



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

II. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2017ko maiatzaren 10, 11 eta 12
Iruñea, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)

GIZA ZIENTZIAK ETA ARTEA

**Juanelo Turriano eta
Berpizkundeko ingeniarien
eragina eta norainokoa**

*Jokin Aginaga, Aitor Plaza,
Valeria Pérez de Ciriza eta
Jesús María Pintor*

111-118 or.
<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.ii.01.15>

ANTOLATZAILEA:



ELKARLANEAN:



LAGUNTZAILEAK:



Juanelo Turriano eta Berpizkundeko ingeniarien eragina eta norainokoa

Aginaga, Jokin eta Plaza, Aitor eta Pérez de Ciriza, Valeria eta Pintor, Jesús M^{a1}

Nafarroako Unibertsitate Publikoa. Arrosadia Kanpua z/g, 31006 Iruñea

Laburpena

Berpizkundean Ingeniaritza Mekanikoak aurrerakada handia izan zuen. Horren eredu, besteak beste, Leonardo da Vinci edo Galileo Galilei ingeniari ezagunak ditugu. Baina badira ere gaur egun hain ospetsuak ez diren ingeniariak. Hau da, hain zuzen ere, Juanelo Turrianoren kasua. Bere garaian oso ezaguna izan zen, batez ere Toledoko alkazarrera ura igotzeko eraiki zuen Artifizioarengatik. Hala ere, gaur egun bere irudia ez da oso ezaguna testuinguru akademikotik kanpo. Lan honek Juanelo Turrianoren lana eta utzitako ondare teknologiko-kulturala aztertzen ditu. Honez gain, Berpizkundeko ingeniariarik ospetsuena den Leonardo da Vincirekin konparatzen da, bata eta besteak izan zuten eta gaur duten ospearen arrazoiak aztertuz.

Hitz gakoak: Makina eta Mekanismoen Historia, Juanelo Turriano, ondare teknologikoa

Abstract

Mechanical Engineering had a meaningful progress in the Renaissance. Leonardo da Vinci and Galileo Galilei are two of the most known examples. But there was a lot of engineers that are not so renowned nowadays. One of them is Juanelo Turriano. He was very famous at his time, especially because of the hydraulic device he built in order to raise water from the Tagus to Toledo. Nevertheless, now his figure is not well-known except at academic context. This paper analyses the work of Juanelo Turriano and its technological and cultural heritage. Moreover, he is compared with the most famous mechanical engineer of the Renaissance, Leonardo da Vinci, analysing the reasons for their fame then and now.

Keywords: History of Mechanisms and Machines, Juanelo Turriano, technological heritage

1 Sarrera eta motibazioa

Berpizkundera, izen berak esaten duen moduan, XVI. eta XVII. mendeetan zabaldu zen kultura eta teknika pizkunde garaia izan zen. Beste arlo askoren artean, Ingeniaritza Mekanikoak aurrerakada ederra eman zuen, bai arkitekturaren zerbitzurako makinaren diseinuan eta baita gailu hidraulikoen alorrean ere. XIV. eta XV. mendeetan lehen aurrera pausoak eman ondoren, XVI. mendean ingeniari mekanikoen garrantzia haintzat hartzen hasia zen, honek XVII. mendean ingeniartza mekanikoaren inguruko lehen liburuen sorrera ahalbidetuz (Ceccarelli, 2008). Honen adibide esanguratsuenen artean Filippo Brunelleschi, Leonardo da Vinci edo Galileo Galilei ditugu.

Juanelo Turriano Berpizkundeko ingeniari mekanikoaren gorakadaren adibide dugu. Italiako Cremona hirian jaio arren, Espainiako Carlos I (Espainiako I.a eta Alemaniako V.a bezala ezaguna dena) eta Felipe II erregeentzat lan egin zuen. Bere lan garrantzitsuenak Juaneloren Artifizioa izenarekin ezagutzen den makina hidrauliko bat izan zen, zeinek 100 metro inguruko altuera gaindituz Tajo ibaiaren ura Toledoko alkazarrera igotzen zuen. Zoriturrez, gaurko egunera ez zaigu heldu makina honen planorik, marrazkirik, ezta erreferentzia zehatzik ere. Arrazoi honengatik, nahiz eta bere garaian eta batez ere XVII. mendean oso ospetsua izan, gaur egun Juanelo Turrianoren irudia ez da oso ezaguna.

