



In this paper is presented and discussed the hypothesis of a particular form of intelligence, in the context of the theories on the multiple intelligences: the “graphic intelligence”, intended as the capacity to use the drawing skills and, more generally, the ability to integrate the use of eye, mind and hand to solve problems and to create effective products aimed to acquiring new knowledge. Indeed, the recent research from the cognitive sciences suggests the existence of meaningful relationship between graphic representation and cognitive development that could support the idea of a graphic intelligence autonomous from other forms of intelligence which have until now been considered capable of describing and comprehend this type of human intellectual competence. Thus, the graphic intelligence could be equally confronted with the most common linguistic and logical–mathematical intelligences, on which nowadays school tends to focus, and it could complete and enrich the already investigated visual and spatial intelligences. Thinking of the graphic skills as form of intelligence obliges to turn the attention not on the product but on the “cognitive process” that led to the elaboration of that product. This means a change of perspective able to suggest new approaches to teaching at all levels and in all the fields of education.

Keywords: cognitive processes, drawing, images.

Image as product vs image as process

In our culture and in our educative system the concept of graphic representation is mostly linked to the idea of artistic making to which is attributed a quality mainly – if not exclusively – from the aesthetically point of view; that is referred to its ability to represent and make recognisable a subject. Instead, the quality referred to different processes, as those cognitive, is mostly recognized in the field of design education, and it is based on an idea of drawing intended as exploratory process. These are, of course, two different and almost antithetical conceptions of image widespread in our culture: the image as representation and the image as cognitive and knowledge process, the first of which largely predominant on the second. Theories, techniques, graphic and artistic methods should not to be considered solely functional to the production of images representing the reality, but it should be seen also – and mainly – as tools for the strengthening of thought. Indeed, images worth not only as product, that is as the final result of a graphic elaboration, but also as expression of the “cognitive processes” made possible by

and in the act of the production that image. This different value of the image as “tool for thought strengthening” does not belong only to the design disciplines but is actually the basis of more general scientific thought. The study of the role of the visual skills in the rise of modern science shows that the aesthetic dimension of image is not the main issue for scientists who produced them. Indeed, historians of science assign to image and to graphic representation a key role in the scientific progress, considering them as fundamental factors in the rise of modern science (Baldasso, 2006). As the history of science explains, graphics representations have been, and still are, fundamental for the achievement and the formulation of discoveries because they are essential to define the characteristics of the phenomena observed in nature or often only intuited. One paradigmatic example can be found in the *Sidereus Nuncius*, published in 1610 by Galileo Galilei; a short treatise on astronomy on observations and discoveries destined to revolutionise not only the entire cosmology but also the method of scientific research and of dissemination and communication of the re-

In questo articolo viene presentata e discussa l’ipotesi di una particolare forma di intelligenza, nel contesto delle teorie sulle intelligenze multiple: la “intelligenza grafica”, intesa come la capacità di utilizzare le abilità grafiche e più in generale la capacità di integrare l’uso di occhio, mente e mano, per risolvere problemi e creare prodotti efficaci finalizzati all’acquisizione di nuova conoscenza. Le più recenti ricerche provenienti dalle scienze cognitive suggeriscono, infatti, l’esistenza di importanti relazioni tra rappresentazione grafica e sviluppo cognitivo che potrebbero sostenere l’idea di un’intelligenza grafica autonoma dalle altre forme di intelligenza che sinora sono state considerate capaci di descrivere e contenere questo particolare tipo di competenza intellettuale umana. L’intelligenza grafica andrebbe così a confrontarsi in maniera paritetica con le più conosciute intelligenze linguistiche e logico–matematiche su cui la scuola oggi tende a focalizzarsi e a completare e arricchire le già indagate intelligenze visive e spaziali. Pensare alle competenze grafiche come a una forma di intelligenza obbliga a rivolgere l’attenzione non solo sul prodotto grafico ma sul “processo cognitivo” che ha portato all’elaborazione di quel prodotto. Un cambiamento di prospettiva, questo, capace di suggerire nuovi approcci alla didattica a tutti i livelli e in tutti i campi dell’istruzione.

Parole chiave: disegno, immagini, processi cognitivi.

Immagine come prodotto vs immagine come processo

Nella nostra cultura e nei nostri sistemi formativi il concetto di produzione grafica è per lo più legato ad un’idea di produzione artistica cui si riconosce una qualità di tipo prevalentemente – se non esclusivamente – estetico, legata cioè alla sua capacità di rappresentare e rendere riconoscibile un soggetto. La qualità della produzione grafica legata a processi differenti, come quelli di tipo cognitivo, è invece nota e relegata ai soli settori della formazione in ambito progettuale, e si fonda su un concetto di disegno inteso come processo conoscitivo ed esplorativo. Si tratta, evidentemente, di due differenti e quasi antitetiche concezioni di immagine diffuse nella nostra cultura: l’immagine come raffigurazione e l’immagine come processo cognitivo e conoscitivo; di cui la prima largamente predominante sulla seconda. Le teorie, le tecniche e i metodi grafici e artistici non dovrebbero essere considerati esclusivamente funzionali alla produzione di immagini raffigurative della realtà, ma dovrebbero essere visti anche e soprattutto come strumenti di produzione di

immagini funzionali al pensiero e al ragionamento. L’immagine può, infatti, avere un valore non solo in quanto prodotto, cioè esito finale di un’elaborazione grafica, ma anche in quanto espressione di un “processo cognitivo” reso possibile proprio dalla e nella produzione di quell’immagine. Questo valore differenziale dell’immagine come “strumento del pensiero” non appartiene soltanto alle discipline progettuali ma sta in realtà alla base del più generale pensiero scientifico. Lo studio del ruolo della dimensione visiva nella nascita della scienza moderna dimostra come l’immagine possa essere centrale e rilevante a prescindere dalla sua dimensione strettamente estetica, che rimane invece secondaria agli occhi di chi quelle immagini ha prodotto. Gli storici della scienza riconoscono infatti da sempre all’immagine e alla rappresentazione visiva un ruolo fondamentale nel progresso scientifico, considerandole una categoria fondamentale per la nascita della scienza moderna (Baldasso, 2006). Come la storia delle scienze dimostra, i materiali grafici e visivi sono stati e sono ancora

search results. The images printed in this book are generally considered as the precursors of infographics. However, they are appreciated more for their aesthetic quality than for those cognitive whose understanding needs to consider the historical and scientific context. Galileo was not the first scientist to observe the phenomena that would have then allowed him to formulate his revolutionary theories. As written by Renzo Baldasso, a few weeks before him – the sources speak of two and a half lunar cycles – another scientist, Thomas Harriot, had preceded him (Bredekamp, 2001). The two scientists observed the same phenomena with different instruments. Both were able to formulate an interpretation of what was observed, and both used the graphic representation as tool of visualisation, understanding and communication of the observed phenomena. However, it is evident a profound difference between their capacity of using techniques, tools and methods of graphic representation as tools of thought. The Harriot representations show the moon as a lighted ball whose boundary between light and shadow is irregular but not able to represent the actual shape of the Moon's surface (fig. 1). In contrast, Galileo draws a pattern of lights and shadows corresponding to quite pronounced irregularities in the lunar surface structure (fig. 2). Therefore, Galileo grasps and transmits something that Harriot was not able to visualise. Actually, for Galileo that problem was not new at all. Indeed, many years before in Florence, Galileo had learned the theory of secondary light for which the effects of light are reflected less intensely on other surfaces. Then, perhaps it is not an insignificant detail that Galileo was taught, around the 1585, by Ostilio Ricci, the mathematician of the Medici court which then also became teacher at the *Accademia del Disegno* in Florence, in the home of the artist and engineer Bernardo Buontalenti, to which Galileo was later admitted (Bredekamp, 2001). Viviani gives evidence of the talent of Galileo for the art of drawing and writes that at that time his aspirations were precisely the ones to make painting his profession (Viviani, 1890–1909). Then, these abilities are fully expressed right in *Sidereus Nuncius*, where the graphic

