Arquitetura com crescimento e pensamento algébrico. Uma mirada sobre arquitetura e matemática

António Guerreiro
Enrique Martínez Jiménez

> A luz distorcia a geometria da janela, era uma incandescência informe, sem contornos, uma explosão suspensa, parada no momento de rebentar a partir do interior.
>
> In *Autobiografia*, José Luís Peixoto (2019)

A matemática emerge de padrões *abstratos*, reais ou imaginários, "visuais ou mentais, estáticos ou dinâmicos, qualitativos ou quantitativos, puramente utilitários ou assumindo um interesse pouco mais que recreativo" (Devlin, 2002, p. 9), enquanto que a arquitetura é uma das atividades humanas *concretas*, sujeita a inúmeras leis, regulamentos, opiniões e tradições. Esta aparente contradição entre a *abstração* e o *concreto* não esconde as inúmeras relações entre as duas áreas de conhecimento que fazem com que a arquitetura não exista sem a matemática e que a resolução de problemas arquitetónicos tenha possibilitado o avanço da matemática (Salvadori, 2015).

É precisamente a concretização da arquitetura, ou seja, a sua forte conexão com a realidade, que a torna um ótimo recurso para o ensino de matemática, especialmente nos anos iniciais de educação, nos quais o conhecimento matemático deve ser atingido a partir da manipulação e de experiências no ambiente quotidiano. O saber científico, técnico e tecnológico desenvolve-se quando "os alunos trabalham com recurso a materiais, instrumentos, ferramentas, máquinas e equipamentos tecnológicos, relacionando conhecimentos técnicos, científicos e socioculturais" (ME/DGE, 2017, p. 29).

Do ponto de vista da educação matemática existem dois possíveis caminhos entre matemática e arquitetura: (i) a prática da arquitetura aplica diretamente os conteúdos matemáticos da medição, proporção, espaço geométrico e otimização de recursos, base de trabalho de qualquer processo de criação arquitetónica (Alsina, 2016; García & Albert, 2005); (ii) alguns elementos arquitetónicos são um material básico para usar como um recurso no estudo de alguns conceitos matemáticos relacionados com a geometria: fachadas, plantas, recintos ou elementos decorativos, que podem ser exemplos para o estudo de proporções, projeções, transformações geométricas, frisos, mosaicos, etc., como o estudo das pavimentações a partir das decorações do Alhambra, em Granada (Pérez Gómez, 2004).

Pretende-se apresentar uma outra forma de trabalhar diretamente relacionada com a prática quotidiana do trabalho de arquitetos: o estudo do projeto arquitetónico como estratégia para solução de problemas matemáticos. Em síntese, um projeto de arquitetura ainda é uma solução proposta, entre o infinito possível, para um problema espacial, necessidades, contexto urbano, recursos materiais e económicos e, finalmente, simbolismo. O interesse educacional desta abordagem, que irá trabalhar diretamente com projetos reais de arquitetura, é sustentado por matizados aspetos: (i) confronta os alunos com problemas do mundo real, colocando-se no lugar de arquitetos; (ii) permite um conhecimento mais profundo da arquitetura, passando o foco de aspetos puramente formais para aspetos funcionais e organizacionais; (iii) possibilita o conhecimento de uma história da arquitetura mais próxima da vida contemporânea dos estudantes.

Estes desafios educacionais podem se traduzir em diferentes campos do conhecimento matemático, para além do puramente geométrico. A exploração de conceitos topológicos de interior e exterior a partir do Pavilhão da Bienal de Arquitetura de Veneza (2016) da autoria da firma de arquitetos Pezo Von Ellrichshausen (ver figura 1), com apoio na planta do pavilhão (ver figura 2) pode constituir um problema que integra conceitos geométricos e topológicos, passíveis de serem explorados em diferentes níveis de ensino.