2 Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Aipatu bezala, Berpizkundeak Ingeniaritza Mekanikoaren gorakada nabarmena suposatzen duen. Garai honetan eta Historiako beste guztietan garatutako Makina eta Mekanismoen Historiari (MMH) dagokion

garrantzia emateko, IFToMMek¹ MMHko Batzorde Iraunkorra sortu zuen 1973. urtean (Ceccarelli, 2004). Batzorde honen bitartez, MMHren ikerketa sustatzen hasi ziren eta honen islada 2000 urtean jaiotako *International Symposium on History of Mechanisms and Machines* izeneko kongresua da, lau urtetan behin ospatzen dena. Ingeniaritza Mekanikoaren arloko beste kongresu askotan ere MMHk sekzio bat dauka eta *Mechanism and Machine Theory* aldizkari entzutetsuan ere ohikoak dira MMHren inguruko artikulak. Honela, MMHren arloak zeresana ematen ari du azken hamarkadetan eta haren lekuko unibertsitate askotan egin diren mekanismo historikoen berreraikuntza birtual (Yan eta Hsiao, 2007; Villar-Ribera *et al.*, 2011) edo errealak (Aginaga García *et al.*, 2016; López García *et al.*, 2004) ditugu.

Lan honen bitartez, aipaturiko testuinguruan bultzada bat eman nahi zaio MMHri Juanelo Turriano-ren jarduera ezagutzera emanez eta bere lanen garrantzia azpimarratuz. Bestetik, garai bateko ingeniariak gaur egun ezagunak izateko baldintzak aztertuko dira, Juanelo Turriano eta Leonardo da Vinciren lanak eta gizarteak haiengan duen ezagupenak alderatuz.

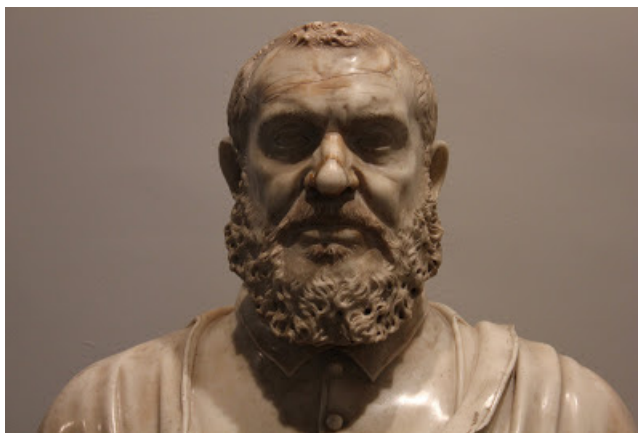
3 Ikerketaren muina

3.1 Juaneloren inguruko ohar bibliografikoak

Janello, Gianello, Lionello edo Giovanni –argi ez baitago bere jaiotze izena– Torriani Italiako Cremona hirian jaio zen familia apal baten baitan. Data zehatza ezaguntzen ez dugun arren, 1500. urtearen inguruan sortu zela uste da. Gazte zelarik astrologia, geometria eta aritmetika ikasi zituen eta hezkuntza berezia jaso zuen Paviako Unibertsitatean irakasle gisa aritzen zen Giorgio Fondulo medikuaren eskutik.

1530 urtean Carlos V enperadore koroatu zutenena Milango gobernadoreak erloju astronomiko bat oparitu zion, mende bat lehenago Giovanni di Dondik egindakoa, zaharkitzearen ondorioz funtzionatzen ez zuena. Enperadoreak konpondua izan zedin nahi zuen, baina inor ez zen gai izan, Juanelo topatu zuten arte. Juanelok erlojua konpondu zuen eta horrek Gortearen mirespena ekarri zion. Honela, Carlos V-rentzat lan egiten hasi zen, harentzako hainbat asmakizun eta gailu sortuz, erloju eta automatikak bereziki. 1558. urtean, Carlos V.a hil ondoren, bere oinordeko Felipe II.aren zerbitzuan lan egitera gonbidatu zuten eta honek Matematikari Nagusi izendatu zuen (Bermejo *et al.*, 2005). Garai horretan erlojugile lanak utzi eta batez ere ingeniarietza hidrauliko zein zibilean lan egin zuen batez ere, Colmenarreko kanalean eta Escorialeko obran lan egiten, besteak beste. Aldaketa hau Juaneloren gaitasun eta jakituria tekniko handiaren isladatzat har daiteke, lan-arloa bere nagusien desioetara egokitzeko gai izan baitzen (Zanetti, 2015). Halaber, ospe handia eman zion Felipe II.aren zerbitzuan eraikitako Artifizioak, Tajo ibaiko ura Toledoko alkazarrera igotzen zuena.