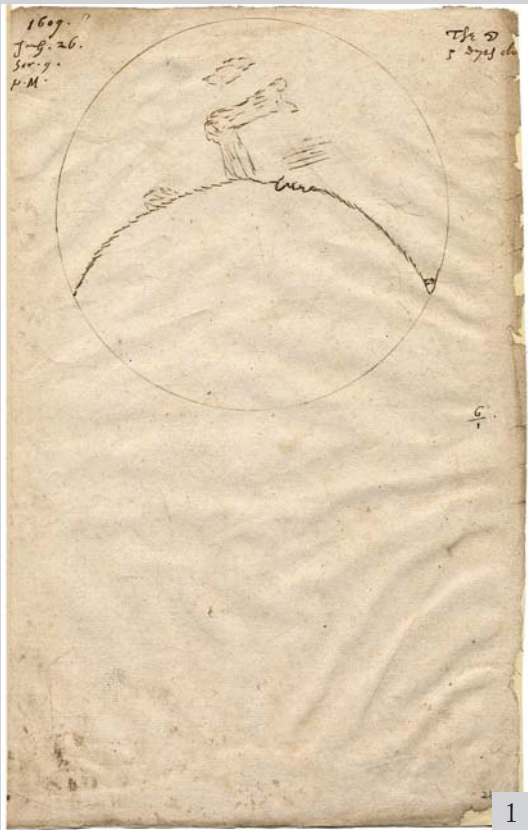


Figure 1
Drawing of the moon,
Thomas Harriot, 1609.
*West Sussex Record Office
Online Catalogue*. West
Sussex County Council.
[visited December 21, 2016].
Available by: <http://www.westsussexpast.org.uk>.

representations drew by Galileo show not only an high precision but also a mastery of techniques that allowed him to render the plasticity of the lunar surface. This ability to read and represent lights and shadows was fundamental to the interpretation of the heights and depths of the lunar surface (Edgerton, 1984). The education in science and mathematic was in that time a key part of artist training. The Ostilio Ricci class not only were about the perspective, but also the fundamentals of geometry. As evidenced by Bredekamp, the Galileo ability to calculate and visualise the configuration of the lunar surface can be connected to the lessons in the scientific tracts used at the time, as the *Perspectiva Corporum Regularum* (fig. 3). Galileo was able to reconnect his observations to a simple problem learned in the math class for artists: the relationship between a pattern of lights and shadows and a morphology of heights and depths. Thus, taking advantage of his knowledge of the techniques and of the scientific theories of the graphical representation, Galileo was able to view and

Figure 2
Drawing of the moon, Galileo
Galilei, 1609. *Biblioteca
Nazionale Centrale di Firenze*.
MiBACT. [visited December
21, 2016]. Available by: <http://www.bncf.firenze.sbn.it>.

fondamentali per il raggiungimento e la formulazione delle scoperte in quanto essenziali per definire le caratteristiche dei fenomeni osservabili in natura o spesso solo intuibili. Un caso esemplare è quello testimoniato dal *Sidereus Nuncius*, pubblicato nel 1610 da Galileo Galilei, un breve trattato di astronomia con osservazioni e scoperte destinate a rivoluzionare non solo l'intera cosmologia ma anche le modalità di fare ricerca scientifica e di diffonderne e comunicarne i risultati. Le sue immagini vengono in genere annoverate tra i prodromi dell'infografica, ma anche di esse si apprezza in genere più la qualità di tipo estetico che quella di tipo cognitivo, che per essere valorizzata pienamente necessita di essere considerata nel suo più ampio contesto storico e scientifico. Galileo non fu il primo ad osservare i fenomeni che gli avrebbero poi consentito di formulare le sue rivoluzionarie teorie. Come scrive Renzo Baldasso, alcune settimane prima di lui – le fonti parlano di due cicli lunari e mezzo – un altro scienziato, Thomas Harriot, lo aveva preceduto (Bredekamp, 2001). Sebbene gli strumenti da loro utilizzati fossero diversi, i fenomeni osservati dai due scienziati erano gli stessi. Entrambi ebbero la possibilità di fornirne un'interpretazione ed entrambi utilizzarono anche la rappresentazione grafica come strumento di comprensione e di comunicazione dei fenomeni osservati. Tuttavia, è evidente una profonda differenza nelle capacità d'uso delle tecniche, degli strumenti e dei metodi della rappresentazione grafica come strumenti del pensiero. Le rappresentazioni di Harriot mostrano la luna come una sfera illuminata il cui confine tra luce e ombra appare irregolare ma non capace di rappresentare la reale conformazione della superficie lunare (fig. 1). Galileo rappresenta invece una struttura di luci e ombre che corrispondono a irregolarità piuttosto pronunciate nella sua superficie (fig. 2). Galileo coglie e trasmette, dunque, qualcosa che Harriot non è stato in grado di interpretare. In realtà per Galileo quel problema non era affatto nuovo. Molti anni prima, nei suoi studi fiorentini, Galileo aveva infatti appreso la teoria della luce secondaria, per la quale gli

effetti della luce si riflettono in maniera meno intensa sulle altre superfici. Allora non è forse un dettaglio trascurabile che Galileo sia stato allievo, intorno al 1585, di Ostilio Ricci, il matematico della corte medicea che poi divenne anche insegnante presso l'Accademia del Disegno di Firenze nella casa dell'artista e ingegnere Bernardo Buontalenti, alla quale Galileo venne poi ammesso (Bredekamp, 2001). Viviani testimonia il talento di Galileo per l'arte del disegno e scrive che all'epoca le sue aspirazioni erano proprio quelle di fare della pittura la sua professione (Viviani, 1890–1909). Queste capacità si espressero poi pienamente proprio nel *Sidereus Nuncius*, dove le rappresentazioni di Galileo manifestano non solo una grande precisione ma anche una padronanza della tecnica che gli permise di rendere la plasticità della superficie lunare. La capacità di leggere e rappresentare luci e ombre fu fondamentale per l'interpretazione delle altezze e profondità della superficie lunare (Edgerton, 1984). La formazione scientifica e matematica costituiva una parte fondamentale dell'educazione dell'artista del tempo. Le lezioni di Ostilio



Figura 1
Disegni della luna, Thomas
Harriot, 1609. *West Sussex
Record Office Online
Catalogue*. West Sussex
County Council. [visitato
21 dicembre 2016].
Disponibile da: <http://www.westsussexpast.org.uk>.