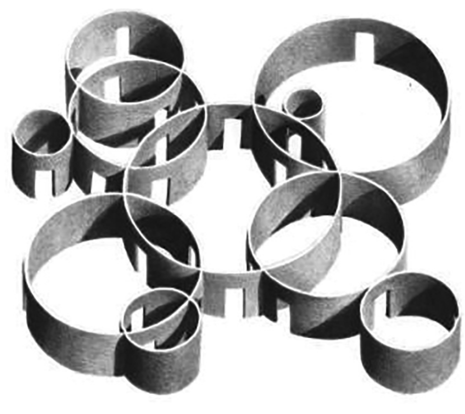

Figura 1. Maquete do Pavilhão da Bienal de Arquitetura de Veneza, Pezo Von Ellrichshausen Architects

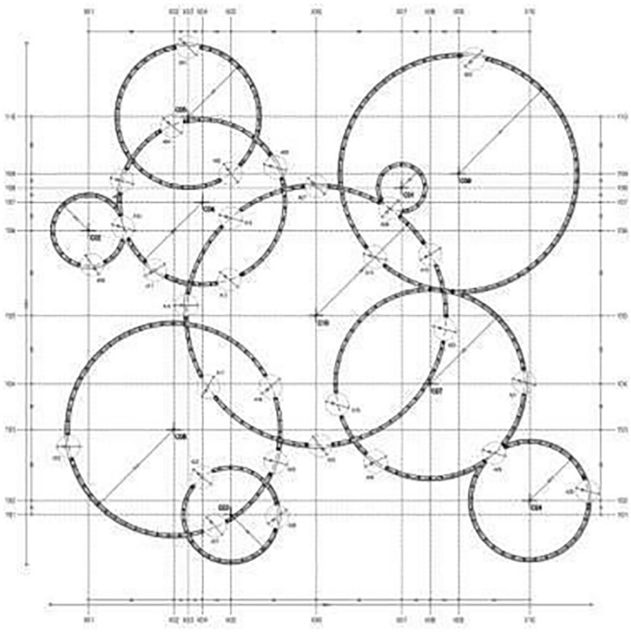

Figura 2. Planta do Pavilhão da Bienal de Arquitetura de Veneza, Pezo Von Ellrichshausen Architects.

Estas imagens podem constituir o ponto de partida para uma tarefa matemática com características de investigação: (i) quantos círculos, ou cilindros, compõem a sua estrutura? (ii) quantos quartos, ou espaços interiores, compõem esta habitação? (iii) qual é o número máximo de espaços que podem ser criados com uma estrutura de dois círculos (ou dois cilindros)? (iv) e com uma estrutura de três círculos (ou três cilindros)? etc. A discussão sobre as distintas situações matemáticas de círculos disjuntos, tangentes, com um sector em comum e com um círculo contido noutro, constituem só por si uma possibilidade de exploração matemática com os alunos de todos os níveis de ensino. Naturalmente que a arquitetura também pode envolver aplicações de matemática avançada, em obras arquitetónicas, com especial inspiração ou apoio matemático, mas não é esse o propósito deste artigo.

ARQUITETO LE CORBUSIER E A MATEMÁTICA

Charles Édouard Jeanneret Gris (1887-1965), mais conhecido como Le Corbusier (ver figura 3), foi o maior expoente e fundador da chamada Arquitetura Racionalista que parte do axioma de que a aplicação do progresso da técnica resolveria eficientemente as necessidades, físicas e espirituais, da habitação humana.

Para o arquiteto, os problemas arquitetónicos constituem um campo exclusivo da razão e da sua relação com a matemática. O modo como se equaciona um problema:

> O avião nos mostra como um problema bem colocado encontra sua solução. Desejar voar como um pássaro era representar mal o problema, e o morcego de Ader não se elevava do chão. Inventar uma máquina voadora sem lembrar nada de estranho à mecânica pura, isto é, encontrar um plano de sustentação e uma propulsão, era apresentar bem o problema: em menos de dez anos, todos podiam voar (Le Corbusier, 1998, p. 89).

