

O ENSINO DO DEBUXO TÉCNICO. O LASTRE DA TRADICIÓN NA ERA DA INFORMÁTICA (I)

Lino Cabezas Gelabert
Universidade de Barcelona

TRADICIÓN E INNOVACIÓN

No ensino, en xeral, pódese formula-lo dilema entre repeti-lo aprendido ou coñece-lo novo, aínda que isto último presenta un risco: poñer en evidencia que ámbalas cousas poden ser incompatibles; certamente, non sempre é posible a situación ideal de mante-la convivencia da tradición e a innovación.

É evidente que a tecnoloxía, os novos sistemas e as novas técnicas relegan ó arquivo da historia os tratados e manuais escolares anteriores que van quedando atrás, ó non se recollen neles as achegas máis recentes e innovadoras.

Non obstante, a pesar da superación do pasado, o coñecemento da tradición pode axudar á asunción consciente, argumentada e rigorosa dos novos medios. Nestas páxinas propoñémonos explica-los profundos cambios que se produciron nas tecnoloxías gráficas, fundamentalmente como consecuencia da informática. Por todo isto revisámo-la razón de ser e as funcións dos contidos disciplinares do debuxo técnico, entendido como unha materia que veu sendo

ingrediente importante nos sistemas de ensino de diferentes niveis educativos e profesionais.

Ó preguntar, no debuxo técnico, acerca da posibilidade de convivencia ou contradición entre o xa coñecido e o que xorde como novo, chégase necesariamente a dar un maior sentido a unhas materias que moitas veces esqueceron a súa razón de ser no panorama xeral dos contidos disciplinares.

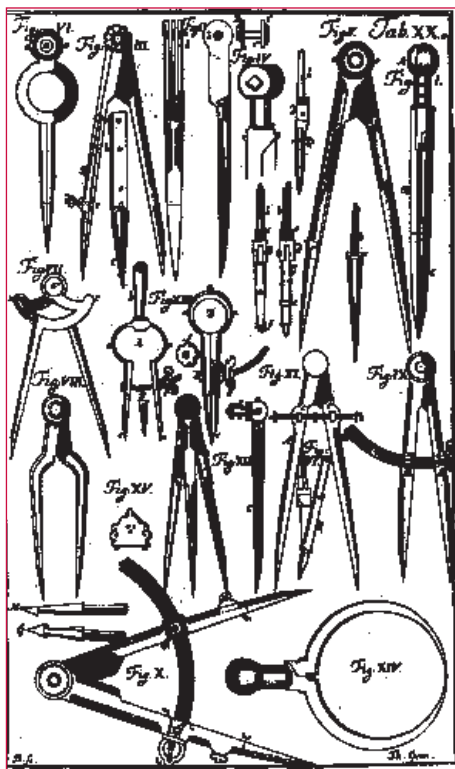
Con independencia da idea de progreso científico e tecnolóxico, admítese sen discusión un imperativo básico —un principio— na transmisión de todo saber, o que obriga a manter unha actitude crítica ante a cultura, sexa esta humanística, científica ou tecnolóxica. O debuxo técnico, en canto disciplina académica, non pode obviar ningunha resposta que conduza a dar unha razón sólida e madurecida a tódolos seus métodos e contidos.

A NOSTALXIA DO PASADO

En todo balance con memoria histórica é inevitable a nostalxia do pasado;

así, é posible ser nostálgico ante a lembranza da máquina de vapor, o carro de bois ou a estufa de carbón.

A nostalgia é un respectable sentimento producido pola acordanza de algo que está unido afectivamente á nosa memoria. No debuxo técnico o tiraliñas provoca a nostalgia dos que aprendemos a utilizalo antes de se converter nun obxecto de coleccionismo descoñecido para os máis novos e recluso no mercado das antigüidades (fig.1).



1. Instrumentos de debuxo alemáns de principios do século XVIII. Tomado de M. Hambly, *Drawing Instruments*, Londres, 1988.

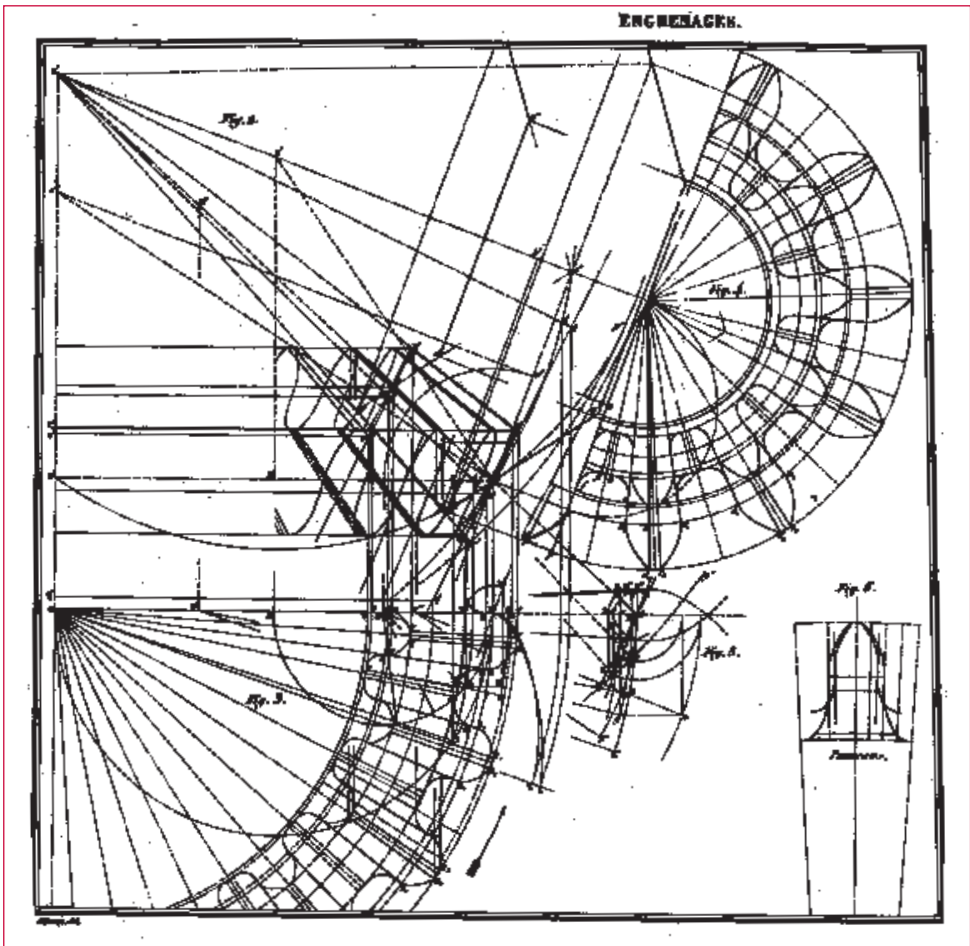
Pero non só os obxectos poden serlo detonante que provoca a nostalgia; tamén as doutrinas, as máximas e as teorías poden ficar relegadas polo presente para recluirse só no recordo. Podemos ser nostálgicos ante o recordo do debuxo artesanal das engrenaxes, nas que o trazado dos perfís dos dentes se precisaba con envolventes de circunferencia ou cicloidais (fig. 2).

Aínda que teñamos morriña do primor daqueles planos técnicos do século XIX, realizados cuns trazos que evocan as puntadas dos bordados das nosas avoas, temos que ser conscientes de que xa son algo do pasado ante o que só cabe un sentimento entrañable e o gozo estético da súa contemplación.

Ante estes recordos é comprensible que no saber histórico se albergue unha importante parcela: a historia da ciencia e a tecnoloxía. As publicacións e os museos dedicados a ese patrimonio acollen todo o que desapareceu ou se vai substituindo polo máis recente. No debuxo técnico, moitas cousas, aínda que só se manteñan nas aulas, pertencen ó pasado e só a nostalgia nos fai resistir ante o seu abandono.

As cousas cambian; intelectualmente debe asumirse que a conciencia do devir, un concepto fundamental na historia do pensamento, é inherente a tódalas situacións onde se produce unha mudanza. Tamén os cambios da tecnoloxía supoñen unha modificación de pensamento.

