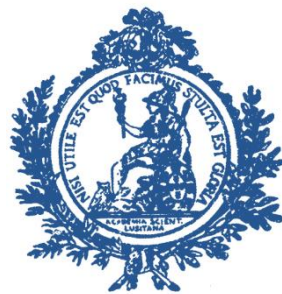


E. R. de Arantes e Oliveira

**REFLEXÕES DE UM ENGENHEIRO CIVIL
SOBRE ALGUMAS ESTRUTURAS
ANTIGAS E MODERNAS**



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

CLASSE DE CIÊNCIAS

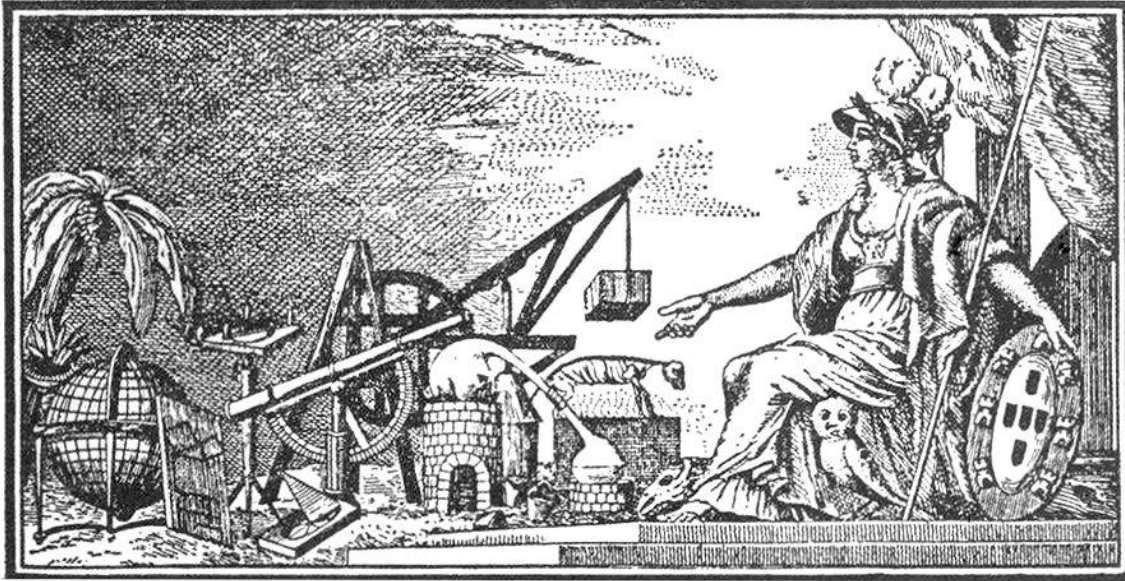
E. R. de Arantes e Oliveira

**REFLEXÕES DE UM ENGENHEIRO CIVIL
SOBRE ALGUMAS ESTRUTURAS
ANTIGAS E MODERNAS**



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

CLASSE DE CIÊNCIAS



REFLEXÕES DE UM ENGENHEIRO CIVIL SOBRE ALGUMAS ESTRUTURAS ANTIGAS E MODERNAS

E. R. de Arantes e Oliveira

O título que escolhi para esta palestra ocorreu-me a propósito de uma exposição sobre as “Obras de Santa Engrácia” neste momento aberta ao público. A inauguração dessa exposição foi acompanhada pela edição de um catálogo para o qual contribuíram três sócios da nossa Academia: Luís Aires-Barros, Guilherme d’Oliveira Martins, e eu próprio.

Foi a segunda vez que me convidaram a colaborar numa peça literária consagrada a uma grande estrutura. De facto, quando da inauguração da Estação do Oriente, escrevi um dos artigos do magnífico livro a ela consagrado. Entre os co-autores, fui eu o único engenheiro de estruturas, e Santiago Calatrava, projectista da obra, o único arquitecto.

Limitei-me, nesse artigo, a tratar da grande nave onde passam os comboios. Comecei por observar que a maior parte das pessoas com quem conversara

afirmavam sentir-se perante uma construção que, sendo indubitavelmente moderna, lhes lembrava uma catedral gótica. Decidi pois orientar os meus comentários no sentido de investigar até que ponto se aproxima ou afasta de uma nave gótica a obra de Calatrava.