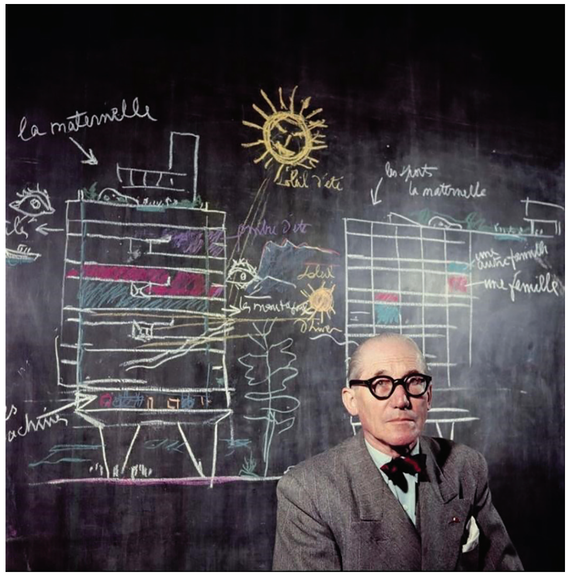

Figura 3. Arquiteto Charles Édouard Jeanneret Gris (1887-1965).

O sentido estético resulta das proporções, trabalho de arquiteto:

> A beleza? Sempre existe quando há uma intenção e meios fornecidos a ela; a proporção não custa nada ao proprietário, apenas ao arquiteto. O coração só se move quando a razão é satisfeita e isso só acontece quando as coisas são calculadas (Le Corbusier, 1998, p. 201).

O interesse de Le Corbusier pela matemática materializou-se na sua estreita relação com personagens como Matila Ghika, Albert Einstein ou Iannis Xenakis e no desenvolvimento de teorias próprias que são aplicadas diretamente ao longo da sua produção arquitetónica no momento em que são enunciadas. É o caso dos *caminhos regulatórios*, do uso de *malhas ortogonais* ou do sistema de medidas baseado na razão áurea batizada de *Modulor* (ver figura 4), em que a arquitetura assume uma harmonia da razão (Franco Taboada, 1996; Larumbe Machín, 2015).

Este artigo desenvolve a criação de uma tarefa matemática a partir de um dos muitos projetos emblemáticos do arquiteto, o Museu de Crescimento Ilimitado de 1939 (Le Corbusier, 1991) (ver figura 5).

Este projeto de arquitetura corta com o "conceito inicial do museu como uma caixa fechada, opaca, à espera de ser aberta pelo visitante", evoluindo para "o da caixa aberta ao crescimento e à transformação interna" (Coelho, 2015, p. 170). O museu retilíneo de crescimento ilimitado do arquiteto Le Corbusier (1939) procura atingir "formas de transparência, o predomínio dos elementos de circulação, a luz natural no espaço moderno, a extrema funcionalidade e o crescimento ilimitado do próprio edifício" (Coelho, 2015, p. 170).

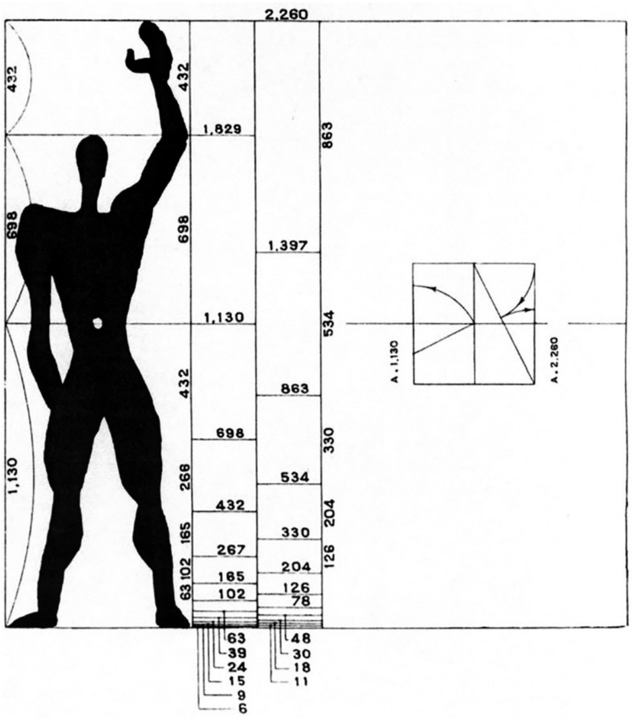

Figura 4. O Modulor de Le Corbusier.