A nosa época debería recoñecer nas transformacións tecnolóxicas un cambio



2. Trazado de engrenaxes. Lámina 71 de Leroy, *Traité de géométrie descriptive*, terceira edición, París, 1850.

substancial na nosa condición humana; isto obriga a propoñer explicacións que o asuman. Existen algúns riscos: se a vocación teórica é algo consubstancial a toda actividade académica, tamén o é o ensinamento na súa propia inercia, que pode desviarse da práctica da vida pro-

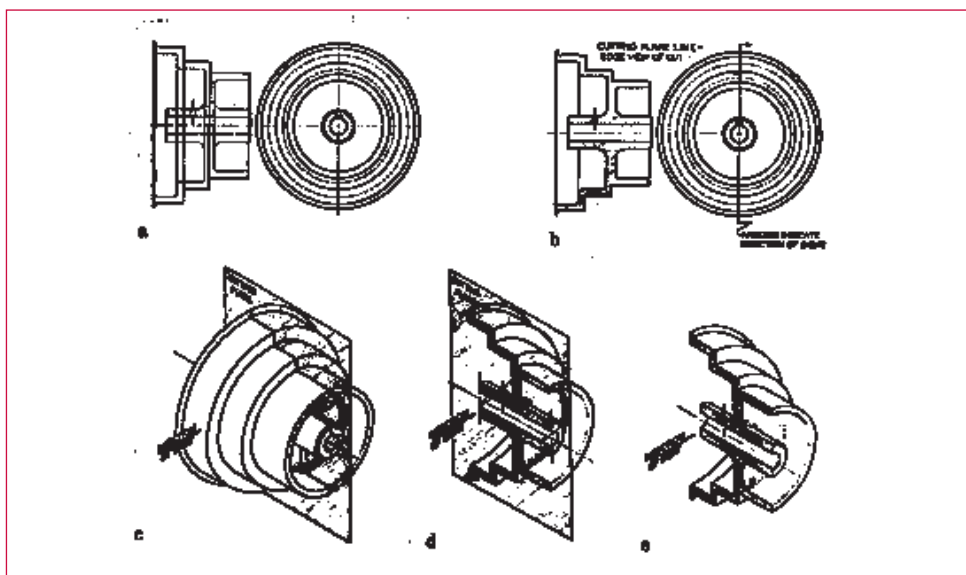
fesional. Este é, posiblemente, o divorcio que se puido producir entre a xeometría descritiva académica e o debuxo técnico profesional. A primeira delas vén representar unha tradición de dous séculos que se foi transmitindo nas aulas.

DEBUXO TÉCNICO E XEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Con certa frecuencia, na práctica do ensino considérase que o debuxo técnico e a xeometría descritiva son algo similar, cando non idéntico. Nas aulas, constátase moitas veces que nunha materia, aínda que se chame Debuxo técnico, pode desenvolverse un programa cos contidos propios da xeometría descritiva e, ó contrario, nunha materia que se chame Xeometría descritiva pode facerse debuxo técnico. En calquera caso, existen superposicións e unha íntima relación entre ámbalas disciplinas.

Aínda que na práctica ocorra así, desde a teoría non é difícil elaborar unha definición que precise con claridade as diferencias entre os conceptos que designan ámbolos termos. Por debuxo técnico entendemos aquel tipo de debuxo que, cunha función instrumental, utilizan enxeñeiros, arquitectos e técnicos en xeral e que está sometido a determinadas leis que pretenden garanti-la súa obxectividade para que poida ser entendido da mesma maneira por calquera persoa¹ (fig. 3).

En contraposición ó técnico, o debuxo que se adoita chamar artístico non está sometido necesariamente a



3. Debuxo técnico. Figuras que ilustran esta voz na *Enciclopedia Británica* para explica-lo concepto de sección.

¹ Na *Enciclopedia Británica*, a voz 'Debuxo técnico' defínese así: "Termo xeral que indica o debuxo –mecánico, arquitectónico, estrutural– usado no mundo industrial dos enxeñeiros e os proxectistas que se formula para expresa-los conceptos e as informacións necesarias na construción de máquinas e estruturas".

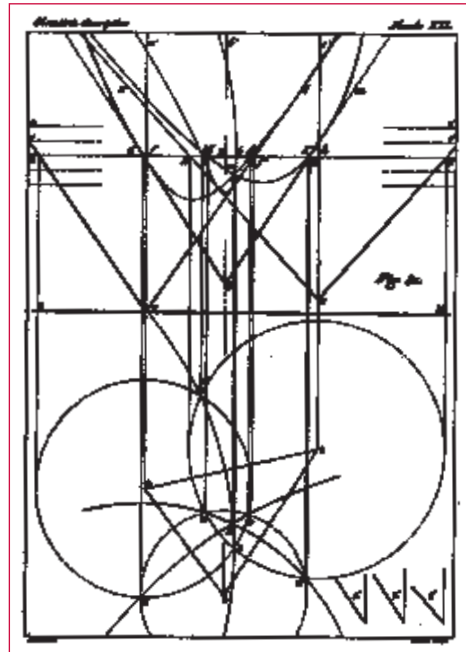
unhas normas explícitas obrigatorias e quere permiti-la expresión individual, subxectiva, sen que sexa necesariamente un instrumento utilizado para dar instrucións gráficas a terceiras persoas ou para predicir unha obra posterior que se realizará a partir do debuxo que serve de referencia.

Así mesmo, a diferenza do debuxo técnico, a xeometría descritiva é, con dous séculos de historia e mantendo o mesmo nome proposto polo matemático Gaspard Monge (1746-1818), unha disciplina xeométrica que ten como obxecto o estudio das figuras do espacio a partir das súas proxeccións sobre unha superficie² (fig. 4).

Mentres que o debuxo técnico ten unhas connotacións prácticas e profesionais, a xeometría descritiva asóciase a unhas ideas científicas e académicas. Non obstante, a tendencia actual parece que tende a propoñer, como nome máis utilizado para denominar unha disciplina gráfica, o de Debuxo técnico no canto de Xeometría descritiva. Este feito indicaría a primacía dos aspectos prácticos para as ensinanzas técnicas, por riba dos principios puramente teóricos da ciencia.

DESCRICIÓN E CONSTRUCCIÓN

O adxectivo 'descritiva', inventado por Gaspard Monge en 1793 para cualifi-



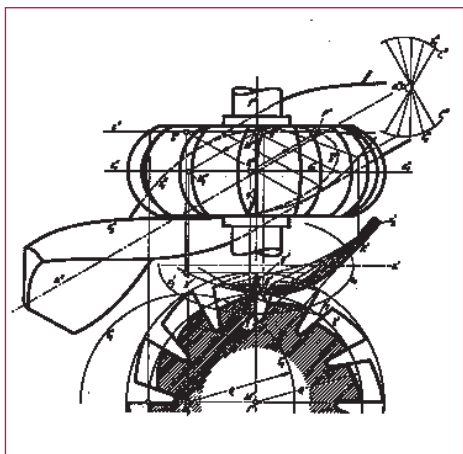
4. Xeometría descritiva. Determinación dun punto referido a outros tres coñecidos. Unha das figuras que ilustran a primeira edición do texto fundacional de Gaspard Monge, 1795.

car unha xeometría gráfica, está claramente condicionado polo momento histórico en que xurdiu e, en consecuencia, o posterior cambio de circunstancias históricas, despois de dous séculos de existencia, modificou o sentido dos seus obxectivos primeiros que van quedar cuestionados radicalmente coa informática gráfica.

Xa no ano 1953, o profesor E. Kruppa, no discurso inaugural da Escola

² O propio Monge define a Xeometría descritiva, segundo a traducción castelá de 1803: "tiene dos objetos principales. El primero es representar con exactitud sobre los diseños de dos dimensiones los objetos que tienen tres, y que son susceptibles de una determinación rigurosa. [...] El segundo objeto de la geometría descriptiva es deducir de la descripción exacta de los cuerpos todo cuanto se sigue necesariamente de sus formas y de sus posiciones respectivas". *Geometría Descriptiva*, Imprenta Real, Madrid, 1803.

Técnica Superior de Viena, propuxera o nome de “Xeometría constructiva” ó considerar inadecuado o de “Xeometría descritiva”, xa que esta non se limita a describir senón que, ademais de representar obxectos dados, indica a maneira de construír outros novos a partir deles, por exemplo, mediante interseccións (fig. 5).



