

Em Engenharia Mecânica, o ensino/aprendizagem do desenho técnico e da representação gráfica continua muito alicerçado na transmissão de conceitos fundamentais neste domínio, de modo que os estudantes desenvolvam fortes competências e conhecimentos em termos de visualização espacial, de comunicação e da especificação técnica que lhes permitam, posteriormente, vir a tirar o máximo proveito de uma utilização adequada de sistemas de CAD 2D e 3D.

Assim, na unidade curricular (u.c.) de *Desenho técnico* (DT), com base em normas e convenções ISO dá-se uma ênfase particular ao desenvolvimento de duas competências fundamentais:

- A aquisição de bons conhecimentos sobre a representação de objetos, em termos da sua geometria e dimensões nominais, a partir da execução de desenhos em representação ortográfica de objetos apresentados em representação perspetiva. Estes exercícios têm uma componente formativa muito importante para futuros engenheiros, uma vez que são “problemas abertos” que admitem várias soluções alternativas, obrigando os estudantes a exercitarem a sua capacidade para fazerem escolhas, tendo em conta as várias opções de que dispõem, conduzentes à solução a adotar.
- O desenvolvimento das capacidades de visualização espacial e de comunicação técnica, com base na elaboração de representações perspetivas isométricas de objetos, a partir da leitura dos respetivos desenhos em representação ortográfica.

Por sua vez, aulas da u.c. de *Desenho de construção mecânica* (DCM) foram sendo estruturadas com base numa apresentação desenvolvida de conceitos relativos aos “Sistemas e componentes mecânicos normalizados de utilização corrente” e aos “Tolerâncias dimensionais e geométricas e indicação dos estados de superfície”, estes últimos conteúdos presentemente englobados na “Especificação geométrica de produtos” (GPS), de modo que os estudantes pudessem atingir os seguintes objetivos específicos:

- Aperfeiçoamento das capacidades de visualização espacial e de comunicação técnica.
- Primeira abordagem ao desenho de concepção de base.
- Introdução à análise funcional de mecanismos com a execução de desenhos de definição de produto acabado de alguns componentes.
- Desenvolvimento da capacidade para estabelecer relações entre as fases de concepção, definição e fabrico.

Finalmente, na u.c. de *Concepção e fabrico assistidos por computador* (CFAC), promove-se uma aprendizagem da utilização consistente de sistemas CAD 2D e 3D, resultante da incorporação dos conceitos da documentação técnica de produtos (TPD), da normalização de sistemas e componentes mecânicos e da linguagem GPS, anteriormente adquiridos.

A estratégia de ensino/aprendizagem na área do “Desenho e CFAC”, adotada no atual curso de Engenharia Mecânica, tem em conta que os diferentes setores industriais nacionais precisam de engenheiros e técnicos com boas competências ao nível do “processo de desenvolvimento de produtos”, de modo a poderem incrementar a produção de bens transacionáveis, sobretudo os que apresentam um nível tecnológico elevado. As diferentes unidades curriculares de “Desenho e Concepção e Fabrico Assistidos por Computador” prestam-se para a promoção da inovação e da criatividade (os problemas de representação mais conveniente de peças e sistemas mecânicos são “problemas abertos”, com várias soluções alternativas), para a aplicação de conhecimentos sobre tecnologias de fabrico e de materiais, metrologia, etc., funcionando, até certo ponto, como unidades curriculares de síntese de conhecimentos.

A estratégia formativa adotada nestas unidades curriculares de formação de base, parte do princípio de que o ensino universitário deve dar prioridade ao ensino/aprendizagem dos conceitos fundamentais que ajudem a promover a aquisição de conhecimentos nos domínios da matemática, da física, da representação gráfica, etc., indispensáveis ao desenvolvimento de capacidades e competências, nos estudantes, que poderão ser decisivas para a sua adaptação às futuras e inevitáveis mudanças, nomeadamente de carácter tecnológico, que irão ter de enfrentar ao longo do seu percurso profissional.

Em conclusão, o progresso tecnológico registado no âmbito da atual globalização vai continuar a depender de engenheiros e técnicos com conhecimentos e capacidades para representar e ler imagens 3D, utilizando, em simultâneo, ferramentas tradicionais e computacionais, pelo que este facto não deverá ser ignorado em termos do ensino da representação gráfica ao nível do ensino universitário e da formação técnica.

O desporto é uma técnica do corpo que se estrutura no encontro com o território antropológico do jogo. No desporto, o movimento imprevisível do corpo confronta-se com os limites que o jogo impõe; ao mesmo tempo, as regras que fazem o jogo inscrevem-se no corpo como uma dramaturgia, num conflito aberto que necessita de ser resolvido. Compreender e potenciar o movimento do corpo, individual e coletivo, no seu confronto com as regras do jogo, é o foco da imagem gráfica no desporto. Por esta razão, tem sido sugerido que as notações desportivas se desenvolveram historicamente a partir de sistemas coreográficos como a *Labanotation*, concebida em 1928 pelo bailarino e coreógrafo Rudolf Laban para registar e analisar o movimento humano. Há, contudo, evidências que o uso de notações como parte integrante do desporto estava já amplamente difundido desde finais do século XIX para apresentação de estatísticas em modalidades tão diversas como o baseball, o ténis, o boxe ou o futebol (Eaves, 2015).