Figura 5. Maquete do Museu de Crescimento Ilimitado, Le Corbusier, 1939.

PENSAMENTO ALGÉBRICO E PADRÕES DE CRESCIMENTO

O pensamento algébrico inclui as vertentes da generalização da aritmética e raciocínio quantitativo, que diz respeito ao reconhecimento das propriedades e relações das operações numéricas, incluindo a respetiva tradução simbólica; do estudo das funções, relações e variações, que conjuga o relacionamento dos objetos com a generalização das relações; e da modelação matemática, a par de outros problemas matemáticos e de outros domínios de conhecimento (Kaput, 2008).

O pensamento algébrico integra assim as vertentes de representar, raciocinar e resolver problemas, conjugando a capacidade de cálculo algébrico e de estudo das funções com o uso das relações de equivalência e de ordem, na interpretação e resolução de problemas matemáticos, a par com a utilização dos símbolos na descrição das situações e na resolução dos problemas, tendo por princípio o raciocínio matemático e a generalização das relações (Ponte, Branco & Matos, 2009).

O ensino da álgebra deve, portanto, capacitar os alunos para: (i) compreender padrões, relações e funções; (ii) representar e analisar situações e estruturas matemáticas usando símbolos algébricos; (iii) usar modelos matemáticos para representar e compreender relações quantitativas; e (iv) analisar a variação em diversos contextos (NCTM, 2007). Na concretização destes propósitos, é relevante que os professores ajudem os alunos a dar significado aos símbolos, que lhes proporcionem a construção e o uso da linguagem algébrica, favorecendo a comunicação matemática, e que sustentem o processo de ensino e de aprendizagem na resolução de problemas e na comunicação das diferentes estratégias e resoluções (De la Fuente, Rowland & Deulofeu, 2016).

A observação de padrões, a sua descrição e generalização, assume-se como um dos eixos fundamentais no desenvolvimento do pensamento algébrico, entendidos os padrões como sequências estruturadas que envolvem repetição e mudança, especificamente os padrões de repetição como um "*motivo identificável que se repete de forma cíclica indefinidamente*" (Vale & Pimentel, 2009, p. 14) e os padrões de crescimento em que "*cada termo muda de forma previsível em relação ao anterior*" (Vale & Pimentel, 2009, p. 16). Os padrões de crescimento constituem uma oportunidade única de generalização com ligação às sequências numéricas, às progressões aritméticas e geométricas, às sucessões e às séries, constituindo assim uma temática verticalmente transversal do ensino pré-escolar até ao ensino universitário.

Atendendo aos propósitos do pensamento algébrico, a perceção mental (abstrata) de um padrão ou relação não dispensa o reconhecimento da existência de uma representação visual (concreta) e de uma outra analítica ou verbal e a importância da transposição entre as duas por apropriação da existência de uma única lei de formação – geométrica e numérica – na generalização dos padrões (Silvestre, Faria, Sousa, Cristo, Santos, Molarinho e Veladas, 2010).

A PROPÓSITO DE UMA TAREFA MATEMÁTICA

A tarefa matemática baseia-se na abordagem proposta por Boaler (2015) em que se pretende, a partir de uma questão inicial proposta aos resolvedores, enriquecer o problema, desenvolvendo novas variantes sobre o mesmo: Consegue pensar em questões matemáticas a partir destas imagens? (ver figura 6)