1 Irudia: Juanelo Turrianoen bustoa, Toledoko Santa Cruz Museoa



¹<http://iftomm.net/> International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science

3.2 Juaneloren Artifizioa

XVI. mendearen hasieran astoak erabiltzen zituzten Toledoko alkazarrera ura igotzeko, baina modu horretan ez omen zen ur kopuru nahikoa heltzen. Hiriak Tajo ibaiaren ondoan egon arren, ia 100 metroko altuera gainditu beharra zegoen alkazarreraino iristeko. 1526. urtean, ura igotzeko helburuarekin, garaiko ingeniari alemaniar ospetsuenetariko batzuek zenbait ponpa instalatu zituzten, haien hoditeriekin. Baina gainditu beharreko garaiera hain zen handia non ponpek eta hodiekin ezin izan baitzuten sortutako presio handia jasan. Urte batzuk beranduago, 1562. urtean hain zuzen ere, Juan de Coten eta Maestre Jorgek beste saiakera batzuk egin zituzten, baina honakoetan ere helburua lortu gabe. Halere, ez dago argi euren lana proiektu hutsa izan ote zen edota saiakera esperimentalak egin ote zituzten (Escosura y Morrughi, 1888).

Orokorrean, aurreko saiakerek zeukaten arazoa ponpek jasan beharreko presio altuak ziren, garai hartako teknologiarako jasangaitzak baitziren. Juanelok asmatutako mekanismoak aldiz, ura hodiekin bideratu ordez, oszilatzen zuten kanal batzuen bitartez funtzionatzen zuten, ura presio atmosferikoan igotzea ahalbidetuz.

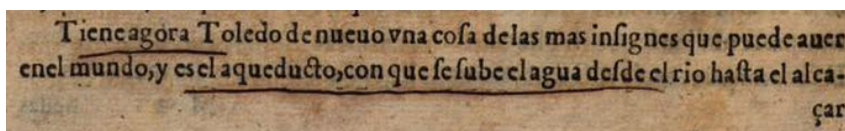
1565eko apirilaren 18an, Artifizioa eraikitzeke kontratuaren eskritura egin zen, zeinetan Juanelok egunero 12.000 litro ur inguru igotzeko konpromezua hartzen zuen. Proiektuaren gastuak Juanelok berak aurreratu behar zituen eta ez Erregeak ezta Hiriak ere ez zuten dirurik ordaintzeko konpromezurik hartuko kontratuak ezarritako baldintzak bete arte; Juaneloren Artifizioak helburua lortuz gero, obra osatzeko lanak eta 8.000 dukat ordainduko zitzaizkion. Behin artifizioa bukatuta, Toledoko Hiriak Juanelo eta bere ondorengoei urtean 1.900 dukateko errenta ordainduko zioten, Artifizioaren mantentze-lan eta konponketak Juaneloren ardura izango zirelarik (Jufre García, 2008).

Lau urte beranduago, 1569an, Juaneloren makina martxan zegoen eta, Artifizioak igotako ur kantidadea neurtuta, adostutakoa baino % 50 handiagoa zela ikusi zuten. Hala ere, Toledoko Hiriak ez zion ordaindu adostutako dirua. Oraindik gordetzen dira Juanelok Toledoko hiriari zuzendutako idatziak, zeintzutan makinaren funtzionamendu egokia onartzea aldarrikatzen zuten adostutako ordainketa eskatuz. Arazoa honakoa zen: nahiz eta Artifizioak ongi funtzionatu, igotako urak ez zituen Toledo hiria beharrik asetzen, alkazarrean obratan omen baitzeuden eta heldutako ur guztia erabiltzen omen zutelako. Erregearen esku-hartzearen ondoren, Toledoko Hiriak eta Juanelok beste Artifizio bat eraikitzea adostu zuten. Artifizio zaharrak igotako ura alkazarrean geratuko zen eta berriak igotakoa Juanelok Hiriari salduko zion. Mekanismoa eraikitzeke gastuak Erregea eta Toledoko Hiriaren artean finantziatu zituzten. Hala ere, aurretik gertatutakoa errepikatu zen: bi makinek igotako ura alkazarrean geratzen zen eta ez zegoen hiriari saltzeko ur nahikorik eta, gauzak horrela, oraingoan ere Juanelo ezer jaso gabe geratu zen. Ordurako Juanelo gizon zaharra zen eta zorrak itota zegoen. Bere azken ahaleginean Erregeari gutun bat idatzi zion bere alaba eta bilobak babesteko eskatuz, eta honek haientzako pentsio bat egokitu zuen.