5. Disco fresador para amosegas de trade espiral. Figura do tratado de F. Hohenberg, *Geometría constructiva aplicada a la técnica*. Edición española: Barcelona, 1965.

A proposta arraigou en títulos de obras tan importantes como a dos autores romaneses Gheorghiu e Dragomir —arquitecto e enxeñeiro, respectivamente—: *La représentation des structures constructives* (traducción francesa), *Geometry of Structural Forms* (traducción inglesa)³.

Desenvolvendo a proposta do profesor Kruppa, Fritz Hohenberg, no seu magnífico tratado *Konstruktive Geometrie in der Technik*⁴, lembraba que tamén na xeometría analítica se estudia a representación dos puntos polas súas coordenadas e, xa que logo, a de figuras xeométricas por medio de ecuacións. Estas son cuestións alleas ó que tradicionalmente se estudia na xeometría descritiva a pesar de ter uns obxectivos similares.

Paradoxalmente, a xeometría descritiva nacera intimamente relacionada coa xeometría analítica; o fundador da primeira é autor doutro importante texto: *Application de l'analyse a la géométrie*. Este matemático xeneralizou o concepto de xeración de superficies para estudialas figuras do espacio, clasificándolas en familias, tales como a das superficies regradas que se xeran polo movemento dunha recta no espacio.

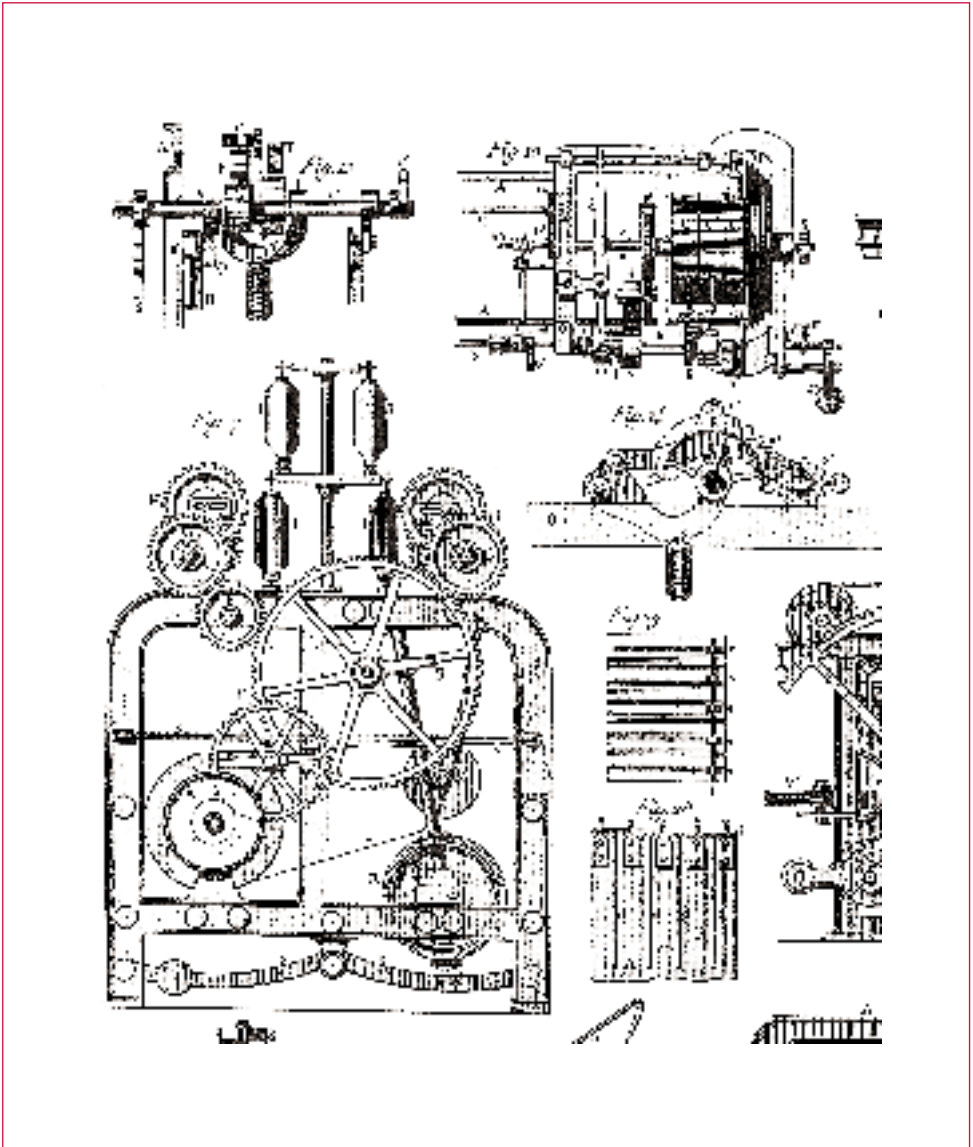
EVOLUCIÓN TECNOLÓXICA E INERCIA ACADÉMICA

Pero non só se modificou a conceptualización matemática que fundamenta o debuxo técnico; é doado constatar que na actualidade o extraordinario desenvolvemento da tecnoloxía gráfica de produción e reprodución de imaxes repetitui de maneira importante nelas⁵. Nese panorama, a informática gráfica é o fenómeno máis espectacular. Se se comparan os debuxos técnicos do pasado non moi

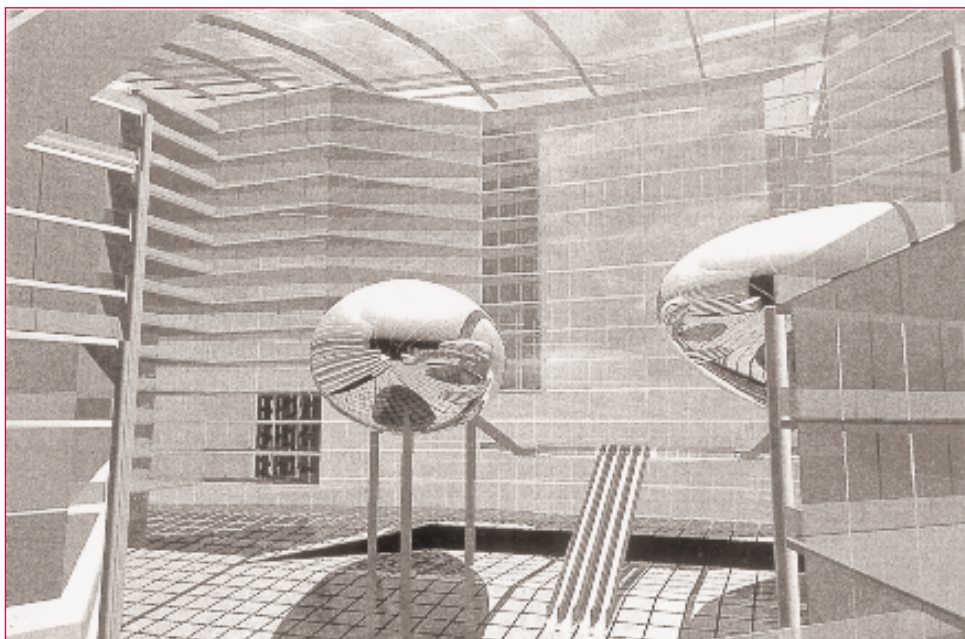
3 Adrian Gheorghiu, Virgil Dragomi, *La représentation des structures constructives*, París, Eyrolles —s. f. *Geometry of Structural Forms*, Londres, Applied Science Publishers, 1978.

4 Existe unha traducción española: F. Hohenberg, *Geometría constructiva aplicada a la técnica*, Labor, 1965.

5 A desaparición dos delineantes, que tiveron que se adaptar masivamente á utilización dos programas de CAD, é un dos fenómenos máis espectaculares desde o punto de vista profesional.