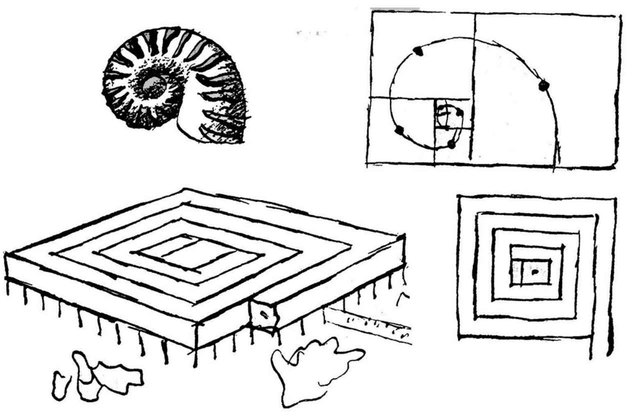

Figura 6. Esboço do Museu do Crescimento Ilimitado, Le Corbusier, 1939.

Esta questão inicial foi colocada a um grupo de vinte e quatro professores de diferentes ciclos de ensino, desde o primeiro ciclo até ao ensino secundário, com presença significativa de professores do 2.º ciclo do ensino básico, no âmbito de uma sessão prática, no AlgarMat2018, intitulada *Arquitetura e Matemática: O sonho da geometria 3D*. A partir das imagens apresentadas, os professores aludiram a simetrias, espirais, áreas e reflexões. A discussão em torno da existência ou não de reflexões resultou numa discussão sobre o *desnível* da construção criando a ilusória sensação de simetria por reflexão. Neste caso, a maquete do museu (ver figura 5), atendendo à efetiva construção das paredes, não admite simetrias, para além da simetria de rotação trivial.

Após a apresentação do modelo de crescimento do museu (ver figura 7), com o museu mínimo, as primeira, segunda e terceira ampliações, e a explicação de que o acesso ao centro do museu é efetuado a partir de uma passagem subterrânea e as suas salas (espaços quadrados de dimensão unitária) percorridas no sentido dos ponteiros do relógio e que todas as divisões são iluminadas a partir do teto, para que as ampliações não afetem o museu já construído, constituindo uma nota introdutória, reintroduzimos a questão inicial das abordagens possíveis na sala de aula.

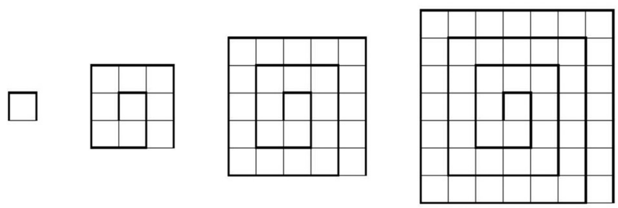

Figura 7. Museu mínimo, primeira, segunda e terceira ampliações.

Áreas, ímpares, quadrados e outras relações

Os professores associaram esta imagem às áreas do museu inicial e das suas ampliações, identificando as suas áreas com o quadrado dos ímpares consecutivos, assumindo o museu mínimo como unidade. As questões sugeridas na tarefa matemática apontavam para a generalização do modelo de crescimento em relação às sucessivas áreas do museu: (i) pode desenhar o museu após a quarta ampliação? (ii) quantas salas terá após a quarta ampliação? (iii) e depois da quinta ampliação? (iv) e após a ampliação n?

Assumindo a área do museu mínimo como u_0=1, as áreas das n sucessivas ampliações, definidas por $u_n = (2n+1)^2$, com n = 1, 2, 3, …, obtém-se sucessivamente pelo quadrado dos números ímpares. Esta limitação gerou uma descoberta, por parte de um dos professores, de uma possível reformulação do modelo da maquete, mantendo o formato quadrado, de modo a incluir todos os quadrados dos números naturais.

> Professor: Se o término da estrutura for também em cima temos a sequência dos quadrados.

A introdução de situações em que o término do museu se localiza em cima (ver figura 8) pode gerar a sequência dos quadrados dos números naturais num friso de crescimento com as ampliações do museu em formato quadrangular (ver figura 9)

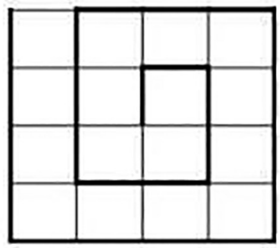

Figura 8. Ampliação do museu com termino na orientação oposta.