Observei que, confrontados com a necessidade de conceber a geometria das estruturas que pretendiam construir, os construtores antigos desde sempre se sentiram limitados pelos materiais a que recorriam. Os constrangimentos que estes lhes impunham obrigavam-nos a basear-se num vocabulário de formas muito limitado. Nas construções de pedra, a conveniência de usar aduelas todas iguais conduzia, nomeadamente, a formas circulares ou esféricas. Foi pois nos espaços de idealizações correspondentes a essas formas que os construtores medievais procuraram e encontraram soluções para os problemas que lhes eram postos pela cobertura de grandes vãos.

A estrutura da Estação do Oriente inspirou-se sem dúvida nessas soluções, embora só materiais modernos nela fossem utilizados. Mais precisamente: enquanto os construtores góticos usaram a pedra, material que convém fazer trabalhar à compressão, Santiago Calatrava utilizou, na estrutura principal da sua nave, o aço, material que trabalha idealmente à tracção.

Num ponto quis Calatrava, talvez por razões de continuidade cultural, aproximar-se dos seus antecessores medievais: no recurso a formas ogivais. Nada a tal o obrigava, já que os materiais modernos lhe concediam uma total liberdade. Apesar disso, são de facto ogivais, na Estação do Oriente, os elementos curvos dos pórticos espaciais que suportam a estrutura secundária em que se apoiam as chapas de vidro da cobertura.

Em contrapartida, Calatrava rompeu absolutamente com a tradição medieval da horizontalidade da linha de fecho da abóbada, característica, não só das naves góticas, como das igrejas em geral. Pode entender-se esta rotura pensando que as circunstâncias de ordem funcional são claramente diferentes. De facto, enquanto na nave de uma igreja a linha de fecho termina na glória do transepto e da capela-mor, uma estação ferroviária do tipo da Estação do Oriente não proporciona um tal clímax: em ambas as extremidades, a nave abre-se para espaços de indefinida vastidão.

Sendo assim, os sentimentos mistos de novidade e familiaridade que a nave de Calatrava desperta nos que a contemplam são certamente devidos a que ele aproveitou, da tradição, o que nesta é ainda válido e, da modernidade, o que os desenvolvimentos tecnológicos e, nomeadamente os novos materiais, tornaram possível. Mas, pesadas as claras diferenças tanto na função como nos recursos

outrora e agora disponíveis, a estrutura de Calatrava pode considerar-se tão lógica como a de uma catedral gótica.

*

A arquitectura cristã adoptou, nas suas origens, basicamente dois planos, também eles adaptados à função: o plano basilical romano, concebido para acolher as grandes liturgias, e o plano radial dos baptistérios e santuários destinados à veneração de relíquias.

A arquitectura sagrada bizantina desenvolveu-se a partir destes planos. O basilical romano foi utilizado até ao século VI em igrejas como a de Santo Apolinário de Ravena. Santa Sofia, ou mais correctamente *Haghia Sophia*, a Basílica Patriarcal de Constantinopla, mandada construir por Justiniano, também utilizou esse plano. Mas, durante o reinado do mesmo príncipe, o plano radial foi utilizado em edifícios de planta octogonal, como S. Vital, de Ravena. Observo que já no século IV se construía um edifício de planta dodecagonal. Todos os que deixam Roma partindo da Estação *Termini* podem de facto contemplar, das janelas do comboio, as soberbas ruínas do *nymphaeum* da actual *Via Giolitti*. Atribuem-nas erradamente ao *Templo de Minerva Medica* que se sabe ter existido no Janículo. Mas ruínas desse templo nunca estas poderiam ter sido: a construção de um templo pagão de tais proporções seria impensável na Roma pós-constantiniana.

Depois do período de decadência que se seguiu à morte de Justiniano, a maioria das igrejas do Oriente passou a adoptar o plano em cruz grega. Uma característica destas igrejas era a de serem coroadas por um tambor cilíndrico encimado por uma cúpula hemisférica de raio igual ao do tambor.

