla sperimentazione al principio generale poiché, scriveva già Cattaneo nel 1926, “*la sola esperienza può provvederci delle notizie di queste leggi [universali]*” (Cattaneo, 1926).

Bibliografia

- Baratta M. 1912. *Leonardo da Vinci e la cartografia. Prolusione al corso di Geografia letta nella R. Università di Pavia il dì XVI febbraio MCMXI*, Voghera, Officina d'Arti Grafiche.
- Bigatti G. 2000. *La città operosa. Milano nell'Ottocento*. Milano: Franco Angeli.
- Bigatti G., Canella M. (a cura di). 2008. *Il Collegio degli ingegneri e architetti di Milano. Gli archivi e la storia*. Milano: Franco Angeli.
- Buccaro A. 2011. *Leonardo da Vinci. Il Codice Corazza nella Biblioteca Nazionale di Napoli*. 2 volumi. Poggio a Caiano (Po) Napoli: CB Edizioni Grandi Opere. Edizioni Scientifiche Italiane.
- Carusi E., Favaro A. (a cura di). 1923. *Leonardo da Vinci. Del moto e misura dell'acqua*, con un saggio introduttivo di Di Teodoro F.P. Bologna: Zanichelli.
- Cattaneo C. 1862. *Sul riordimento degli studi scientifici in Italia. Lettera di Carlo Cattaneo al senatore Matteucci*. Milano: Editori del Politecnico.
- Cattaneo C. 1926. *Frammenti di filosofia naturale con l'introduzione per lettori d'oggi di Arcangelo Ghisleri*. Milano: Edizioni Risorgimento.
- Cattaneo M.V., Devoti C., Gianasso E., Gomez Serito M., Santangelo M. 2019a. *Leonardo mente politecnica*. In: *Leonardo da Vinci Disegnare il futuro*. 329-337. (a cura di Pagella E., Di Teodoro F.P., Salvi P.). Milano: Silvana Editoriale.
- Cattaneo M.V., Devoti C., Di Teodoro F.P., Gianasso E., Gomez Serito M., Santangelo M. 2019b. *Leonardo Tecnica e territorio*, catalogo della mostra. Torino: Politecnico di Torino.
- Curioni G. 1860. *Cenni storici e statistici sulla Scuola d'applicazione per gl'ingegneri fondata in Torino nell'anno 1860*. Torino: G. Candeletti.
- Di Teodoro F. 1992. Il carteggio vinciano di Gustavo Uzielli. *Achademia Leonardi Vinci*, V, 140-143.
- Di Teodoro F. 1993. Gustavo Uzielli e la "terza" Vergine delle Rocce. *Achademia Leonardi Vinci*, VI, 158-160.
- Di Teodoro F. 1997. Leonardo e le Alpi Occidentali. *Léonard de Vinci et Alpes Occidentales*. In: *Le Alpi. Storia e prospettiva di un territorio di frontiera. Les Alpes. Histoire et perspectives d'un territoire transfrontalier*. 89-95. (a cura di Comoli V., Fasoli W., Very F.). Torino: Celid.
- Ferraresi A., Visioli M. (a cura di). 2012. *Formare alle professioni. Architetti, ingegneri, artisti (secolo XV-XIX)*. Milano: Franco Angeli.
- Galluzzi P. (a cura di). 2018. *L'acqua microscopio della natura. Il Codice Leicester di Leonardo da Vinci*. Firenze: Giunti.
- Gambi L. 1972. *Una geografia per la storia*. Torino: Einaudi.
- Gianasso E. 2019a. Gustavo Uzielli (1839-1911). *Studio di Leonardo*. *Studi Piemontesi*, XLVII.2, 471-480.
- Gianasso E. 2019b. On the education of engineer in the 19th century. A note from the studies about Leonard da Vinci. *Advancements in Civil Engineering & Technology ACET*, 3.1, 1-3.
- Giorgione C. 2019. *La collezione di modelli del Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia*. In: *Leonardo da Vinci La scienza prima della scienza*. 59-89. (a cura di Giorgione C.). Roma: L'Erma di Bretschneider.
- Guarducci A. 2018. Gustavo Uzielli (1839-1911). *Geografo scienziato di temi territoriali tra Italia, Toscana e Firenze*. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, 14.1, 181-200.
- Ludwig H. 1882. *Leonardo da Vinci das Buch von der Malerei mah dem Codex vaticanus 1270 herausgegeben, übersetze und erläutert*. Wien: Wilhelm Braumüller.