Figura 2
Disegni della luna, Galileo
Galilei, 1609. *Biblioteca
Nazionale Centrale di Firenze*.
MiBACT. [visitato 21 dicembre
2016]. Disponibile da: <http://www.bncf.firenze.sbn.it>.

make viewable to the public his intuitions, as Harriot was not able to do.

Productive images, between art and science
The natural scientists traditionally conduct their investigations through perception and direct observation of reality. Then, the activities of scientific research aim to isolate and imitate some aspects of observed processes. They are revealed using artificial objects able to reproduce, to communicate and to make understandable what has been observed. So that any subject may be more easily intelligible, it must be recognizable by our senses so that, thanks to the representation of its shape, that subject can be described and understood. Many of the problems in which scientists and engineers are engaged can not be described verbally (Ferguson, 1977). The morphological approach becomes one of the primary and fundamental steps of each discipline inherent in the natural sciences (Massironi, 1982).
Art and science dialogue by pictures (Fatta, 2016). Since the Renaissance, it had been developed a scientific approach to the graphic representation to the point that some historians of science consider the history of art of this time as a fundamental chapter in the history of science (Butterfield, 1954). Indeed, it is since the Renaissance that scientific progress has used graphic representations in order to record and to transmit knowledge and then, with the invention of printing, they could also spread, contributing substantially to the teaching of science and to the promotion of scientific thought (Gardner, 2015). The subjects of these representations are not always the explicit forms of the observed objects, but are often drawings that, rather than depict the visual perception of the object, grasps and tracks connections and interactions in relation to the available knowledge and to the possible verifications. Therefore, in the represented forms we should not look to the similarity with the visible features of objects and phenomena observed, but to the ability to represent the knowledge gained (Massironi, 1982).
The relationship between the observation of phenomenon and the representation of knowledge is mediated by the production of mental



images that are originated from the analysis of the studied reality and that are based on mental hypothesis rather than on visible evidence (Massironi, 1982). Proceeding by analogies is the basis of this mental process that we try to control through understandable and reassuring shapes. Graphic patterns are not entirely isomorphic representations. They often recur to rhetorical artifices of verbal derivation – as in the case of the allegories, metaphors or visual metonymy – though they are never totally assimilated to them. Rather than depictions of specific objects or rhetorical artifices, Manfredo Massironi speaks of *ipotesigrafia*, defined

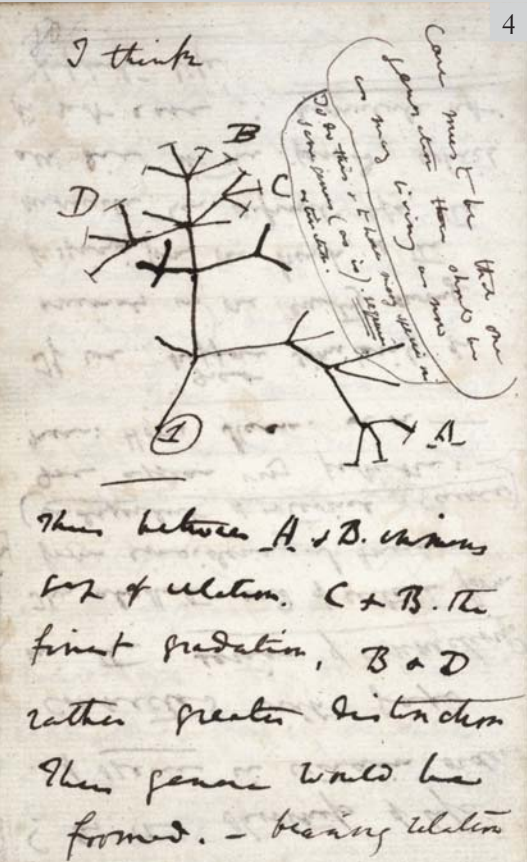
Figure 3
Anatomical drawings,
Leonardo di Vinci, 1513.
Royal Collection Trust.
[visited December 21, 2016].
Available by: <https://www.royalcollection.org.uk/search/site/anatomy%20leonardo>.

Ricci non riguardavano solamente la prospettiva, ma anche i fondamenti della geometria. Come evidenziato da Bredekamp, la capacità di Galileo di calcolare e visualizzare la configurazione della superficie può essere messa in relazione agli insegnamenti dei trattati usati all'epoca, come il *Perspectiva Corporum Regularum* (fig. 3). Galileo poté ricollegare le sue osservazioni ad un problema considerato di base nei corsi di matematica per gli artisti: la relazione tra una configurazione di luci e ombre con una morfologia di altezze e profondità. Avvantaggiandosi della sua conoscenza delle tecniche e delle teorie della scienza della rappresentazione grafica, Galileo riuscì così a visualizzare e rendere visualizzabile al pubblico le sue intuizioni, come Harriot non riuscì a fare.

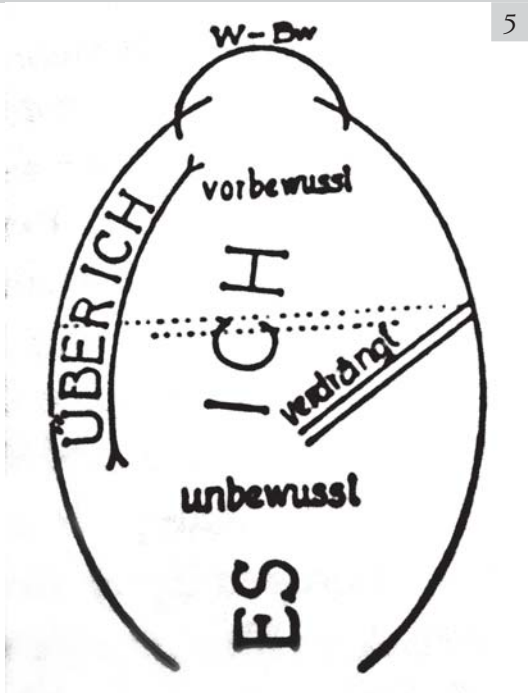
Immagini produttive, tra arte e scienza
Le scienze naturali conducono tradizionalmente le loro indagini attraverso la percezione e l'osservazione diretta. L'attività di ricerca scientifica necessita poi di imitare, isolandoli, alcuni aspetti di quei processi osservati che si cerca di svelare, ricorrendo a oggetti artificiali capaci di riprodurre, comunicare e far comprendere quanto osservato. Affinché un qualunque soggetto possa essere più facilmente intellegibile, infatti, deve possedere una forma percepibile dai nostri sensi, così che grazie alla rappresentazione della sua forma quell'oggetto possa essere descritto e compreso. Molti fra i problemi che affrontano scienziati e ingegneri non possono essere descritti in forma verbale (Ferguson, 1977). L'approccio morfologico diventa per questo uno dei momenti primari e fondamentali di ogni disciplina inerente le scienze della natura (Massironi, 1982).
Arte e scienza dialogano attraverso le immagini (Fatta, 2016). A partire dal Rinascimento si sviluppa un approccio scientifico alla rappresentazione al punto che alcuni storici della scienza considerano la storia dell'arte di quest'epoca come un capitolo fondamentale della storia della scienza (Butterfield, 1954). Infatti, è a partire dal Rinascimento che il progresso scientifico si avvale della registrazione e della trasmissione della conoscenza