Independentemente da planta dos edifícios que lhe deram origem, as formas da arquitectura bizantina resultam essencialmente da resolução do problema geométrico da cobertura de uma planta quadrada por uma cúpula hemisférica cuja base nela se inscreve. A transição do quadrado para o círculo é conseguida recorrendo a triângulos esféricos, os chamados “pendentes”, porções de uma superfície esférica com raio igual ao do círculo circunscrito ao quadrado. São estes “pendentes” que transmitem o peso da cúpula aos quatro vértices do quadrado.

O Ocidente foi mais longe que Bizâncio ao resolver o problema da cobertura de uma planta rectangular (já não forçosamente quadrada) por abóbadas cilíndricas. Este problema, que é trivial se, como na arquitectura romana, a abóbada puder apoiar-se de modo contínuo em lados opostos do rectângulo,

torna-se muito mais interessante se ela se apoiar nos quatro cantos do mesmo. Para o conseguir, os construtores medievais recorreram às chamadas “abóbadas de arestas”, resultantes da intersecção de duas abóbadas cilíndricas. Foram ainda mais longe, interpretando as arestas de intersecção dessas abóbadas como verdadeiros arcos em que se apoiavam os elementos superficiais.

Mas como os arcos diagonais seriam demasiadamente abatidos se as abóbadas correspondentes aos lados do rectângulo fossem de directriz semi-circular, o génio dos construtores ocidentais revelou-se no recurso a arcos ogivais com vértices ao nível do cruzamento das arestas, o que permitiu que as abóbadas se mantivessem cilíndricas. E assim surgiu a chamada “cruzeta de ogivas”.

Observe-se que a forma ogival tem interesse em si mesma, isto é, independentemente da sua função na “cruzeta”, já que um arco ogival, não só comunica aos apoios impulsos mais pequenos que um arco de volta inteira com o mesmo vão, como é mais fácil de construir, porque as juntas, sendo normais ao eixo, nunca se afastam muito da horizontal. Mantém-se, por outro lado, a já mencionada vantagem dos arcos de directriz circular: a de permitirem aduelas todas iguais, o que facilita a construção.

*

Depois da conquista de Constantinopla pelos turcos, as mesquitas otomanas, inclusivamente a de Soleimão o Magnífico e a do Sultão Ahmed (mais conhecida por “Mesquita Azul”) erigidas cerca de mil anos depois de Santa Sofia, passaram a inspirar-se obsessivamente nesta. Proliferando em todas as escalas, com as suas cúpulas e os, por vezes esplêndidos, minaretes – que constituíram a grande inovação relativamente ao passado bizantino –, não passam, no entanto de pálidas reproduções da que foi a sublime Basílica Patriarcal. Alguns autores não hesitam em classificá-las como *pastiches*, tão pouco interessantes como as construções novecentistas de inspiração neo-gótica, e tão afastadas da perfeição das antigas igrejas bizantinas como as igrejas neo-góticas da Catedral de Chartres.

No Ocidente, pelo contrário, a combinação das duas tradições originou soluções tão interessantes como as das catedrais italianas medievais, a mais emblemática das quais é talvez a de Florença. Nesta, o plano basilical é materializado por uma nave ainda gótica. Mas o zimbório octogonal erguido sobre o transepto constitui uma reminiscência da tradição bizantina. Esta reviveu pois no Ocidente, onde iria produzir frutos ainda mais interessantes nos zimbórios renascentistas e barrocos, dos quais o da Basílica Papal de S. Pedro, em Roma, é sem dúvida o mais grandioso. Bramante propusera para esta um plano em cruz

grega. Se este tivesse sido adoptado em vez do basilical, que foi da autoria de Miguel Ângelo, S. Pedro seria semelhante à nossa Santa Engrácia.

Na construção desses zimbórios, introduziram-se inovações, a mais notável das quais tem a ver com a forma, que já não sendo esférica mas oval, permite atingir maior altura. Por isso, a cúpula desdobra-se em duas folhas, uma interior e outra exterior, entre as quais se desenvolve a escada pela qual se acede ao lanternim. Em construções mais recentes, como o Capitólio de Washington e outros edifícios comparáveis, os zimbórios sustentam-se, internamente, numa estrutura metálica.

*

Diz-se que Santa Engrácia é um exemplo paradigmático da arquitectura barroca. Esta teve origem em Itália nos primórdios do século XVII, mas a palavra “barroco” parece provir de uma antiga palavra portuguesa que designava um rochedo, ou uma pérola, de forma irregular.