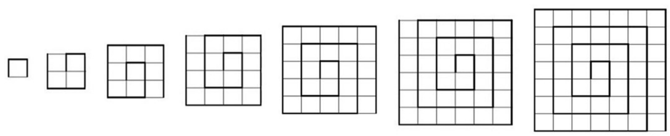

Figura 9. Museu inicial e seis ampliações.

Neste caso, assumindo a área do museu mínimo como u_0=1. as áreas das sucessivas ampliações são definidas por $u_n = (n+1)^2$, com n = 1, 2, 3, …, naturalmente considerando a segunda imagem como o termo de ordem um. Esta correspondência sugere o estudo das restantes situações, em que o término do museu se situa à esquerda e à direita (ver figura 10), assumindo uma forma retangular não quadrada.

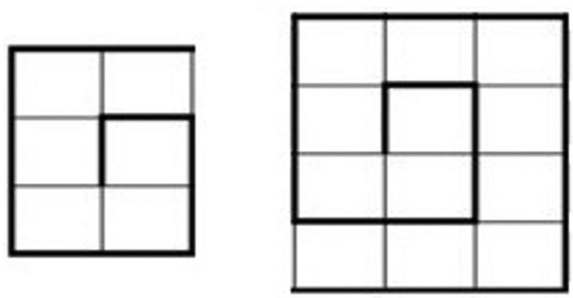

Figura 10. Ampliações com término à direita e à esquerda.

Num estudo relativo às diferentes ampliações podemos definir a área do museu mínimo como u_0=1 e as áreas das sucessivas ampliações, seguindo o sentido do ponteiro do relógio, por duas expressões: para n par (em cima e em baixo), n = 2k, temos $u_k = (k+1)^2$, com k = 1, 2, 3, …, para n ímpar (à esquerda e à direita), n = 2k–1, temos $u_k = k(k+1)$ com k = 1, 2, 3, … Esta abordagem, em torno das sucessivas áreas das ampliações do museu de crescimento, constitui um desafio matemático passível de exploração desde o 1.º ciclo do ensino básico (naturalmente não generalizável) até ao ensino superior. A relação evidente entre a área e as salas do museu constitui a base para um novo conjunto possível de questões que conectam com problemas reais de carácter arquitetónico: se o tempo médio de visita em cada sala for de 10 minutos, em que ampliação a construção do museu deve ser interrompida para uma visita total de menos de 5 horas?

Perímetro, paredes, negociação de conceitos e termo nulo

Um outro tema de debate entre os professores foi o perímetro destas construções. Neste caso entende-se por perímetro o comprimento das paredes, existindo um perímetro interior associado à área de exposição do museu e um perímetro externo do próprio edifício: (i) qual será a área de exposição do museu após cada ampliação? (ii) o seu perímetro externo?

No caso da área de exposição, teremos o número de paredes disponíveis para exposição em cada uma das ampliações, assumindo que o museu mínimo tem três paredes para exposição. Ao referirmos a designação de parede e ao questionarmos os professores sobre o número de paredes para exposição do museu mínimo com a primeira ampliação (ver figura 7), os docentes responderam diferentes valores, dez e dezanove, assumindo distintas significações para parede. Este caso retrata uma situação de necessidade de negociação dos conceitos matemáticos utilizados, neste caso particular, o que se entende por parede. Se se considerar como parede toda a superfície continua até à interceção, perpendicular ou não, com outra superfície, o museu (três por três) tem dez paredes interiores para exposição. Se se limitar o conceito de parede interior delimitada pela sala (espaço quadrado de dimensão unitária), o número de paredes para exposição é dezanove.