sotto forma di rappresentazioni grafiche che con l'invenzione della stampa poterono poi anche diffondersi, contribuendo in maniera sostanziale all'insegnamento della scienza e alla promozione del pensiero scientifico (Gardner, 2015). Oggetto di tali rappresentazioni non sempre è la forma esplicita di un oggetto, ma spesso una forma che piuttosto che raffigurare l'oggetto coglie e traccia relazioni e interazioni in riferimento alle conoscenze disponibili e alle verifiche possibili. Dunque, nella forma rappresentata non va ricercata la somiglianza con la conformazione degli oggetti e dei fenomeni osservati, ma la capacità di rappresentare le conoscenze maturate (Massironi, 1982).
Il rapporto tra osservazione del fenomeno e rappresentazione della conoscenza è mediato dalla produzione di un'immagine mentale che ha origine nell'analisi della condizione studiata e si basa su ipotesi mentali più che su riscontri visibili (Massironi, 1982). Il procedere per analogie sta alla base di questo lavoro mentale che cerca di controllare attraverso forme comprensibili e rassicuranti. I modelli grafici non sono delle rappresentazioni del tutto isomorfe, spesso ricorrono ad artifici retorici di derivazione verbale, come nel caso delle allegorie, delle metafore o delle metonimie visive, pur non essendo mai ad esse totalmente assimilabili. Piuttosto che di raffigurazioni di oggetti concreti o di artifici retorici, Manfredo Massironi parla di "ipotesigrafia", intendendo con tale termine «quel prodotto grafico che contribuisce a dar forma visiva a ipotesi formulate per spiegare il comportamento o il funzionamento di condizioni naturali intuite od osservate sperimentalmente e di cui costituisce un modello esplicativo» (Massironi, 1982, p. 126).
Il progresso in campo scientifico può essere associato in modo molto stretto allo sviluppo di questo tipo di rappresentazioni. Molte teorie scientifiche si fondano, infatti, su rappresentazioni grafiche: l'albero della vita di Darwin (fig. 4), la nozione di Freud dell'inconscio sommerso (fig. 5), la concezione di Dalton dell'atomo (fig. 6), la struttura della molecola del DNA ipotizzata da James Watson e Francis Crick (fig. 7), il modello

Figure 3
Disegni sull'anatomia,
Leonardo di Vinci, 1513.
Royal Collection Trust.
[visitato 21 dicembre 2016].
Disponibile da: <https://www.royalcollection.org.uk/search/site/anatomy%20leonardo>.



as «the graphic product that helps to give visual form to the hypothesis made to explain the behaviour or the functioning of natural conditions intuited or experimentally observed and of which it constitutes an explanatory model» (Massironi, 1982, p. 126). The progress in science may be very closely associated to the development of this type of representations. Indeed, many scientific theories are based on graphical representations: the tree of life Darwin (fig. 4), the notion of Freud's submerged unconscious (fig. 5), the Dalton concept of the atom (fig. 6), the structure of the DNA molecule proposed by James Watson and Francis Crick (fig. 7), the ring pattern of Kekulé benzene, the graphical notation of Hamilton vector, the sketches of work on lamp filament light bulb by Thomas Edison (fig. 8, 9), the study drawings on optics by Isaac Newton (fig. 10). These are all images that Massironi defines “productive” since they can give rise to key ideas in science and can help to conceive them. Sometimes these images are produced only in

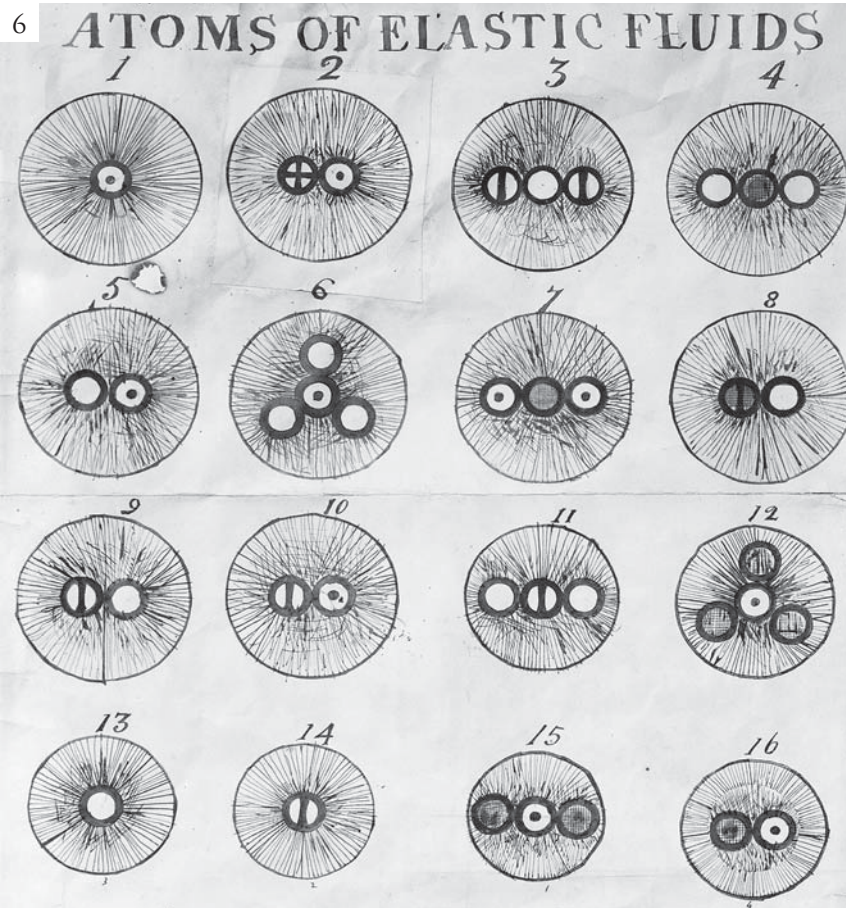


the minds of scientists, other times they are materialised in models or translated on paper. Often the three visualisation modes are integrated into a single cognitive process that crosses the different dimensions until the result of the formulation of scientific discovery is achieved. This process begins with the mental elaboration that the investigator pursues trying to reorganize the data usually provided by measurements obtained using appropriate equipment. These data fail to be understandable and communicable only if they are synthesized into a unified formal structure and articulated that govern them. This synthesis can be verified and communicated only if given “visual”, so making image, representation of the studied phenomenon.

Graphic intelligence
The advantage of Galileo versus Harriot helps to explain how the ability to integrate seeing, thinking and drawing is essential in the cognitive process, but not only. This ability to solve problems through the coordination between eye, mind and hand can be called “graphic intelligence”, intended as an autonomous form of intelligence in the theories of multiple intelligences.