Juaneloren heriotzaren ondoren, Artifizioak urte askotan funtzionamenduan jarraitu zuen, Juaneloren senideek mantentze-lanak egiten zituztelarik. Hildakoan, ordea, inor ez zen mantentze-lanez arduratu eta, 1617. urte aldera, mekanismoak funtzionatzeari utzi zion.

Artifizioak miresmen handia sortu zuen eta jendea harrituta geratzen omen zen bere funtzionamendua ikusita. Garai hartan Europar zegoen makinarik nabarmenena zen, eta jendea makina ikustera hurbiltzen zen Toledora, Austriako don Juan besteak beste. Ambrosio de Morales, garaiko bidaiari eta kronikariak, munduko gauzarik entzutetsuena bezala deskribatu zuen (2 irudia) bere liburu batean (Morales, 1577):

2 Irudia: Ambrosio de Moralesek idatzitakoa



Artifizioaren funtzionamenduari dagokionez, oso informazio gutxi dago eta zaila da jakitea benetan nola funtzionatzen zuen. Gure garaira heldu diren deskribapenak gehienetan testu hutsa dira eta ez dago makinaren funtzionamendua azaltzen duen irudi edo marrazki adierazgarriarik. Hala ere, Greco pintorearen *Toledoko ikuspegia* izeneko koadroan Artifizioa ikus daiteke, Tajo ibaitik hiriaren goiko aldera igotzen dena (3 irudia).

3 Irudia: Grecoren *Toledoko ikuspegia* koadroa



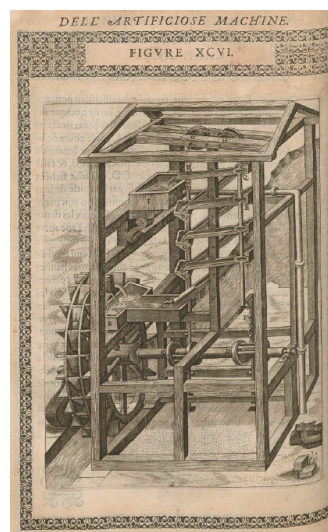
Aurretik aipatutako deskribapenetan oinarrituta, Luis de Escosurak lehenbizi (1888. urtean) eta Ladislao Retik beranduago (1967. urtean) Augusto Ramellik idatzitako *Le diverse et artificiose machine* (Ramelli, 1588) liburuko irudiekin identifikatu zuten Juaneloren Artifizioa. Biek aukeratutako irudia, ordea, ez da bera. Escosurak 4a irudian agertzen den makinarekin lotu zuen eta Retik, aldiz, 4b irudia-rekin.

4 Irudia: Ramelliren liburuaren XCV. eta XCVI. irudiak (Ramelli, 1588)

(a)



(b)



Nahiz eta Retik egindako proposamenak onarmen handia daukan eta zabalduena den bai kultura munduan eta baita teknologikoan ere, duela gutxi Francesc Xavier Jufrek beste proposamen bat egin du, aurreko ereduan baliotasuna zalantzan jarritz (Jufre García, 2008). Juaneloren makinaren diseinua bata edo bestea izanda, aipatzekoa da proposamen guztiek zerbait daukatela amankomunean: egindako makinak ura igotzen zuen Tajo ibaiaren korranteak eraginda, hau da, bere energia iturria berriztagarria zen.

Lan honen helburuen artean ez dago aipatutako proposamen edo ereduen artean zein den benetako Ar-

tifizioari dagokiona argitzea, ikerlari askok lan handia egin baitute norabide horretan adostasun batetara heldu gabe. Aitzitik, Juaneloren lana balioan jartzea dugu helburu. Horretarako, ondorengo sekzioetan Juaneloren beste lan batzuen azterketa egingo da eta bere garaian izan zuen ospea nabarmenduko da, gaur egun daukanarekin konparatuz. Azkenik, bere lana egungo ikuspuntutik Berpizkundeko ingeniari entzutetsuena denarekin konparatuko da, Leonardo da Vincirekin hain zuzen ere, bata eta bestearen ospearen arrazoiak azalduz.