6. Maquinaria téxtil de 1851. Lámina de *The Iconographic Encyclopaedia of Science, Literature, and Art*, 1851.



7. Imaxe infográfica de 1990, do proxecto dun hotel. Tomado de Sainz, *Infografía y arquitectura*, Madrid, 1992.

remoto cos que se realizan nos nosos días, decatámonos do gran cambio producido (figs. 6 e 7). Este feito afecta non só as aplicacións profesionais, senón tamén os sistemas académicos que o inclúen como materia dentro das súas ensinanzas. Hoxe, a revisión dos plans de estudio das carreiras técnicas tradicionais e a elaboración doutros para as novas especialidades que se poidan definir é unha oportunidade que se ha aproveitar para revisar algúns dos aspectos que inciden nesta cuestión.

Canto á xeometría descritiva, a crenza de que ó ser unha disciplina científica é inmutable en calquera cambio histórico, é difícil de soste á vista dos datos que coñecemos. Parece que na xeo-

metría descritiva o único que se quixo admitir, coma na historia da ciencia en xeral, é unha idea de progreso que a afianza cada vez máis; como consecuencia de todo isto é habitual narrar unha historia épica da ciencia, a través de fitos marcados coas sucesivas conquistas.

Sucede adoito que, en ocasións de incerteza, se acode ó pasado histórico para buscar un aval do propio presente. Neste sentido é sintomático que se invoque con bastante frecuencia e se investigue a historia dalgunhas disciplinas científicas.

En particular, asistimos como espectadores á proliferación de estudos sobre a historia da xeometría descritiva.

Sen chegar á aseveración machadiana de que se canta todo o que se perdeu, pódese dicir que existe un discurso conmemorativo excesivo e sospeitoso que semella querer evita-lo discurso crítico e correctivo.

Pola súa vez, o debuxo técnico está relacionado coa súa propia tradición histórica anterior que se concreta, ademais de nos propios debuxos, nos textos que se van actualizando e que recollen os preceptos desenvolvidos nos sistemas de ensino. Por outro lado, o debuxo técnico tamén se xustifica pola súa relación coas prácticas profesionais que o utilizan e o valoran, en consecuencia, pola vixencia dos seus contidos.

Nestas páxinas propoñémonos analizar estas dúas circunstancias principais que enmarcan o ensino do debuxo técnico: a súa tradición histórica como disciplina académica, onde se relaciona coa xeometría descritiva e, como segunda circunstancia, a súa dependencia das aplicacións profesionais que evolucionan e asumen, tanto os cambios tecnolóxicos como a aparición de novos materiais, de novas profesións e de novos sistemas de produción industrial.

DEBUXOS E MAQUETAS

Nos últimos anos estase a producir a revisión teórica dun tema: os modelos

tridimensionais; as circunstancias, que non son casuais, teñen que ver coa necesidade de resituar teoricamente os recursos gráficos na era da informática. Lévanse realizado varias exposicións de ámbito internacional e publicáronse algúns estudos moi rigorosos dedicados ó uso e a importancia das maquetas en diferentes momentos históricos⁶ (fig. 8).

No panorama de todos estes estudos non é aventurado afirmar que existe un consenso case que unánime acerca da superioridade técnica e conceptual dos modelos tridimensionais sobre os debuxos para concibir e comunica-lo proxectado. Parece que con estes traballos se quere emendar unha débeda histórica: o inxusto trato e o esquecemento académico das maquetas que só as admitiu marxinalmente.

Nas razóns que se dan deste feito é insuficiente o argumento de que, mentres o debuxo estaba dotado intelctualmente dun aparello teórico, as maquetas limitáronse a un mero papel artesanal e sempre supeditado ó propio debuxo. É posible que a oportunidade histórica dunha revisión teórica do papel asumido polas maquetas teña algo que ver cos novos medios informáticos de proxectar e, tamén, coa correspondente crise dos sistemas de representación gráfica tradicionais no debuxo.

⁶ No ano 1994 realizouse no Palazzo Grassi de Venecia a exposición: *Rinascimento, da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'architettura*. O catálogo que se editou con este motivo recolle estudos sobre as maquetas máis importantes daquel período histórico que se mostraron na exposición. Recentemente, en 1997, no Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona realizouse a exposición e o correspondente catálogo: *Las casas del Alma. Maquetas arquitectónicas de la Antigüedad (5500 a. C./300 d. C.)*. Ademais destas exposicións, viron a luz unha longa serie de artigos e libros.

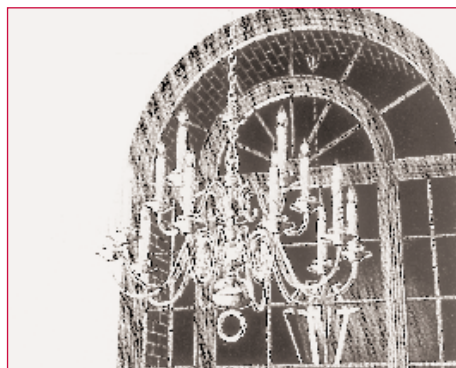


8. Debuxo de Federico Zuccari (1540-1609). Zuccari e Borghini perante Vasari durmido, coa maqueta da cúpula da catedral de Florencia. Uffizi, Florencia.

Certamente, as maquetas permaneceron orfas do aparello teórico e científico que si veu arroupando o debuxo técnico desde o mundo antigo. Non se pode esquecer que, desde a transmisión do arquitecto romano do século I a. C., Vitruvio, das súas tres categorías gráfi-

cas: *ichnographia*, *ortographia* e *scenographia*, marcaranse as teorías do debuxo técnico establecidas desde o renacemento ata a nosa propia época, que se concretou en diferentes sistemas gráficos.

A aprendizaxe dos tradicionais sistemas de representación —sistema dié-



9. Animación infográfica, exterior e interior dunha porta. Tomado de Sainz, *op. cit.*

drico, sistema acoutado, sistema axonométrico, sistema cónico, etc.— xustificou suficientemente a existencia de moitas disciplinas de debuxo técnico nas que as maquetas estiveron sempre ausentes por seren algo innecesario. Pódese lembrar que as materias de debuxo técnico foron denominadas precisamente Sistemas de representación en alusión ós que xa nos referimos.

Pola contra, as maquetas eran concibidas como un oficio, subsidiario e dependente do debuxo, carentes dunha autonomía conceptual con capacidade para concibir co mesmo foro teórico concedido ó debuxo.

MAQUETAS VIRTUAIS

Verdadeiramente, construír un modelo tridimensional de calquera obxecto é algo distinto a representalo cun debuxo, se ben é certo que os obxectivos que se buscan ó realizalos poden ser idénticos e conseguirse, indistinta-

mente, coa utilización dun modelo corpóreo ou coa súa substitución debuxada a través dun sistema de representación. Aínda que son certas as similitudes, tamén é certo que as diferencias son máis ca evidentes.

Nun programa de CAD, ó traballar en 3D (tres dimensións), a actitude mental é moi parecida á que se pode ter ó contemplar, a través dun cristal, un obxecto gardado nunha vitrina, dotado dun mecanismo que permita movelo en calquera posición e que, ó manipulalo, se puidese observar desde diferentes puntos de vista (fig. 9).

Nestas circunstancias, non tería sentido ningún, ó manipular unha maqueta ou contemplala a través dun cristal, preocuparse por cuestións de representación: axonométrica, cónica, acoutada ou calquera outro dos sistemas que se estudian tradicionalmente nos textos de debuxo técnico.

Os problemas que se poden presentar ante unha maqueta virtual, a través

da pantalla, ademais dos propios do dominio do programa que esteamos utilizando, serían de tipo constructivo, moi similares ós que se teñen ó construír materialmente unha maqueta tradicional.

É sabido que os programas de CAD automatizaron a representación. En consecuencia, unha vez definido un obxecto a través da súa maqueta virtual, a impresión en papel dunha perspectiva axonométrica, cónica ou calquera outro sistema queda resolta de forma inmediata. Por iso, a xeometría da representación viuse alixeirada extraordinariamente pola informática gráfica.

Lembrámo-la exclamación, hai case vinte anos, dun catedrático de xeometría nunha escola técnica superior de enxeñaría, que afirmaba: ¡a xeometría da representación morreu, viva a xeometría!

A coñecida e ritual frase da monarquía británica, ¡O Rei morreu, viva o Rei!, serve de sinal de partida para unha nova era. Co mesmo espírito cabería preguntarse sobre as características da nova era que foi aberta pola informática gráfica e cál quedou relegada do presente.