Não pode ter sido por acaso que uma palavra portuguesa foi tomada pelos italianos para designar o novo estilo, ainda antes de em Portugal se terem construído edifícios tipicamente barrocos. Há de facto que olhar o barroco como uma revolta contra a estética estabelecida, e considerar que revoluções deste tipo têm carácter periódico. Verificaram-se noutros períodos da História da Arquitectura, nomeadamente: quando do surgimento da arquitectura helenística após a morte de Alexandre, quando da viragem ocorrida na arquitectura romana no tempo dos Severos, e na passagem da Idade Média para a Idade Moderna, quando a arquitectura gótica já pouco tinha a transmitir em termos espirituais e estéticos e o “manuelino” irrompeu com a força das novidades que os portugueses trouxeram do Oriente. Talvez por isso, uma palavra portuguesa foi escolhida para denominar a nova estética.

O barroco, ou algo que se lhe assemelhe, aparece pois sempre que uma sociedade se cansa de formas artísticas esgotadas. E o tipo de arquitectura que no século XVII se espalhou por toda a Europa católica representou uma revolta contra as limitações impostas por um classicismo que o “maneirismo”, importado para Portugal pelos arquitectos dos Filipes, tentou encarnar.

Santa Engrácia é a jóia do barroco português, pelo menos do de Lisboa e da sua região. Iniciada em 1682 por João Antunes, foi sendo construída até à morte deste segundo o plano radial, em cruz grega, mas só até à chamada “cimalha real”. Aí pararam as obras. Lembro-me de, quando aluno do Liceu Gil Vicente, contemplar a impressionante obra incompleta, coberta por uma espécie de

tampa de ferro. Nunca se achou o desenho da cúpula que a remataria. Seria provavelmente diferente da concebida pelo Arquitecto Luís Amoroso Lopes que finalmente a encimou.

Houve quem dissesse que as “Obras de Santa Engrácia” foram interrompidas porque surgiram dúvidas sobre a robustez da infra-estrutura que suportaria o peso da cúpula. Mas que espécie de dúvidas? Teriam estas a ver com as fundações e a formação geológica em que a igreja se apoia? Não creio. Considere-se que, nem mesmo depois do Terramoto, surgiram indícios susceptíveis de fazer temer uma possível ocorrência. Inclino-me pois para invocar um precedente bem conhecido na história da arquitectura nacional: o das “Capelas Imperfeitas” do Mosteiro da Batalha. Ficaram para sempre “imperfeitas” porque um outro monumento, o Mosteiro dos Jerónimos, despertou o interesse de D. Manuel. O mesmo terá provavelmente acontecido com Santa Engrácia, obra de D. Pedro II, quando a atenção de D. João V se voltou para a ciclópica obra de Mafra. E, num e noutro caso, o próprio facto de o gosto ir mudando, de uns reinados para os seguintes, pode explicar revisões de política das grandes obras públicas.

Sendo a mais antiga igreja barroca portuguesa, Santa Engrácia é um dos mais perfeitos edifícios barrocos do Mundo. Não terá talvez sentido falar em perfeição quando se trata do barroco, um estilo assumidamente não-clássico. Mas quem poderá ficar insensível à harmonia das fachadas vigorosamente onduladas que ligam ente si os quatro enormes torreões associados aos vértices da envolvente quadrada da base da igreja?

De qualquer modo, não foi por acaso que as obras de Santa Engrácia só foram terminadas na década de 60 do século XX. A tarefa foi facilitada pelo recurso a materiais modernos, como o betão armado, com que, seguindo um projecto de engenharia da autoria do nosso falecido confrade Edgar Cardoso, as duas folhas da cúpula foram construídas antes de receberem o seu sumptuoso forro de pedra *liós* que, como Aires-Barros escreveu no seu artigo atrás mencionado, é “a bela e consistente rocha que veste grande quantidade de monumentos e edifícios de Lisboa”. Acrescento: “e que, exportada como lastro de navios, veio a constituir um dos factores da unidade cultural do extenso, mas geograficamente fragmentado, Império Lusitano”.

(Comunicação apresentada
na sessão de 7 de Outubro de 2010)