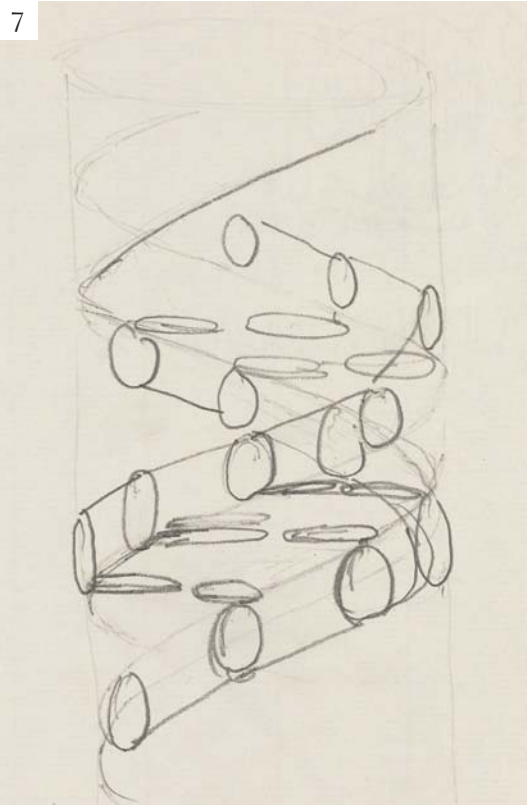
Figure 4
Tree of life drawing, Charles Darwin, 1837. *Darwin On Line*. AHRC. [visited December 21, 2016]. Available by: <http://darwin-online.org.uk/>.
Figure 5
Psyche diagram, Sigmund Freud, 1933. *Sigmund Freud Archives*. [visited December 21, 2016]. Available by: <http://www.freudarchives.org>.
Figure 6
Atoms diagram, John Dalton, 1806. *Wellcome Images*. [visited December 21, 2016]. Available by: <https://wellcomeimages.org>.
Figure 7
Sketch of the DNA Double Helix, Francis Crick, 1953. *The Francis Crick Papers*. Innovative Interfaces. [visited December 21, 2016]. Available by: <http://wellcomelibrary.org>.

Figura 4
Disegno dell'albero della vita, Charles Darwin, 1837. *Darwin On Line*. AHRC. [visitato 21 dicembre 2016]. Disponibile da: <http://darwin-online.org.uk/>.
Figura 5
Diagramma della psiche, Sigmund Freud, 1933. *Sigmund Freud Archives*. [visitato 21 dicembre 2016]. Disponibile da: <http://www.freudarchives.org>.
Figura 6
Disegni degli atomi, John Dalton, 1806. *Wellcome Images*. [visitato 21 dicembre 2016]. Disponibile da: <https://wellcomeimages.org>.
Figura 7
Disegno della doppia elica del DNA, Francis Crick, 1953. *The Francis Crick Papers*. Innovative Interfaces. [visitato 21 dicembre 2016]. Disponibile da: <http://wellcomelibrary.org>.



bili solo se vengono sintetizzati in una struttura formale unitaria ed articolata che li governi. Tale sintesi può essere verificata e comunicata solo se resa “visiva”, facendosi così immagine, rappresentazione del fenomeno studiato.

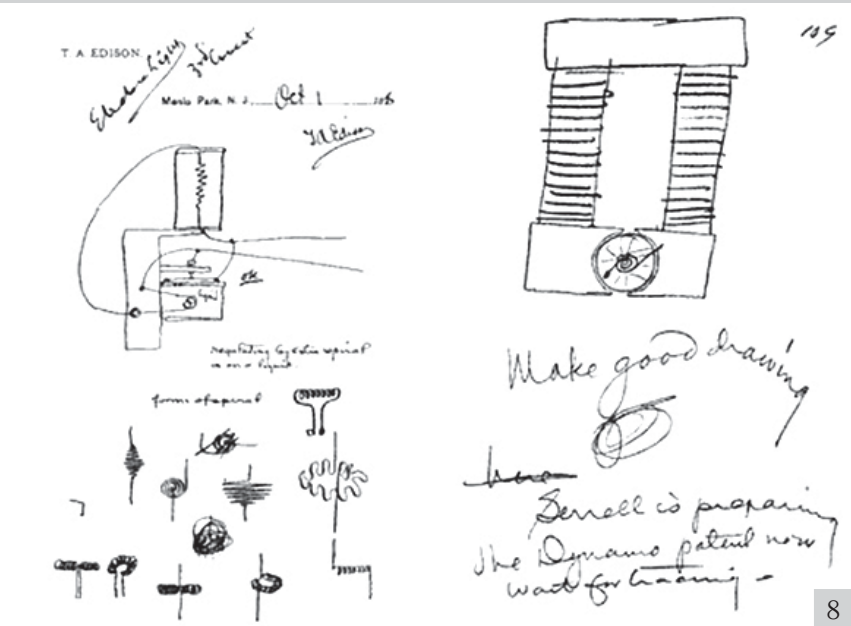
Intelligenza grafica
Il vantaggio di Galileo su Harriot aiuta a spiegare come la capacità di vedere, rappresentare e pensare in maniera integrata sia fondamentale nel processo cognitivo, ma non solo. Chiameremo questa capacità di risolvere i problemi attraverso il coordinamento tra occhio, mente e mano, “intelligenza grafica”, ipotizzandola come forma autonoma di intelligenza all'interno delle teorie sulle intelligenze multiple. Viene definita, infatti, in generale come “intelligenza” «la capacità di risolvere problemi, o di creare prodotti, che sono apprezzati all'interno di uno o più contesti culturali» (Gardner, 2015, p. 10). È stato poi ormai ampiamente discusso e dimostrato come esistano molteplici competenze intellettive umane, relativamente autonome, chiamate nella te-



In general, “intelligence” is defined as «the ability to solve problems, or to create products which are appreciated within one or more cultural contexts» (Gardner, 2015, p. 10). It has been widely discussed and demonstrated that there are many human intellectual skills relatively autonomous that in the theory of multiple intelligences are called “human intelligences”, the number of which is neither irrefutably fixed nor universally recognized. In fact, rather than being rigidly distinct and defined, the different kinds of intelligence form a *continuum*. Therefore, these intelligences are “fictions”, namely scientific constructs potentially useful to illuminate scientific problems (Gardner, 2015).

«Every human intellectual skill involves a set of problem-solving abilities that allow the individual to solve problems or difficulties in which he is undefeated and, if so, to create an effective product. Also, it involves the ability to “find or create problems”, in this way preparing the ground to the acquisition of new knowledge» (Gardner, 2015, p. 104). Applying this definition to the graphic skills, it emerges that they can and should actually be considered an autonomous form of intelligence. So far, in the literature, such skills have been instead assimilated to other broader intellectual human abilities such as “the spatial intelligence” (Gardner, 2015) and “the visual intelligence” (Ferguson, 1977; Robertson, 2003). Actually, they also are considered an amalgam of skills, to the point that in this area of research the word “visual” often comes to be used as a synonym of “spatial”, because spatial humans intelligence is closely related to the observation of the environment.