MODELAXE DE SÓLIDOS

Nos últimos trinta anos, na industria aeronáutica, automobilística e naval, desenvolvéronse as técnicas de modelaxe xeométrica por medios informatizados. Actualmente tamén son unha realidade no campo do deseño industrial, a arquitectura e a construción.

Sen estar consolidada como unha disciplina académica autónoma, xa forman parte da linguaxe usual, ademais de 'modelaxe de sólidos', expresións como 'modelaxe xeométrica', 'modelaxe tridimensional', 'maquetación virtual', 'CAD en 3D', etc. As técnicas que comprenden este tipo de representacións pódense concretar en catro tipos principais: os modelos 'arámicos' (*wireframe*), as mallas poligonais, a modelaxe de superficies por medio da representación de superficies 'esculpidas' (*sculptured surfaces*) e a modelaxe de sólidos.

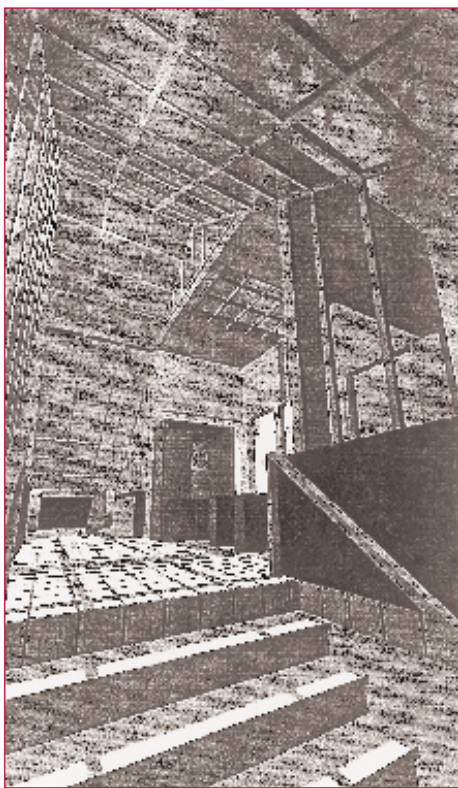
A novidade revolucionaria destes métodos, en relación coa historia dos sistemas de representación xeométrica, reside na poderosísima capacidade operativa dos procesos analíticos fronte os gráficos, ó daren os primeiros unha resposta inmediata da máquina ante as solicitudes de transformación xeométrica ou visualización dos obxectos.

Por outra parte, informaticamente resultan accesibles temas xeométricos inabordables con procesos manuais, e tamén se potencia a axilidade de deseño ó dispor dunha amplísima opción de ensaio proba-erro e innovadoras estratexias gráficas.

Canto ás aplicacións dos modelos xeométricos de tres dimensións, a máis estendida e coñecida é a obtención de planos similares ós tradicionais, aínda que a representación bidimensional clásica incorpora numerosos elementos simbólicos que non se poden obter pola proxección directa de modelos tridimensionais. Este feito xustifica a posibilidade

de convivencia e independencia entre modelos 2D e 3D, pois nos primeiros recóllense códigos e convencións gráficas de amplo uso.

Outra das aplicacións máis poderosas consiste na posibilidade de análise xeométrica dos modelos, que permite obter de modo automático numerosos datos, como lonxitudes, áreas e volumes de elementos illados ou conxuntos de elementos.



10. Maqueta virtual realizada por Andrés Mesa a partir dun proxecto de estación de metro en Bruxelas do arquitecto P. Neirinck. 1995.

Con todo, a aplicación máis coñecida e habitual dos modelos xeométricos é —en conexión con outros módulos de *rendering*, animación e tratamento de imaxes— a obtención de vistas ‘realistas’ dirixidas á promoción ou a comunicación do deseño (fig. 10).

MODELOS NON XEOMÉTRICOS

A xeración dun modelo xeométrico permite, tamén, asociarlle atributos diversos como peso, temperatura ou resistencia mecánica. A simulación funcional é unha área na que teñen acadado notables resultados os sectores pioneiros nesta cuestión. A enxeñería automobilística, naval e aeronáutica, a interacción dun modelo xeométrico cun modelo eólico e a análise dos resultados por medio dun programa de elementos finitos é un exemplo relativamente coñecido.

A un modelo xeométrico pódense lle especificar diferentes atributos materiais interesados en xerar obxectos virtuais que sexan capaces de simular, de modo satisfactorio, obxectos naturais ou sometidos á acción directa de dinámicas naturais, como a forza do vento ou as leis do crecemento que impulsan o desenvolvemento das plantas ou dos seres vivos en xeral.

Con estes métodos é posible xerar obxectos irregulares (nubes, montañas, fume, lume), todos eles impensables por métodos xeométricos. Os métodos baseados en leis físicas permiten modelar obxectos como superficies elásticas, de

plástico ou teas sometidas á acción de forzas gravitatorias, á acción do vento ou á interacción con outras superficies.

Todos estes programas poñen en cuestión a capacidade dos métodos tradicionais de debuxo técnico para a representación de calquera atributo da forma que non sexa estrictamente xeométrico e, mesmo neste campo a informática gráfica puxo en evidencia os límites do debuxo tradicional para controla-las formas libres.

É sobradamente coñecido o feito de que, no debuxo, o control dunha forma tridimensional que non está limitada por arestas se realiza mediante a representación dos seus contornos aparentes. Esta metodoloxía, tan utilizada na xeometría da proxección na representación das formas curvas elementais, reduce drasticamente as posibilidades de controla-las súas propiedades xeométricas tridimensionais, e é realmente insuficiente cando se traballa con superficies de xeración libre, aquelas que a informática introduciu baixo a denominación de *free forms*.

Non hai dúbida de que os novos sistemas xeométricos implantados pola informática permiten establecer un rigoroso control visual e métrico das superficies de forma libre, máis aló dos contornos aparentes que se obteñen coa xeometría da proxección.