3.3 Juaneloren ospea bere garaian eta gaur egun

Orain arte ikusitakoaren arabera, argi dago Juanelo bere garaiko ingeniarririk nabarmenetakoa izan zela. Carlos V Enperadorearen zerbitzuan, garaiko ordulari astronomiko konplexuena eraiki zuen, beste gauza askoren artean. Bere Artifizioa ere munduko gauzarik miresgarrienetakoa zen eta Europako herrialde desberdinetako jendea Toledora hurbiltzen zen makina ikustera.

Hain zen handia Juanelo eta bere Artifizioaren ospea, XVII. mendean egindako makina hidraulikoak *Juaneloren artifizio* izendatzen zituztela (García Tapia, 1997). Hala uler daiteke *Los 21 libros de los ingenios y máquinas de Juanelo* liburuaren izenburua. Manuskritoa XVI. mendearen bukaeran idatzi zen Felipe II.aren aginduz, baina XVII. mendean 5 liburukitan banatu zen eta bakoitzari azala jarri zitzaion, haietako batzuetan Juaneloren izena azalduz. Urte askotan zehar pentsatu izan zen Juanelok idatzitako liburua zela, baina gaur egun argi dago ez zela horrela izan eta Pedro Juan de Lastanosa izan zela onar daiteke (García Tapia, 1997).

5 Irudia: XVI. mendeko *Los 21 libros de los ingenios y máquinas de Juanelo* liburuaren azala



Gregorio XIII Aita Sainduak ere Juaneloren jakituria aprobetxatu zuen egutegi gregoriarra martxan jartzeko (Fernández Collado, 1989). 1578. eta 1579. urteen artean, Juanelok eraikitako tresna batzuen bitartez demostratu zen beharrezkoa zela urriari 10 egun kentzea egutegi juliarretik gaur egun erabiltzen den egutegi gregoriarra pasatzeko. Hala gertatu zen 1582. urtean, zeinetan urriaren 4tik urriaren 15era pasatu ziren.

Juaneloren ospe handiaren egiaztapena literaturan ere aurkitu dezakegu. Urrezko Mendeko idazle ospetsuenen idatzietan bere pertsona eta Artifizioa aipatzen dira, Cervantes, Quevedo, Góngora edo Lope de Vega besteak beste. (Sánchez Mayendía, 1958) erreferentzian aipamen guzti hauen inguruko hausnarketa sakon bat egiten da eta, beste askoren artean, 6 irudian agertzen diren testuak agertzen dira.

Aipatu beharra dago ere Calderón de la Barcaren testuan, 6c irudian, *Juaneloren arraultza* aipatzen dela. Esamolde horren esanahia testuak berak azaltzen du, zailtzat hartzen diren gauzak behin haien funtsa ezagututa errazak diruditela. Esanahi honekin agertzen dira gaur egun RAEren gatzelaniazko hiztegian *huevo de Colón* edo *huevo de Juanelo* esamoldeak.

6 Irudia: Urrezko Mendeko idazleek Juanoleri egindako aipamen batzuk (Sánchez Mayendía, 1958)

(a) Lope de Vega	(b) Góngora	(c) Calderón de la Barca	(d) Quevedo
<i>Veré Valencia que es bella, Y desde allí iré a Madrid, Pasaré a Valladolid Que ya está la Corte en ella. En Salamanca veremos Amigos con quién oí La gramática, y de allí A Toledo volveremos. Veré la Iglesia mayor, De Juanelo el artificio.</i>	<i>No al Tajo fué tan violento Ese insigne cremonés, (Que cazos le dió por piés Para buscar su elemento, Y para que, tributario, Pague al Alcázar Real Sus reales de cristal En bolsas de mármol Pario)</i>	<i>¡Ahora sabes Lo del huevo de Juanelo, Que los ingenios más grandes Trabajaron en hacer; Que en un bufete de jaspe Se tuviera en pie, y Juanelo Con solo llegar y darle Un golpecillo, le tuvo? Las grandes dificultades Hasta saberse lo son; Que sabido, todo es fácil.</i>	<i>Vi el artificio espetera, Pues con tantos casos pudo Meer el agua Juanelo, Como si fueran columpios: Flamenco dicen que fué, Y sorbedor de lo puro: Muy mal con el agua estaba Que en tal trabajo la puso.</i>