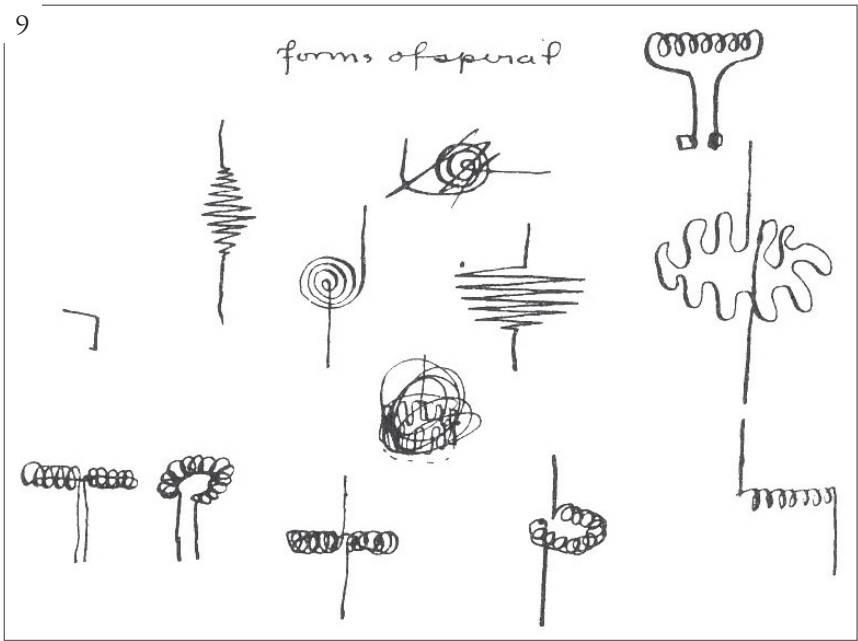
Therefore, in this continuum of human intelligences, we can identify, confine and define “the graphic intelligence”, which is certainly in close relation with other forms of intelligence and particularly with the spatial and the visual one. The spatial intelligence is based on the ability of individuals to perceive the world and to operate on the basis of such perceptions. According to Gardner, it includes skills very different from each other, as the ability to perceive visually, to represent graphically, and to create mental images through imagination.



These are capacities related but distinct from each other and thus deserving of being analysed independently. Howard Gardner writes that «it is possible that these operations are independent from each other and that they can be developed or damaged separately. Nevertheless, like rhythm and melody cooperate with each other in music, the previously mentioned capacities typically occur together within the space. Actually, they operate as a family, and each skill may well enhance by the other. These spatial skills are used in various different fields. They are important for the orientation in different situations, from enclosed areas to oceans; relies on them the recognition of objects and scenes, both when they are in their original context and when it has changed. This form of intelligence is also used when working on graphical representations – two-dimensional or three-dimensional versions of scenes from the real world – as well as in connection with other symbols, such as in geographical or topographical maps, diagrams or geometric figures» (Gardner, 2015, pp. 237–238). However, in discussing the spatial development of intelligence in different evolutionary stages, since the Piaget studies, Gardner recognises how the different components of the amalgam of skills that he defines as “spatial intelligence” are developed independently. Indeed, children

Figures 8 e 9
Sketch of work on lamp filament light bulb, Thomas Edison, about 1880. *Thomas A. Edison Papers*. Rutgers. [visited December 21, 2016]. Available by: <http://edison.rutgers.edu/>.

Figure 8 e 9
Disegni di studio dei filamenti per le lampadine incandescenti, Thomas Edison, 1880 circa. *Thomas A. Edison Papers*. Rutgers. [visitato 21 dicembre 2016]. Disponibile da: <http://edison.rutgers.edu/>.



oria delle intelligenze multiple “intelligenze umane”, delle quali non è possibile fissare il numero in maniera inconfutabile e universalmente riconosciuta. Le diverse forme di intelligenza formano infatti un *continuum* piuttosto che essere distinte in maniera rigida e definita. Queste intelligenze sono dunque “finzioni”, ovvero costrutti scientifici potenzialmente utili a illuminare problemi scientifici (Gardner, 2015).

«Una competenza intellettuale umana deve comportare un insieme di abilità di soluzione di problemi, consentendo all’individuo di “risolvere genuini problemi o difficoltà” in cui si sia imbattuto e, nel caso, di creare un prodotto efficace; inoltre deve comportare la capacità di “trovare o creare problemi”, preparando in tal modo il terreno all’acquisizione di nuova conoscenza» (Gardner, 2015, p. 104). Applicando questa definizione alle competenze grafiche emerge come possano e debbano effettivamente essere considerate una forma di intelligenza autonoma. Sinora in letteratura tali competenze erano state invece assimilate ad altre capacità intellettive umane più ampie come “l’intelligenza spaziale” (Gardner, 2015) e “l’intelligenza visiva” (Ferguson, 1977; Robertson, 2003), che anche tra loro vengono infatti considerate un amalgama di abilità al punto che, in questo

ambito di ricerca, l’aggettivo “visivo” arriva spesso ad essere utilizzato come sinonimo di “spaziale” in quanto negli esseri umani l’intelligenza spaziale è strettamente connessa all’osservazione dell’ambiente.

In questo *continuum* delle intelligenze umane possiamo dunque individuare, confinare e definire “l’intelligenza grafica”, certamente in stretta relazione con altre forme di intelligenza, in particolare con l’intelligenza spaziale e l’intelligenza visiva. L’intelligenza spaziale si fonda sulle capacità degli individui di percepire il mondo e di operare sulla base di tali percezioni. Essa, secondo Gardner, comprende abilità molto diverse tra loro come la capacità di percepire visivamente, di rappresentare graficamente e di dare vita a immagini mentali attraverso l’immaginazione; capacità, queste, connesse ma distinte tra loro e dunque meritevoli di essere trattate autonomamente. Scrive Howard Gardner: «È concepibile che queste operazioni siano indipendenti l’una dall’altra e che possano svilupparsi o essere danneggiate isolatamente; eppure, come il ritmo e la melodia cooperano fra loro nell’area della musica, così le capacità menzionate in precedenza si presentano tipicamente assieme nell’ambito spaziale. Esse operano in effetti come una famiglia, e l’uso di ciascuna operazione può ben rafforzare l’uso delle altre. Si può fare ricorso a queste capacità spaziali in vari campi diversi. Esse sono importanti per orientarsi in varie situazioni, da locali chiusi a oceani. Ci si fonda su di esse per il riconoscimento degli oggetti e scene, sia quando li si incontra nel loro contesto originario sia quando sia stata modificata qualche circostanza della loro presentazione originaria. La si utilizza anche quando si lavora su rappresentazioni grafiche – versioni bidimensionali o tridimensionali di scene del mondo reale –, oltre che in connessione con altri simboli, come carte geografiche o topografiche, diagrammi o figure geometriche» (Gardner, 2015, pp. 237–238). Tuttavia lo stesso Gardner, nel discutere lo sviluppo dell’intelligenza spaziale nei diversi stati evolutivi dell’individuo a partire dagli studi di Piaget, riconosce come le diverse componenti dell’amalgama che lui accorpa nella definizio-

develop rapidly spatial understanding, but the representation of this knowledge involves an additional and different range of difficulties (Piaget, Inhelder, 1948). The expression of this understanding through a symbolic code is more difficult. Therefore, another kind of intelligence seems to distinguish itself from the spatial one and to become useful and necessary to codify the understanding: “the graphic intelligence”, precisely.

The graphic intelligence can be defined as the ability to use drawing skills and, more generally, the ability to integrate the use of eye, mind and hand – i.e. perception, thinking and representation – to solve problems and create effective products aimed at acquiring new knowledge.