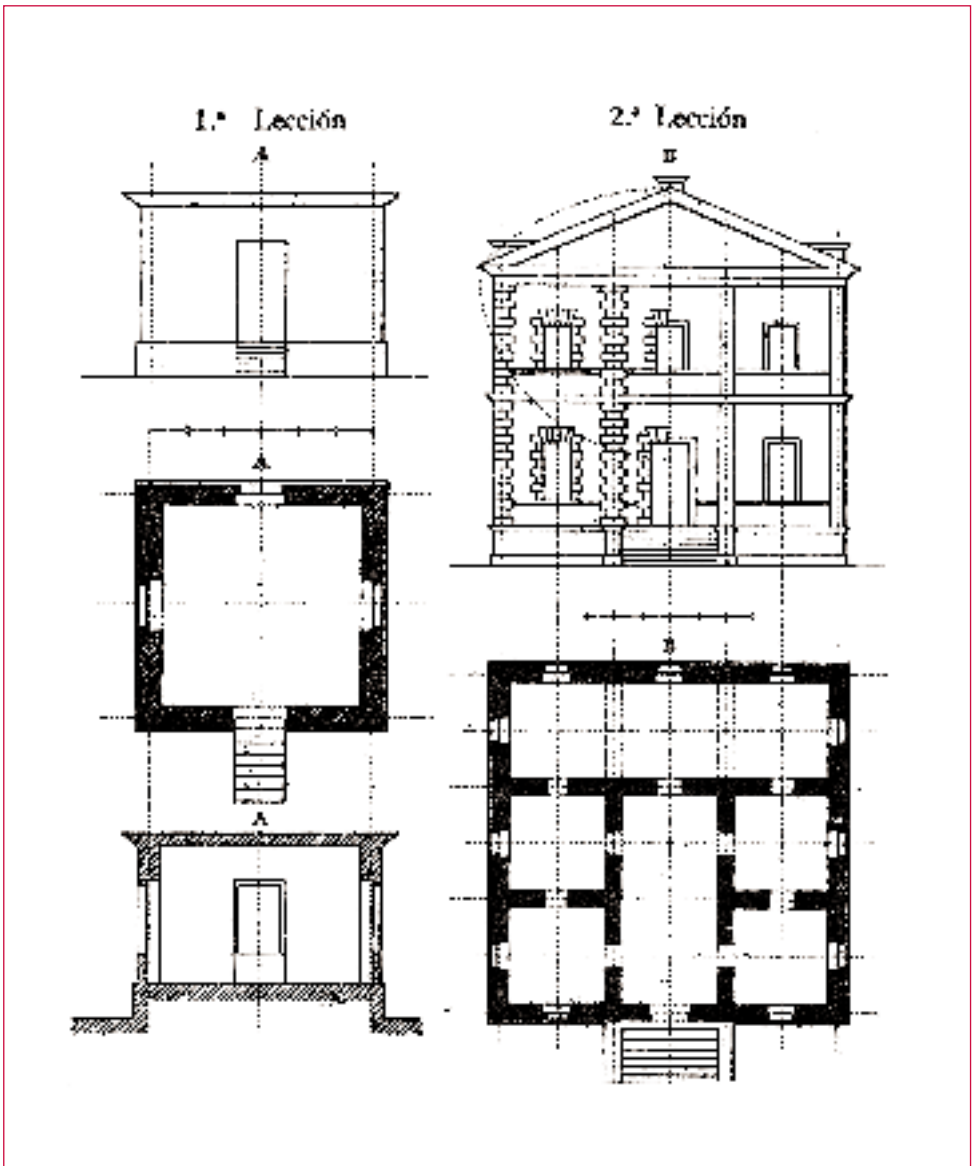
VISTAS CONTRA PROYECCIONS

Aínda que se consideren como algo sinónimo e se utilicen indiscriminadamente, non é o mesmo unha proxección horizontal, unha vista superior, unha planta ou unha *ichnographía*. Do mesmo xeito, non é igual, aínda que se usen indistintamente, as denominacións perspectiva paralela ou proxección axonométrica.

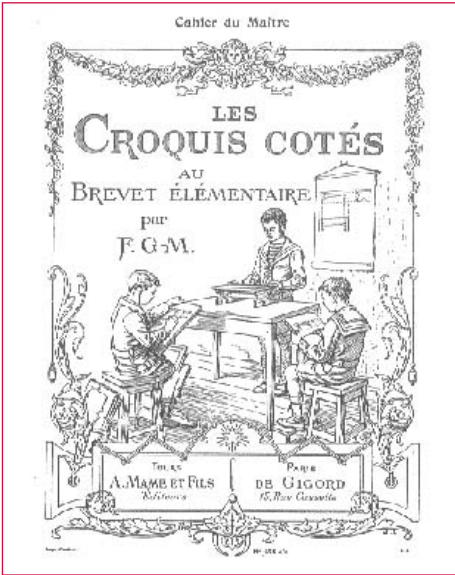
Mesmo sendo un termo arcaico, a *ichnographía* (de *icnos*, 'pegada, marca') fai referencia ó esquema que representa o símbolo fundacional e ritual dunha construción (fig. 11). A planta é o debuxo da distribución horizontal dun



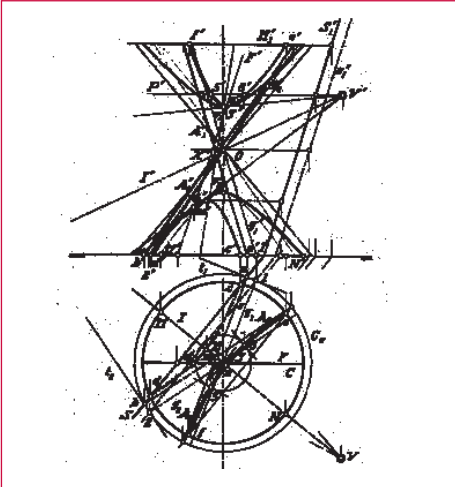
11. Estatua de Gudea e Ichnographia da "cidade santa" do deus Ningirsu recollida sobre os seus xeonllos. 2125 a. C., Louvre, París.



12. Correspondencia entre plantas, alzados e seccións. Figura dunha das obras fundamentais do "debuxo politécnico" do século XIX: J. N. L. Durand, Cours D'Architecture, Paris, 1821.



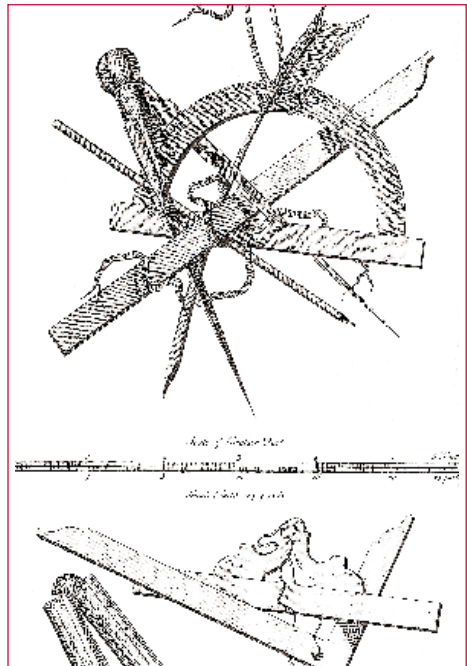
13. Portada dun manual francés de bosquexo, de principios de século. Realización de 'vistas': frontal, superior e lateral.



14. Proxeccións vertical e horizontal dun problema de xeometría descritiva. A. Taibo, *Geometría descriptiva y sus aplicaciones*, Madrid, 1943.

edificio ou obxecto que se dispón sobre o chan (fig. 12). A vista superior está relacionada e depende doutra que se define como vista principal dun obxecto (fig. 13). Pola súa vez, unha proxección horizontal é, xunto coa proxección vertical, o sistema formulado polo matemático Gaspard Monge para defini-las formas do espazo (fig. 14).

Os especialistas coñecen ben o pao que soportou a xeometría proxectiva dos matemáticos nas aulas e tratados de debuxo técnico desde hai xa dúas décadas.



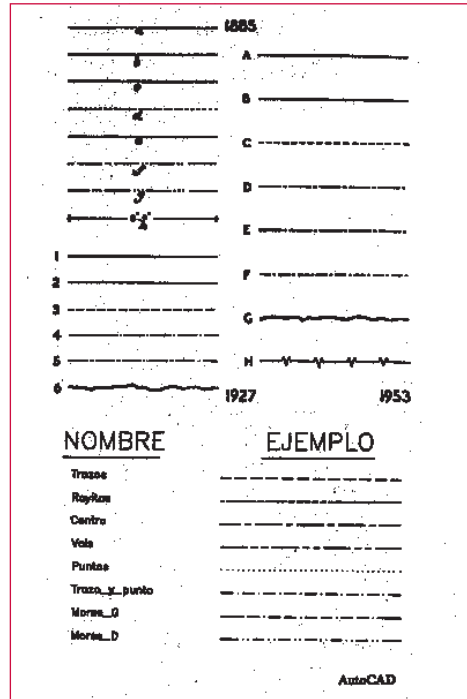
15. Instrumentos de delineación recollidos nun tratado de 1733. Tomado de M. Hambly, *op. cit.*

A DELINEACIÓN, O OFICIO DUNHA CIENCIA

A tecnoloxía gráfica do debuxo técnico que se pode concretar arredor do termo delineación, non só sufriu unha grande evolución a través dos anos (fig. 15), senón que nas últimas décadas a informática gráfica fixo desaparecer practicamente a profesión de delineante, deixando á vez inservible unha gran parte das normas de debuxo técnico industrial que se desenvolveran progresivamente desde o século pasado ata a década dos anos sesenta.

En relación coa tecnoloxía gráfica, a aprendizaxe do debuxo técnico baseábase, en moitas ocasións, no dominio do oficio da delineación e no coñecemento dos códigos gráficos, máis ou menos normalizados na enxeñería ou a arquitectura: as convencións e normas de representación (DIN, UNE, etc.) (fig. 16). Neste momento, moitas destas tradicións comezan a se converter en historia.

Semella indubidable que, hoxe, aquilo denominado por moitos como 'delineación electrónica' é algo xa irreversible. Por outra parte, na industria reduciuse radicalmente o uso dos 'planos de taller', realizados cunhas normas gráficas universais que pretendían garantir unha interpretación unívoca polos operarios que seguían as súas instrucións coas máquinas-ferramenta. Os planos de taller perderon o seu protagonismo co desenvolvemento da robotización da produción que executa as ordes recibidas desde os programas informáticos CAD-CAM, e teñen moi pouco que ver cos métodos de produción de obrei-



16. Diferentes tipos de liñas utilizados no debuxo de enxeñería en distintas épocas.

ros especializados no manexo dunha maquinaria que seguían as ordes visuais previstas nos planos de execución.