A tarefa matemática foi idealizada com o conceito de parede interior limitada pela sala, sendo que, com exceção da primeira sala, cada sala restante tem duas paredes, paralelas ou perpendiculares, disponíveis para exposição. Neste caso a expressão algébrica, para n salas, corresponde a v_n=2n+1, com n = 1, 2, 3, …, paredes para exposição, no museu mínimo e em qualquer das suas ampliações. Se se considerar k o número de ampliações teremos, no museu mínimo v_0=3, e nas sucessivas ampliações $v_k = 2(2k+1)^2 + 1$, com k = 1, 2, 3, …, paredes para exposição. Assumindo a definição de parede como a superfície contínua não quebrada, teremos, no museu mínimo, as mesmas três paredes e nas sucessivas k ampliações v_k=8k+2, com k = 1, 2, 3, …, paredes para exposição.

Em relação ao perímetro externo do museu, assumindo as paredes por sala, para k ampliações, teremos três paredes externas, no museu mínimo w_0=3, e nas sucessivas ampliações w_k=8k+3, com k = 1, 2, 3, …, paredes externas, em qualquer ampliação do museu. No conceito de parede como superfície contínua não quebrada, todas as ampliações têm quatro paredes externas. Em todo este artigo se considerou o museu mínimo como o termo de ordem zero e a primeira ampliação como o termo de ordem um. No caso de se considerar o primeiro termo o museu mínimo, todas as expressões algébricas têm de ser adaptadas aos respetivos valores. Por exemplo, no caso da área dos sucessivos museus teremos u_n=(2n-1)^2 com n = 1, 2, 3, …, por área de cada uma das fases do museu de crescimento ilimitado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto arquitetónico como ponto de partida para o equacionar de problemas matemáticos não necessariamente geométricos constitui uma possibilidade de transformar algumas vertentes tipicamente abstratas da matemática em contextos concretos do nosso quotidiano. Neste artigo pretendemos realçar essa possibilidade apresentando dois exemplos de exploração matemática de maquetes arquitetónicas, com especial destaque para o museu de crescimento ilimitado, em que recreamos com suporte na matemática o próprio projeto de arquitetura.

Assumimos esta abordagem como um caminho a explorar, incluindo diferentes tópicos matemáticos, naturalmente que também no âmbito da geometria e medida, bidimensional e tridimensional, sendo que os próprios desafios arquitetónicos constituem um problema matemático, como se relata numa conversa entre arquitetos:

> Uma velha conversa entre arquitetos analisa dois temas principais para conceber uma edificação: o caminho das cargas e o caminho das águas. O primeiro consiste em resolver como transportar os pesos de todos os elementos que compõem o edifício desde a estrutura às fundações e destas ao terreno. O segundo tema trata de como esvaziar, da maneira mais eficiente, ou seja, no menor tempo possível e pelo caminho mais curto, a água da chuva que cairá sobre o edifício e que irá danificar os materiais se ficar estagnada. Resolvem-se estes dois problemas corretamente e a arte arquitetónica estará (quase) garantida.

Dar forma à matemática, sem a reduzir a uma visão instrumental, é contribuir para o desenvolvimento das competências dos nossos alunos, com vista à resolução de problemas matemáticos futuros, hoje ainda por equacionar.

Referências

Alsina, C. (2016). Matemáticas, Arquitectura y Creatividad. *Palimpsesto*, (15), 20. https://doi.org/10.5821/palimpsesto.15.4820.

Boaler, J. (2015). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching.* San Francisco: Jossey-Bass.

Coelho, S. (2015). Museus para o século XXI. *Cadernos de Sociomuseologia, 49* (5).

De la Fuente, A.; Rowland, T. & Deulofeu, J. (2016) Developing algebraic language in a problem solving environment: the role of teacher knowledge. In Adams, G. (Ed.) *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics 36* (1) (pp. 25-30). London: BSRLM.

Devlin, K. (2002). *Matemática. A ciência dos padrões.* Porto: Porto Editora.

Franco Taboada, M. (1996). El Modulor de Le Corbusier (1943-54). *Repositorio Universidade Coruña, 1*(12), 20–30.

García, M. D., & Albert, J. A. (2005). Desarrollos Matemáticos en Arquitectura. In J. Lezama, M. Sánchez, & J. G. Molina (Eds.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 341–347). México DF: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.