Although the relationship between drawing and thought have already been the subject of studies (Van Sommers, 1984; Goldschmidt, 1991; Verstijnen I.M., Hennessey J.M., 1998; Treib, 2012), in the literature the concept of “graphic intelligence” has so far been studied mainly as a part of a more complex forms of intelligence, like the spatial and visual intelligence already described and the design intelligence (Cross, 1986). The *Thinking Hand* by Juhani Pallasmaa, the *Graphic Thinking* by Paul Laseau, *Thinking with a Pencil* by Henning Nelms and *The Mind's Eye* by Eugene S. Ferguson describe the different possibilities of combinations and integration of the three elements eye–mind–hand. The graphic intelligence can be defined as the ability to address and resolve problems through the coordination of eye, mind and hand – namely perception, thinking and representation – in the way in which we have seen Galileo observing, understanding and representing – not necessarily in this order – the lunar surface; developing that scientific imagination that Bruno Latour calls “thinking with the eyes and hands” (Latour, 1990), that is at the basis of the visualisation process and of the making visible through graphic representation. Thinking with eyes and hands, dealing with problematic situations proceeding through graphic experimentations (Schon, 1983), is not only constitutive of design disciplines (Cervellini, 2016; Giandebiaggi, 2016), but actually un-

derlies the development of thought in a much broader disciplines and domains embracing the entire science and, as we shall see, beyond. Ian Macfarlane Smith claims that, after that a person has achieved an adequate verbal expertise, his progress in science is determined by his spatial ability (Smith, 1964). As Gardner writes, «a very developed spatial intelligence is an invaluable resource. In some activities this skill is essential: as the case of sculptors or mathematical topologists; but there are many other fields in which the only spatial intelligence might not be enough to produce competence» (Gardner, 2015, p. 277). Moreover, the graphic intelligence differs both from that spatial discussed by Gardner and from the visual one discussed by Robertson and even before by Rudolf Arnheim, according to whom the visual images are not only a useful aid to the thought, but even their primary source (Gardner, 2015). The most important operations of thought rely directly on our perception of the world. On sight are based and are constituted our cognitive processes. A truly productive thinking in any area of cognition, Arnheim writes, takes place within the visual imagination. Enhancing the role of vision, he minimizes that of language. Only explicating by image processes or concepts, he argues, it is possible to think clearly about them. Consequently, the visual and spatial intelligence contribute significantly to scientific and artistic thinking (Gardner, 2015).

Of the same opinion was Albert Einstein that, thinking in pictures, came to hypothesize his fundamental discoveries that, as he recognizes, are derived more from spatial thought than from a purely mathematical reasoning. As he explained, «the words of the language, both written and spoken, do not seem to have any role in his mechanism of thought. The psychological entities that seem to serve as elements in thought are certain signs and images more or less clear which can be voluntarily reproduced or combined [...]. The factors mentioned above are, in his case, of visual and of muscular type» (Gardner, 2015, pp. 277–278).

However, the ability to produce mental images may not be sufficient. There are situations

Figure 10
Sketch of work on optics,
Isaac Newton, about
1670–1710. *Cambridge
Digital Library*. University of
Cambridge. [visited December
21, 2016]. Available by:
<https://cudl.lib.cam.ac.uk>.

ne di “intelligenza spaziale” si sviluppino in maniera autonoma. Mentre la comprensione spaziale dei bambini si sviluppa rapidamente, la rappresentazione di questa conoscenza pone un ulteriore e differente campionario di difficoltà (Piaget, Inhelder, 1948). L’espressione di questa comprensione attraverso un codice simbolico o un’altra intelligenza risulta più difficile. Un’altra forma di intelligenza, dunque, sembra potersi distinguere da quella spaziale e diviene utile e necessaria a codificarne la comprensione: “l’intelligenza grafica”, appunto.

L’intelligenza grafica può essere definita come la capacità di utilizzare le abilità grafiche e più in generale la capacità di integrare l’uso di occhio, mente e mano – percezione, pensiero e rappresentazione – per risolvere problemi e creare prodotti efficaci finalizzati all’acquisizione di nuova conoscenza.

Sebbene le relazioni tra disegno e pensiero siano state già oggetto di studi (Van Sommers, 1984; Goldschmidt, 1991; Verstijnen I.M., Hennessey J.M., 1998; Treib, 2012), in letteratura il concetto di “intelligenza grafica” è stato sinora studiato prevalentemente come componente di forme di intelligenza più complesse, ad esempio quella spaziale e visiva già descritte e quella progettuale (Cross, 1986), o attraverso le sue singole componenti. *The Thinking Hand* di Juhani Pallasmaa, il *Graphic Thinking* di Paul Laseau, *Thinking with a Pencil* di Henning Nelms e *The Mind's Eye* di Eugene S. Ferguson si configurano come le tre componenti che vedono l’integrazione delle diverse combinazioni dei tre elementi occhio–mente–mano. L’intelligenza grafica può essere definita la capacità di affrontare e risolvere situazioni problematiche attraverso il coordinamento di occhio, mente e mano, ovvero il percepire, il pensare e il rappresentare nel modo con cui abbiamo visto Galileo osservare, comprendere e rappresentare – non necessariamente in questo ordine – la superficie lunare; sviluppando quell’immaginazione scientifica che Bruno Latour definisce “pensare con l’occhio e con le mani” (Latour, 1990), alla base del processo di visualizzazione, del rendere visibile attraverso la rappresentazione. Il pensare con

l’occhio e con le mani, il confrontarsi con situazioni problematiche procedendo per sperimentazioni grafiche (Schon, 1983), non è solo costitutivo delle discipline progettuali (Cervellini, 2016; Giandebiaggi, 2016) ma è in realtà alla base dello sviluppo del pensiero in ambiti disciplinari ben più vasti che abbracciano le intere scienze e, come vedremo, non solo.

Ian Macfarlane Smith suggerisce che, dopo che un individuo ha raggiunto una certa facilità verbale minima, è la sua abilità nelle capacità spaziali a determinare quali progressi potrà fare nelle scienze (Smith, 1964). Come scrive Gardner, «un’intelligenza spaziale molto acuta si rivela una risorsa inestimabile, in alcune attività quest’intelligenza è essenziale: per esempio per uno scultore o per un topologo matematico; ma ci sono molti altri campi in cui la sola intelligenza spaziale potrebbe non bastare a produrre competenza» (Gardner, 2015, p. 277). L’intelligenza grafica, oltre a differenziarsi da quella spaziale discussa da Gardner, si diversifica anche da quella visiva discussa da Robertson, e prima