- Mottana A., Doglioni C. 2013. Quintino Sella e il riordino delle facoltà di Scienze di Roma capitale. In: *Quintino Sella scienziato e statista per l'Unità d'Italia*. 291-216. Roma: Scienze e Lettere.
- Nanni R., Taddei M. (a cura di). 2003. *Amerigo Vespucci e la scoperta dell'America negli studi di Gustavo Uzielli*. Milano: Silvana Editoriale.
- Pedretti C. 1962. Copies of Leonardo's lost writings in the Ms H 227 inf of the Ambrosiana Library, Milan. *Raccolta vinciana*, XIX.62, 61-94.
- Pedretti C. 1978. *Leonardo architetto*. Milano: Electa.
- Politecnico di Torino. 1935. *Annuario del Regio Istituto Superiore di Ingegneria (Regio Politecnico) di Torino*. Torino: Società Editrice Torinese.
- Regia Scuola di applicazione per gli ingegneri in Torino. 1889. *Annuario per l'anno scolastico 1888-1889*. Torino: G. Candeletti.
- Richter J.P. 1883. *The library works of Leonardo da Vinci compiled and edited from the Original Manuscripts*. London: Low Martston Searle & Rivingston.
- Rolih M. 2001. Il fondo Gustavo Uzielli presso la Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. In: *Nello specchio del genio. Studi storici, cultura urbana e genius loci tra Otto e Novecento nel segno di Leonardo*. 30-38. (a cura di Nanni R., Romby G.C.). Firenze: Edizioni dell'Erba.
- Sacco F. 1956. Geologia e geografia vinciana. In: *Leonardo da Vinci*. 455-466. Novara: De Agostini.
- Solmi E. 1908. *Leonardo da Vinci. Frammenti letterari e filosofici. Favole allegorie pensieri paesi figure profezie facezie*. Firenze: Barbera.
- Stracca G. 1981. *Il Politecnico di Milano (1863-1914). Una scuola nella formazione della società industriale*. Milano: Electa.
- Ministero della Pubblica Istruzione. 1875. Stato del personale addetto alla Pubblica Istruzione nel Regno d'Italia al 31 dicembre 1873. *Bollettino ufficiale*, I, 25.
- Teostene [Uzielli G.]. 1895. *Ricordi in Firenze a Leonardo da Vinci e a Paolo Toscanelli*. Firenze: Stabilimento Tipografico Fiorentino
- Uzielli G. 1869. Sopra alcune osservazioni botaniche di Leonardo da Vinci. *Nuovo giornale Botanico Italiano*, I.1, 7-13.
- Uzielli G. 1872. *Ricerche intorno a Leonardo da Vinci*. Firenze: G. Pellas.
- Uzielli G. 1884. *Ricerche intorno a Leonardo da Vinci. Serie seconda*. Roma: Salviucci.
- Uzielli G. 1884. Sul modo di pubblicare le opere di Leonardo da Vinci. *Buonarroti*, III.I.10, 365-388.
- Uzielli G. 1890. Leonardo da Vinci e le Alpi. *Bollettino del Club Alpino Italiano per l'anno 1889*, XXIII.89, 81-156.
- Uzielli G. 1896. *Ricerche intorno a Leonardo da Vinci*. 2 volumi. Torino: E. Loescher.
- Uzielli G. 1904. *Materiali per servire alla sua biografia. Direttore e assistente*. Torino: Tipografia Domenicana.
- Vecce C. 2017. *La biblioteca perduta. I libri di Leonardo*. Roma: Salerno Editrice.

Note

1. pp. 18-19. L'autore auspica che gli allievi ingegneri, più che nozioni di architettura, ricavano insegnamenti che permettano loro di acquisire competenze specifiche tra cui, soprattutto, quelle utili e divenire ingegneri-agronomi, navali o minerari.

2. Solmi (1908) “... nato per pensare ..., passa per un prepotente bisogno dal concreto all’astratto, dalla pratica alla teorica, dall’arte alla scienza, portando a sviluppo quella stessa tendenza degli spiriti che, nata intorno a lui, doveva pienamente manifestarsi solo due secoli dopo”.
3. Tuttavia quando lo stesso ministro Correnti nomina una commissione con l’incarico di pubblicare codici e manoscritti di Leonardo e affida a Uzielli gli studi sul Vinciano, Uzielli rifiuta (Gianasso, 2019°).
4. Il riferimento è al *Trattato della pittura tratto da un codice della Biblioteca Vaticana e dedicato alla maestà di Luigi XVIII re di Francia e di Navarra pubblicato a Roma*, da De Romanis, nel 1817. La critica ha già più volte sottolineato l’importanza degli studi di Leonardo sulla natura avviati anche con l’obiettivo di restituire il vero sulla tela.
5. Ricerca eseguita in leonardodigitale.com (novembre 2019).
6. Milano, Veneranda Biblioteca Ambrosiana, X 311 inf., n. 259
7. Lo studio è pubblicato anche per i tipi di Checchini nel 1939 e negli *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali* l’anno successivo.
8. Ricerca eseguita in leonardodigitale.com (novembre 2019).