Larumbe Machín, T. (2015). Estrategias geométrico-matemáticas en la obra de Le Corbusier (1923-1933). In *Le Corbusier, 50 years later International Congress* (pp. 1–21). http://doi.org/10.4995/lc2015.2015.787.

Le Corbusier. (1991). *Le Corbusier: Obras Completas. Complete Projects.* Barcelona: Gustavo Gili.

Le Corbusier. (1998). *Hacia una arquitectura.* Barcelona: Apóstrofe.

Kaput, J. J. (2008). What is algebra? What is algebraic reasoning? In Kaput, J. J.; Carraher, D. W.; Blanton, M. L. (Eds.). *Algebra in the early grades* (pp. 5-17). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

ME/DGE – Ministério da Educação/Direção Geral de Educação (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória.* Lisboa: ME.

NCTM – National Council of Teachers of Mathematics (2007). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar.* Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Peixoto, J. L. (2019). *Autobiografia*. Lisboa: Quetzal.

Pérez Gómez, R. (2004). Un matemático pasea por la Alhambra. In *Semana Europea para la Ciencia y la Tecnología 2004* (pp. 31–48).

Ponte, J. P., Branco, N. & Matos, A. (2009). *Álgebra no ensino básico.* Lisboa: ME – DGIDC.

Salvadori, M. (2015). Can There Be Any Relationships Between Mathematics and Architecture? In K. Williams & M. J. Ostwald (Eds.) *Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future* (pp. 25-30). Springer International Publishing Switzerland. http://doi.org/10.1007/978-3-319-00137-1.

Silvestre, A., Faria, A., Sousa, H., Cristo, I. Santos, I., Molarinho, M. & Veladas, M. (2010). Sequências Pictóricas: Estratégias de generalização dos alunos de 2.º, 3.º e 5.º anos in *O Professor e o Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: APM - GTI

Vale, I. & Pimentel, T. (2009). *Padrões no ensino e aprendizagem da matemática. Propostas curriculares para o ensino básico.* Viana do Castelo: ESEIPVC.

António Guerreiro
Escola Superior de Educação e Comunicação, Universidade do Algarve.

Enrique Martínez Jiménez
Departamento de Comunicación y Educación, Universidad Loyola Andalucía.

MATERIAIS PARA A AULA DE MATEMÁTICA

Investigar as pegadas dos animais

Investigar as pegadas dos animais é uma proposta de trabalho interdisciplinar que fomenta a articulação entre a Matemática e as Ciências Naturais.[1] Nesta secção é apresentada uma parte das tarefas dessa proposta, concretizada com o 5.º ano de escolaridade pelas estagiárias do curso de Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico da Escola Superior de Educação de Santarém, sob a nossa orientação, professores das didáticas específicas, e acompanhamento dos professores das escolas cooperantes. A primeira parte é concretizada na aula de Ciências Naturais e envolve uma saída de campo para recolha de dados das pegadas de animais, em três áreas previamente selecionadas e definidas pelo professor. Esta saída pode ocorrer no espaço da escola ou num espaço local onde seja possível encontrar animais (uma zona de alimentação, de passagem de animais, um curso de água, etc.). Caso a saída não se possa concretizar, o professor pode reproduzir antecipadamente as pegadas usando moldes em três caixas de areia ou argila. Cada caixa deve ter um número de pegadas diferente e simular características do meio distintas, por exemplo, a primeira caixa pode simular uma zona mais seca, a segunda uma floresta e a terceira uma zona perto de um curso de água. A segunda parte é realizada na aula de Matemática, com partilha de dados entre os grupos, a análise das pegadas e conclusões sobre a biodiversidade e o contributo do ser humano na sua preservação.

Neusa Branco
Bento Cavadas
Elisabete Linhares
Instituto Politécnico de Santarém /Escola Superior de Educação de Santarém.

1 Pode consultar exemplos da concretização desta proposta de trabalho no artigo *Explorar Matemática através das pegadas dos animais*, publicado nesta revista.