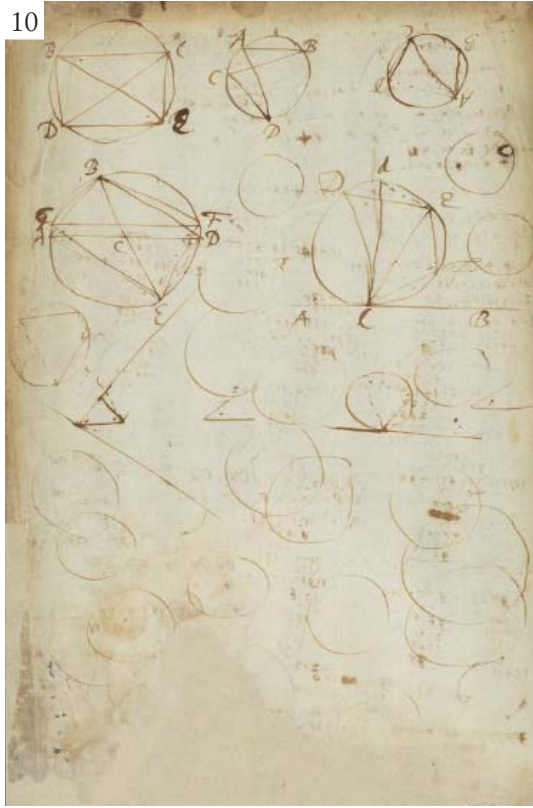


Figura 10
Disegni di studio sull’ottica,
Isaac Newton, 1670–1710
circa. *Cambridge Digital
Library*. University of
Cambridge. [visitato 21
dicembre 2016]. Disponibile
da: <https://cudl.lib.cam.ac.uk>.

in which reasoning by images allows to solve a problem or achieve a cognitive result otherwise unachievable. At this point comes into play the drawing, the most suitable tool for

the transmission of this type of knowledge (Massironi, 1982) and, therefore, that “graphic intelligence” able to translate mental images through drawn images.

Bibliografia / References

ARNHEIM, R., 1969. *Visual thinking*. Berkeley: University of California Press, pp. 348.

BALDASSO, R., 2006. The Role of Visual Representation in the Scientific Revolution: A Historiographic Inquiry. *Centaurus*. 48, 2006, pp. 69–88.

BREDEKAMP, H., 2001. Gazing hands and blind spots: Galileo as draftsman. *Science in Context*. 14 (1), 2001, pp. 153–192.

BUTTERFIELD, H., 1954. Renaissance Art and Modern Science. *University Review*. 1, 1954, pp. 25–37.

CERVELLINI, F., 2016. *Il disegno come luogo del progetto*. Ariccia: Aracne editrice, pp. 266.

CROSS, A., 1986. Design intelligence: the use of codes and language systems in design. *Design Studies*. 7 (1), 1986, pp. 14–19.

EDGERTON, S.Y. Jr., 1984. Galileo, Florentine “disegno”, and the “strange spottednesse” of the moon. *Art Journal*. 44 (3), 1984, pp. 225–232.

FATTA, F., 2016. Science and art between time and place: six points of view. *XY*. 1, 2016, pp. 44–56.

FERGUSON, E.S., 1977. The mind’s eye: Nonverbal thought in technology. *Science*. 197 (4306), 1977, pp. 827–836 (doi: 10.1126/science.197.4306.827).

GARDNER, H., 2015. *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell’intelligenza*. Milano: Feltrinelli, pp. 591 (ed. or. 1983, *Frames of mind. The theory of multiple intelligence*. New York: Basic Books, pp. 440).

GIANDEBIAGGI, P., 2016. Drawing: creative expression. *XY*. 1, 2016, pp. 98–108.

GOLDSCHMIDT, G., 1991. The dialectics of sketching. *Creativity research journal*. 4 (2), 1991, pp. 123–143.

JAMNITZER, W., 1568. *Perspectiva corporum regularium*. Nuremberg. Citato in BREDEKAMP, H., 2001, *op. cit.*

LASEAU, P., 2001. *Graphic thinking for architects and designers*. London: Wiley, pp. 246.

LATOURE, B., 1990. Drawing things together. In LYNCHM, M., WOOLGAR, S. (Eds), *Representation in scientific practice*. Cambridge, MA: MIT press, pp. 19–68.

MASSIRONI, M., 1982. *Vedere con il disegno*. Padova: Franco Muzzio Editore, pp. 189.

NELMS, H., 1964. *Thinking with a Pencil*. London: Bernes & Noble, pp. 346.

PALLASMAA, J., 2009. *The thinking band: Existential and embodied wisdom in architecture*. Chichester: Wiley, pp. 160.

PIAGET, J., INHELDER, B., 1948. *La représentation de l’espace chez l’enfant*. Paris: Presses Universitaires de France, pp. 581.

ROBERTSON, I., 2003. *Opening the Mind’s Eye: How Images and Language Teach Us How To See*. London: St. Martin’s Press, pp. 288.

SCHON, D., 1983. *The Reflexive Practitioner*. New York: Basic Books, pp. 384.

SMITH, I.M., 1964. *Spatial ability: Its educational and social significance*. London: University of London Press, pp. 408.

TREIB, M. (Ed.), 2012. *Drawing/thinking: confronting an electronic age*. London: Routledge.

VAN SOMMERS, P., 1984. *Drawing and cognition: Descriptive and experimental studies of graphic production processes*. New York: Cambridge University Press, pp. 284.

VERSTIJNEN, I.M., HENNESSEY, J.M., 1998. Sketching and creative discovery. *Design studies*. 19 (4), 1998, pp. 519–546.

VIVIANI, V., 1890–1909. Racconto istorico della vita del Sig. Galileo Galilei. In FAVARO, A. (Ed.), *Opere di Galileo*. Firenze: Barbera, vol. 19, pp. 597–646. Citato in BREDEKAMP, H., 2001, *op. cit.*

ancora da Rudolf Arnheim, secondo i quali le immagini visive non sono solo un utile ausilio al pensiero, ma addirittura una loro fonte primaria (Gardner, 2015). Le operazioni più importanti del pensiero si basano direttamente sulla nostra percezione del mondo. Sulla vista si fondano e si costituiscono i nostri processi cognitivi. Un pensiero veramente produttivo in qualsiasi area della cognizione, scrive Arnheim, ha luogo nell’ambito dell’immaginazione visiva. Così come esalta il ruolo della visione, Arnheim minimizza il ruolo del linguaggio. Solo esplicando un’immagine di un qualche processo o concetto, egli sostiene, si è in grado di pensare in modo chiaro su di esso. L’intelligenza visiva o spaziale contribuirebbe così in maniera rilevante al pensiero scientifico e artistico (Gardner, 2015). Della stessa opinione era Albert Einstein che, pensando per immagini, arrivò a congetturare le sue scoperte fondamentali, che riconosce essere così derivate più da modelli spaziali che da una linea di ragionamento pu-

ramente matematica. Come lui stesso spiegava «le parole della lingua, siano esse scritte o pronunciate, sembra non abbiano alcun ruolo nel mio meccanismo di pensiero. Le entità psicologiche che sembrano fungere da elementi nel pensiero sono certi segni e immagini più o meno chiare che possono essere volontariamente riprodotti o combinati [...]. Gli elementi menzionati sopra sono, nel mio caso, di tipo visivo e alcuni di tipo muscolare» (Gardner, 2015, pp. 277–278). Tuttavia, la capacità di produrre immagini mentali può non essere sufficiente. Ci sono situazioni in cui un ragionamento per immagini permette di risolvere un problema o di raggiungere un risultato conoscitivo altrimenti irraggiungibile solo attraverso una successiva codifica grafica. Entra allora in gioco il disegno, lo strumento più adatto alla trasmissione di questo tipo di contenuti (Massironi, 1982) e dunque quella “intelligenza grafica” capace di tradurre le immagini mentali con immagini disegnate.