Como consecuencia de todo isto, as transformacións no debuxo técnico afectaron a moitos recursos máis ou menos sofisticados (rotulación, acoutamento, tipos de liñas, soportes, uso de técnicas e materiais, etc.) que tiñan a súa razón de ser nunhas tecnoloxías gráficas moi concretas de realización e reprodución de debuxos, así como nos sistemas de produción industrial que os facían necesarios.

As repercusións nos sistemas de ensino son evidentes, os paradoxos que se producen son rechamantes: podemos atopar profesores de debuxo técnico que prohíben o uso da cor nos debuxos, co argumento de que sempre se debuxou con tinta negra, ou afirman que as cores non están consideradas nas normas de debuxo industrial e, xa que logo, debe excluírse todo aquilo que dependa exclusivamente do criterio persoal.

Ó tempo, ironicamente, podemos-lles advertir ós mesmos profesores que os seus alumnos, ó traballaren con programas de CAD, se valen de monitores en cor e utilizan, no sistema de 'capas', atributos de cores para diferenciarlas. Nestes casos podemos preguntar por qué razón non se lles obriga a utilizar monitores en branco e negro.

Desde outro punto de vista, a teoría científica que fundamentaba a maior parte das prácticas da delineación para a produción industrial era, sobre todo, a xeometría da representación consolidada na xeometría descritiva. Non podemos esquecer que no texto introductorio á súa *Geometría descriptiva*, Monge refírese a "esta geometría para la representación y determinación de los elementos de las máquinas".

En relación con isto mesmo lembramos que a xeometría descritiva mongiana formará claramente un binomio teoría-práctica co que se definiu como o "debuxo politécnico", cunha longa vixencia que se vai prolongar ata os nosos días. Este tipo de debuxo depurou os elementos formais a uns mínimos,

case exclusivamente de liña, sen sombreado, conseguindo unha máxima expresividade de gran racionalidade e coherencia.

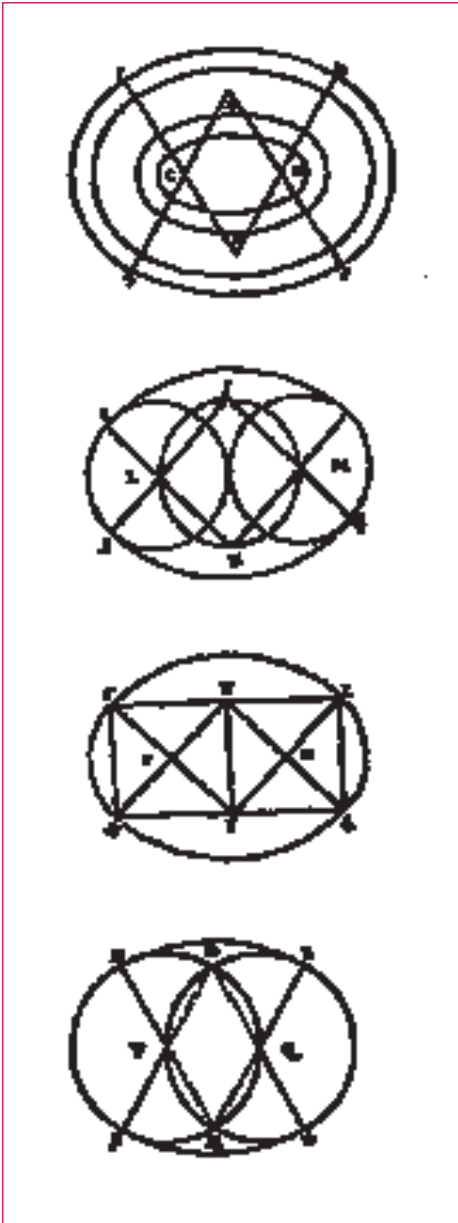
Consonte todos estes argumentos é razoable pensar que os cambios producidos na maneira de debuxar afectarán a vixencia ou a necesidade da ciencia en que as sustentaba cando os debuxos politécnicos de tradición decimonónica perderon a súa hexemonía, deixaron sen xustificación unha boa parte das funcións que a xeometría descritiva cumpría.

UN CASO PARTICULAR: ÓVALOS E ELIPSES

Temos algúns exemplos contundentes de cambios derivados da existencia da informática gráfica.

Se ben para o profano os óvalos e as elipses son figuras equivalentes, para o debuxante son ben diferentes. Tamén neste caso, a informática altera a importancia que tiñan estas figuras nos procesos da delineación.

Pódese recordar, previamente, que os óvalos e as elipses son graficamente figuras semellantes, pero son absolutamente diferentes desde o punto de vista xeométrico. Mentres que a elipse é, xunta a parábola e a hipérbola, unha das seccións planas dun cono de directriz circular, que se poden definir cunha ecuación de segundo grao, un óvalo é unha curva pechada convexa, con dous eixes de simetría, composta pola combinación de diversos arcos de circunferencia tanxentes entre si e con distintos centros e

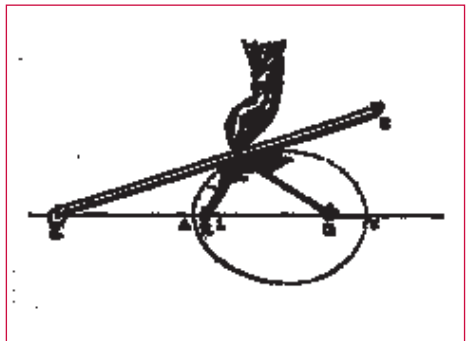


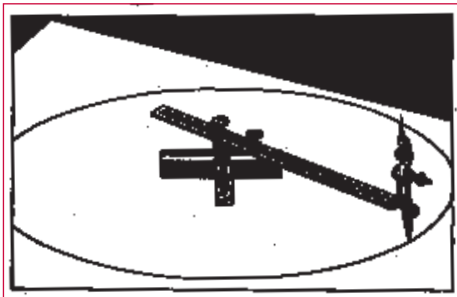
17. Óvalos recollidos no tratado de S. Serlio de 1545.

radios (fig. 17). Por tal motivo, non se poden expresar analiticamente cunha única ecuación; precisarían tantas coma arcos distintos aparezan e cos seus correspondentes límites.

Tamén a construción gráfica destas figuras é radicalmente diferente. O óvalo, unha vez definidos os centros dos seus arcos de circunferencia e os puntos de enlace, constrúese co tradicional compás para conseguir uns resultados de precisión gráfica que non requiren un adestramento especial.

Pola contra, para debuxar unha elipse cómpre, ou ben dispor dun instrumental máis sofisticado có simple compás —como o elipsógrafo ou un xogo de sobreplantas de curvas— ou debuxalas por puntos ou co rudimentario método do xardineiro (figs. 18 e 19). Estas dificultades para o debuxo das elipses convértense nun pesadelo para os estudantes primeirizos de debuxo técnico e concréntanse no amplísimo repertorio de trazados posibles que ocupan un importante tempo da aprendizaxe.

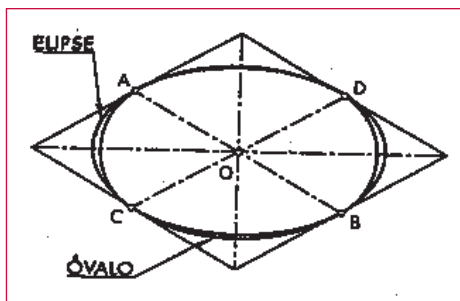
18. Trazado da elipse segundo o método do xardineiro, nun gravado da *Geometrie* de Descartes de 1637.



19. Elipsógrafo. Figura do tratado de A. Commelerán, *Técnica del dibujo*, Barcelona, 1939.

As elipses están presentes no debuxo técnico na representación axonométrica de elementos circulares; fundamentalmente nos cilindros e conos que definen roscas, parafusos, rodas, arandelas, etc. Para evita-lo complicado trazado das elipses que representan todos estes elementos, as normas de debuxo técnico industrial admiten a súa substitución por óvalos para lograr uns resultados gráficos máis pulcros e económicos.