3.4 Juanelo eta Leonardoren arteko konparaketa

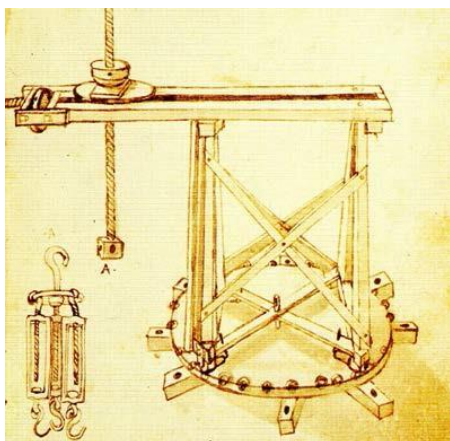
Ikusitakoaren arabera, argi dago Juanelok ospe handia izan zuela XVI. eta XVII. mendeetan. Nahiz eta bere garaian oso famatua izan, Juaneloren ospea gutxinaka-gutxinaka galduz joan zen bere asmakizunekin batera. Honela, gaur egun bere izena ez da hain ezaguna, testuinguru akademiko espezializatueta ezik. Zergatik ote?

Azter dezagun, lehenbizi, garaikidetzat har daitekeen Leonardo da Vincik daukan ospea eta bere lana, biak ingeniariaren ikuspuntutik. Kontuan izan behar da, hala ere, bai Leonardo eta baita garaiko beste ingeniari asko ere, ingeniari izateaz gain artista izaera ere bazutela, pintore, eskultore edo arkitektoak zirelarik. Honek, Juaneloren kasuan ez bezala, bere lanen onarmen eta hedapena zabaltzea erraztu zuen. Esate baterako, Leonardo agertzen da, beste askoren artean, bere garaian arrakasta handia izan zuen Giorgio Vasariren *Le vite de' più eccellenti pintori, scultori ed architetti* liburuan (Vasari, 1550).

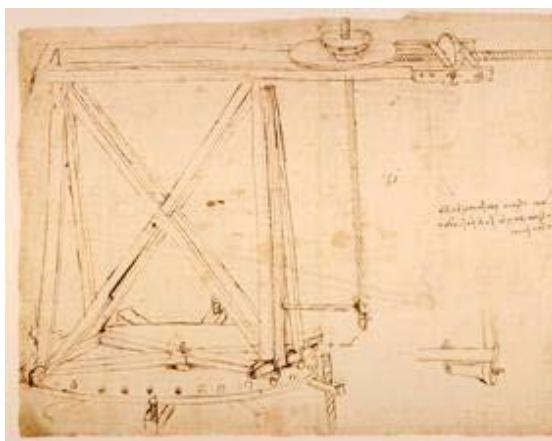
Leonardo da Vincik ospe handia hartu zuen ingeniari gisa XX. mendean, batez ere 1967. urtean Madrilen agertu ziren *codiceei* esker. Honen ondorioz, gero eta ospe handiagoa hartu zuen eta duela gutxi arte bere garaitik kanpo jaio eta inork ulertu ezin zuen genio bat izan zela ematen zuen. Ikerketa berriek, ordea, Bepizkundean sortutako ingeniari mekanikoetako bat dela diote, ingeniari nabarmena baina inondik inora ez bakarria (Ceccarelli, 2016). Honela, beste ingeniari batzuen marrazkiekin konparatuta ikus daiteke bere marrazkietako batzuk ez direla berak asmatutako makinak, baizik eta garai hartan erabiltzen ziren makinaren deskribapenak. 7 irudian, adibidez, ikus daiteke bere marrazkietako bat Francesco di Giorgok egindako beste batekin alderatuta, eta konparaketa eginez makina bera direla onar daiteke, di Giorgioren hamarkada batzuk lehenagokoa delarik.

7 Irudia: Garabi baten diseinua (Ceccarelli, 2016)

(a) Francesco di Giorgioren marrazkia



(b) Leonardo da Vinciren marrazkia



Honek ez du esan nahi Leonardoren lana gutxietsi behar denik, esan dugun moduan oso ingeniari nabarmena izan zen eta bere ekarpenen artean ez daude bakarrik makina eta mekanismo asko, baizik eta baita ere makinaren zati edo elementuen lehenengo sailkapena (Ceccarelli, 2016). Hala ere, gogoeta bat egin

daiteke haren handitasunaren inguruan gaur egun daukan ospearen arrazoia azaltzeko. Hain zuzen ere, bere marrazki gehienek kontserbazioan aurkitu dezakegu gaur egun duen ospearen giltza. Hil aurretik, Francesco di Melziri bere dokumentu eta marrazki guztiak pasatu zituen, honek urte batzuek zabaldu gabe gorde zituelarik. Bere semea, ordea, ez zen hain arduratsua izan eta materiala sakabanatzen hasi zen (Cianchi, 2006). Urte batzuk beranduago, Pompeo Leonik ahal izan zituen guztiak bildu eta berriaz osatu zituen, ordurako dokumentu historikoen balioa zutelarik.