Os óvalos non requiren para o seu trazado unha grande habilidade manual e, en consecuencia, un adestramento previo como o que se precisa no bo debuxo das elipses, polo que os resultados adoitan



20. Comparación entre a elipse e o óvalo isométricos.

ser máis satisfactorios. Non obstante, un ollo avezado ve sempre mellor unha elipse ca un óvalo para representar unha circunferencia en perspectiva (fig. 20).

Todo isto transformouse. Cos programas de CAD inverteuse totalmente a cuestión. Na axonometría os cilindros, conos e circunferencias en xeral representáanse de forma automática sen necesidade de cálculo ningún, sen erros e, se o periférico (*plotter* ou impresora) é minimalmente aceptable, o resultado gráfico é impecable. En consecuencia, é innecesaria a substitución das elipses por óvalos. Por este motivo, actualmente prohibese en moitos programas de ensino de debuxo técnico a substitución de elipses por óvalos, aínda que as normas de debuxo técnico industrial sigan admitindo esta posibilidade.

Canto ás elipses, consideradas como simples figuras planas, as rutinas dos programas gráficos fan innecesarios os métodos de trazado por feixes proxectivos ou calquera construción por puntos. En contraposición, cómpre unha definición conceptual precisa dos datos que se requiren para a súa concreción, como poden se-los focos, os eixes maior e menor ou calquera par de eixes conxugados.

A AUTORIDADE DA TRADICIÓN

Volvendo á xeometría descritiva tradicional, advertimos nela un perigo que pode afectar, precisamente, a moitas disciplinas académicas de longa tradición: a perda de referencias á realidade

—tecnolóxica, cultural, profesional ou social en xeral— e o seu ensimesmamento con referencias exclusivas á súa ‘autoridade’ establecida, unha autoridade manifestada historicamente pola súa presenza nas institucións que se remontan ó pasado. Por iso, fronte á rememoración do pasado histórico, sería máis razoable propoñer un discurso correctivo dos erros que se detecten.

Sen nega-la lección da historia, comprobamos que esta pode utilizarse desde dúas actitudes: como revisión crítica que repercute activamente no presente, ou desde unhas posicións historicistas que adoptan un ton épico e pretenden apoia-lo que se fai en cada momento, para mante-la inercia do establecido co aval dos episodios históricos que se cren herdados.

No ensino é adoito inevitable que, nas aulas, os profesores utilicen algún argumento histórico cando se refiren, no primeiro contacto cos estudantes, á ‘importancia da materia’. Non obstante, este formulismo tamén pode non existir. Falar da importancia histórica do inglés ou da informática parece algo innecesario; é unha obviedade que todos aceptamos. No suposto de que alguén tivese que explica-las razóns da súa importancia, tería, fóra da historia, argumentos máis que de sobra para facelo.

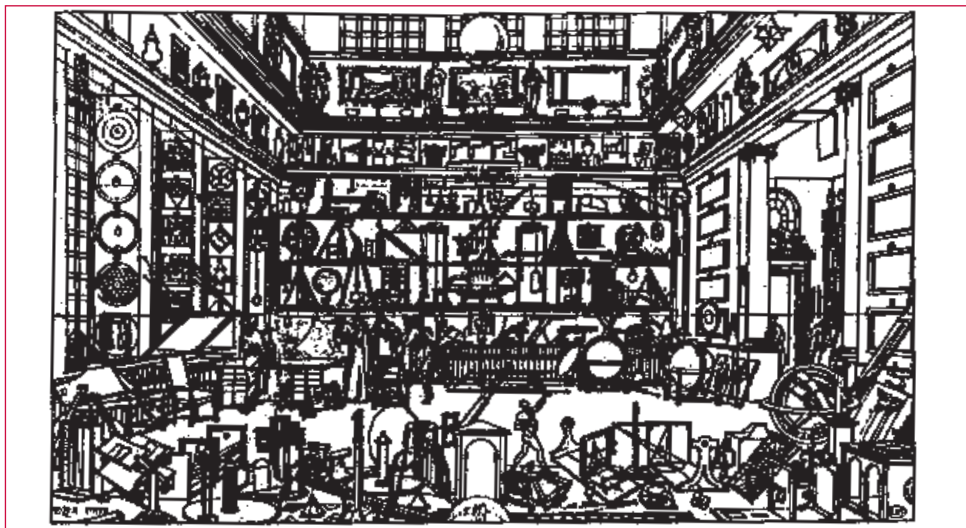
Para xustifica-la importancia do inglés non cumpriría remitirse ó pasado e invoca-la obra de Shakespeare, ou a historia da literatura inglesa en xeral, a pesar da súa importancia fóra de toda discusión. No mesmo sentido, non sería

necesaria, para xustifica-la necesidade da informática, facer referencia ós seus antecedentes históricos, á ‘máquina aritmética’ de Pascal de 1645 ou a aquelaoutra ‘máquina calculadora’ de Leibniz de 1871.

Invoca-lo pasado glorioso dunha disciplina, ou o seu arraigamento, para xustifica-la súa necesidade na actualidade non deixa de pór en evidencia unha actitude defensiva, intereseira, incapaz de argumenta-lo seu sentido con referencias ó presente; é unha actitude que á vez falsea a miúdo a propia historia coa construción da lenda dourada que non coincide exactamente coa realidade dos feitos.

ACADEMIA, ACADEMICISMO E XEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Aparentemente pode resultar contradictoria a relación entre os termos xeometría e academicismo que encabezan este apartado xa que, por unha banda, a ciencia en xeral e a xeometría en particular se asocian a unha idea de universalidade e obxectividade científica para a busca da ‘verdade’ (fig. 21). A verdade que pretende a ciencia está por riba e é contraria á concepción ideolóxica do academicismo que ten, pola súa vez, unhas connotacións de carácter pexorativo. A ciencia está relacionada co progreso tecnolóxico e a academia vincúlase con actitudes conservadoras moitas veces contrarias á idea de progreso e que se poden cualificar, nalgún momento, como politicamente reaccionarias no seu



21. Gabinete de física na Academia de Ciencias. Sebastian Leclerc (1637-1714). École des Beaux-Arts, París.

compromiso por querer manter un sistema de poder establecido.

Verbo destas cuestións pódese advertir que nin a ciencia está exenta de implicacións ideolóxicas, nin o academicismo ha entenderse cun carácter absolutamente pexorativo. Ó noso entender, a existencia da xeometría descritiva, aínda que sexa unha disciplina fundamentalmente científica, ha explicarse en parte, precisamente, desde o seu carácter 'ideolóxico' e desde a formulación xeral dos sistemas de ensino que a inclúen e que son tamén, como tentaremos argumentar, a expresión dunha forma de poder.

Para relaciona-la xeometría descritiva co academicismo, convén facer previamente algunha precisión sobre este último termo. Se ben son varias as acepcións da palabra academia, por 'acade-

micismo' entendemos, neste contexto e no seu sentido pexorativo, a aceptación e a imposición acrítica duns modelos teóricos ou formais que están establecidos e estabilizados nunha institución de ensino.

Non obstante, non se pode esquecer que toda tradición académica — mesmo que sexa pexorativamente academicista— nas súas orixes sempre xurdiu dunha situación vital, necesaria (aínda que despois non se acostume mantela) e que é a clave e a explicación do comportamento adoptado pola mesma institución. Co transcurso do tempo, ó cambialas propias circunstancias históricas vaise substituíndo a formulación ou o enunciado daqueles primeiros problemas vitais pola imposición dunhas solucións acríticas que se pretenden establecer como universais e inmutables.

A historia da xeometría descritiva, logo de douscentos anos de existencia, percorreu todas estas etapas: unha primeira formulación como expresión simbólica dunhas circunstancias singulares relacionadas coa Revolución francesa e, máis tarde, a súa consolidación nun poder académico comprometido ideolo-

xicamente cun determinado modelo de sociedade. Pódese afirmar que a xeometría descritiva é, en gran medida, o produto dunha época histórica particular e, así mesmo, a concreción como peza clave dun sistema de ensino, dunha proposta utópica de transformación da realidade.