Juaneloren kasuan ez zen horrelakorik gertatu. Bere asmakizunik ezagunena Toledoko Artifizioa da eta ez da gure garaira haren irudi edo marrazkirik heldu. Kontuan izanda bere lanarengatik ez zuela kobratu, ulertzekoa da bere makinaren funtzionamendua deskribatzen zuen irudi edo apunterik ez aurkitzea; makinaren funtsa azaltzen zuen dokumentuen hedatzeak beste batzuek antzeko makinak eraikitzeke aukera ireki zezakeen, honela dirua jasotzeko probabilitateak murriztuz. Arrazoi honengatik Juanelok bere asmakizuna izkutatzen saiatu zen, mekanismoa inguratzen zuten eraikinak eginez bere funtzionamendua inork ikusi ez zezan. Hala ikus daiteke Grecok egindako koadroan (3 irudia). Testuinguru hau aztertuta, ulergarritzat har daiteke Artifizioaren irudirik gure garaira ez heltzea.

Leonardo eta Juaneloren arteko konparaketarekin jarraituz, aipatu beharra dago ingeniartza mekanikoan askotan gertatzen dena: paperean edo teorikoki egindako kalkuluetatik benetako makina bat eraikitzea oraindik gaitasun handiak daudela alegia. Horregatik, ohikoa da prototipoak sortzea eredu teorikoaren egiaztapena egiteko. Zentzu honetan, Leonardoren ospea ez datorkio sortu edo eraikitako makinengatik, baizik eta diseinatutako mekanismoen marrazkiengatik. Juaneloren kasuan, ordea, bere garaian miresmena sortu zuen lehen ekintzatik hasita, di Dondiren erlojuaren konponketa hain zuzen ere, egindako diseinuak beti errealitatean sortu edo aplikatu beharreko makinak izan ziren. Ondorioz, bere lan gehienak edo ezagunenak benetan eraikitako makinak edo, egutegi gregoriarraren kasuan, aplikatu beharreko kalkuloak izan zirela azpimarratu beharra dago.

Hau guztia kontuan hartuta, pentsa daiteke Juanelo bere garaiko beste ingeniari batzuk bezain nabarmena izan zela, bere lanek eragin handia izan baitzuten. Hortaz, bere irudia eta bere lana balioan jarri beharra dago. Norabide honetan, 1987. urtean ingeniartzaren historia aztertu eta promozionatzeko helburuarekin sortutako entitate batek Juanelo Turriano Fundazioa² izena hartu zuen. Nahiz eta bere helburua orokorra izan, bere izena hartuta Juanelori buruzko informazioa bildu eta edozeinentzako eskuragarri jarri zuten interneten.

Juaneloren jaioterri den Cremona hirian ere bere irudia ezagutzera emateko lanean dabilta. 2016. urtearen bukaeran eta 2017aren hasieran, Juaneloren inguruko jardunaldi batzuk izan dira Cremonan. Honelako ekimenak beharrezkoak dira Juaneloren lana eta norainokoa jendeari ezagutzera emateko.

4 Ondorioak

Berpizkundetik heldu zaigun ondare teknologikoa balioan jarri beharra dago. Juanelo Turriano dugu horren islada. Beste batzuek lortu ez zituzten erronkei aurre egin eta aurrera atera zituen. Horren adibide esanguratsuena Juaneloren Artifizioa dugu, zeinek ura Toledo hirira igotzea lortu zuen beste ingeniari batzuen saiakerek huts egin ondoren.

Nahiz eta XVI. eta XVII. mendeetan miresmena sortu, gaur egungo gizartearentzat ezezaguna da. Ondorioz, beharrezkoa da bere jarduerak izan zuen garrantzia haintzat hartzea eta bere izena Berpizkundeko ingeniari handien artean jartzea. Orokorrean, gaur egun entzutetsu izatearen arrazoiak ez daude bakarrik egindako lanean oinarritua, baizik eta lan hori gure garaira heldu den moduan ere. Zentzu honetan, Juanelo eta Leonardo da Vinciren ingeniari lanak konparatu dira eta bien lanen inguruan heldu zaigun informazioa zeharo desberdina da hala kantitate nola kalitate aldetik: Leonardoren idatzi eta marrazkiak ongi kontserbatu dira baina Juaneloren lanari erreferentzia egiten dioten dokumentuak gutxi dira. Hala ere, agerian geratu da Juanelok ingeniari gisa izan zuen eragina ezin dela gutxietsi Leonardok izan zuenarekin alderatuz, bere lanek garai hartako arazoak konpontzen zituztelako eta bere diseinuak benetan eraikitako makinak baitziren.

²<http://www.juaneloturriano.com/>

5 Etorkizunerako planteatzeko den norabidea

Egindako ikerketak Juanelo Turriaren jardura eta ondarea zabaltzeko balio du. Historiaren azterketa ikuspuntu teknologiko batetik ikusita oraindik ez dago goi mailako ikerketa bezala onartuta. Ikerketa mota honi balioa emateko, garai bateko ingeniariaren ezagutzan lanean jarraitu behar da. Juaneloren kasuan, bere garaian izan zuen ospea berreskuratu beharra dago, bai testuinguru teknikoan eta baita testuinguru ez espezializatuetan ere.

Erreferentziak

- AGINAGA GARCÍA, J., V. PÉREZ DE CIRIZA GÁRRIZ, A. PLAZA PUÉRTOLAS, eta J.M. PINTOR BOROBIA. 2016. Nuevas Tecnologías aplicadas a la difusión de Mecanismos Históricos: Impresión 3D del Artificio de Juanelo Turriano. In *XXI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica*, 436–443.
- BERMEJO, M., L. GONZÁLEZ, M.J. DEL RÍO, eta J. MARTÍNEZ. 2005. Reconstrucción virtual del Artificio de Juanelo Turriano para elevar agua del río Tajo a Toledo. In *XVIIth Ingegraf International Congress*.
- CECCARELLI, MARCO. 2004. On the IFToMM Permanent Commission for History of MMS. In *Proceedings of the International Symposium on History of Machines and Mechanisms*, 11–26.
- . 2008. Renaissance of machines in Italy: From Brunelleschi to Galilei through Francesco di Giorgio and Leonardo. *Mechanism and Machine Theory* 43.1530–1542.
- . 2016. Contributions of Leonardo da Vinci in Mechanisms Design. In *XXI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica*, 456–466.
- CIANCHI, MARCO, 2006. Las Máquinas de Leonardo da Vinci.
- ESCOSURA Y MORRUGHI, LUIS, 1888. El artificio de Juanelo y el puente de Julio César.
- FERNÁNDEZ COLLADO, A. 1989. Juanelo Turriano y la aportación española a la reforma del calendario gregoriano. *Toletum: boletín de la Real Academia de Bellas Artes y Ciencias Históricas de Toledo* 23.151–159.
- GARCÍA TAPIA, NICOLÁS, 1997. Los veintidós libros de los ingenios y máquinas de Juanelo, atribuidos a Pedro Juan de Lastanosa.
- JUFRE GARCÍA, FRANCESC XAVIER, 2008. El artificio de Juanelo Turriano para elevar agua al Alcázar de Toledo (s. XVI). Modelo con las escaleras de Valturio.
- LÓPEZ GARCÍA, R., A.J. CAÑABATE LÓPEZ, R. DORADO VICENTE, eta G. MEDINA SÁNCHEZ. 2004. Estudio histórico-tecnológico del carro que apunta al sur. In *XXI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica*, 412–419.
- MORALES, AMBROSIO DE, 1577. Los otros dos libros vndecimo y duodecimo de la Coronica general de España.
- RAMELLI, AGOSTINO, 1588. Le diverse et artificiose machine del capitano Agostino Ramelli.
- SÁNCHEZ MAYENDÍA, J.C. 1958. El artificio de Juanelo en la literatura española. *Cuadernos Hispanoamericanos* 103.73–93.
- VASARI, GIORGIO, 1550. Le vite de' più eccellenti pintori, scultori ed architetti.
- VILLAR-RIBERA, R., F. HERNÁNDEZ-ABAD, J.I. ROJAS-SOLA, eta D. HERNÁNDEZ-DÍAZ. 2011. Agustín de Betancourt's telegraph: Study and virtual reconstruction. *Mechanism and Machine Theory* 46.820–830.
- YAN, H-S., eta K-H. HSIAO. 2007. Reconstruction design of the lost seismoscope of ancient China. *Mechanism and Machine Theory* 42.1601–1617.
- ZANETTI, CRISTIANO, 2015. Juanelo Turriano, de Cremona a la Corte.