Como em outras áreas de conhecimento na Universidade, este desenho também assume terminologias próprias para problemas comuns. Termos como campograma, periodograma, ilustração de tarefas, notação de tempo-movimento, análise cinética, análise cinemática ou análise notacional expressam a representação visual de variáveis do corpo e do jogo: posições de lançamento, sequências de passe, ações, trajetórias, padrões de movimento, intenções de movimento (e.g. ataque, defesa, bloqueio), postura, força, ocupação do espaço e distribuição no tempo da *performance*. Estas representações respondem a duas necessidades amplamente reconhecidas no desporto: o desenho como meio narrativo ou comunicativo e como meio analítico ou exploratório (Perin *et al.*, 2018).



Fig. 1. Desenhar o que existe, imagens 129, p. 54.

O uso narrativo do desenho ultrapassa largamente a apresentação infográfica de dados a que está geralmente associado na divulgação e imprensa desportiva. Uma das suas principais aplicações é pedagógica. Há fortes argumentos para que a generalidade dos manuais de ensino de modalidades de raquete

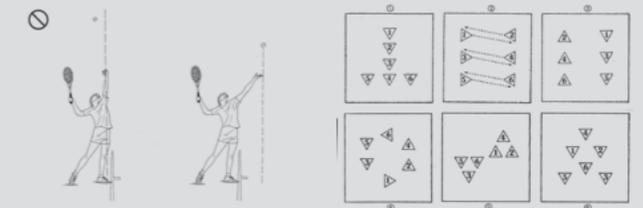


Fig. 2 e 3. Desenhar o que existe, imagens 142 e 161, p. 55 e 57.

ou de ginástica, por exemplo, recorram ainda a instruções pictóricas de posturas isoladas ou em sequência. Na sua síntese gráfica, estas representações exemplificam as posturas mais eficazes ao decompor o fluxo do movimento numa sequência fixa de posições estáveis, facilitando assim a incorporação e memorização (Fig. 1). Deste modo, a sequência permite uma comparação permanente entre o movimento executado pelo estudante ou pelo atleta e um modelo visual em função do qual a postura no tempo e no espaço da *performance* pode ser reconfigurada. Cada postura depende não só do momento presente, mas da forma como a comparamos com a recordação da que a antecedeu, e para onde suspeitamos que o corpo se dirige. O jogo retórico da comparação é também a base das instruções pictóricas paralelas que opõem a visualização da postura errada à correção feita pelo professor (ou pelo treinador) (Fig. 2), ou entre a postura do corpo e o diagrama abstrato do movimento. Outro uso narrativo do desenho é encontrado na comunicação da estratégia, em particular nos exercícios de grupo, como ocorre no basquetebol ou na ginástica rítmica (Fig. 3). Neste caso, a estratégia pode ser definida como um plano estabelecido previamente, geralmente sob a forma de diagrama de solo, que representa a disposição e inter-relação das ginastas e um uso diversificado do espaço. Para além de facilitar a apreensão da ideia entre treinadora e atletas, o desenho é usado para a própria treinadora conceber a imagem global da formação, ao mesmo tempo que estabelece a ação detalhada dos diferentes acontecimentos que a compõem.

Quando usado como método analítico, o desenho é um meio para diversos sistemas de notação onde, dependendo da modalidade, coexistem os meios informáticos e de visão assistida por computador com os sistemas de notação manual. A análise notacional é tradicionalmente definida como um processo de observação e registo de dados. Este registo é guiado pela necessidade de *feedback* que envolve treinadores, atletas e os próprios analistas para modificar qualitativamente o movimento do corpo ou a estratégia do jogo. Qualquer processo de

notação começa por definir e identificar os elementos críticos da *performance* para, quando possível, registar os acontecimentos em tempo real. Se a complexidade do acontecimento impossibilita a notação em tempo real, a análise é complementada *post factum* com recursos possibilitados pelo vídeo como a câmara lenta e a reprodução pausada, acedendo assim aos acontecimentos mais periféricos que a observação direta não abarcou (Hughes & Franks, 2005, p.2).

Em termos desportivos, os métodos de análise mais usados são as notações ideográficas e os procedimentos frequentemente designados por análise do tempo-movimento. A notação ideográfica recorre a símbolos gráficos, letras ou ideogramas para registar ações isoladas, como as linhas taquigráficas usadas na coreografia e nos códigos de pontuação da ginástica rítmica e artística, por exemplo. Estas taquigrafias adquirem sentido quer pela semelhança e correspondência figurativa com o corpo – como ícones ou pictogramas – quer pela forma abstrata e propriedades gestálticas com que apreendem o movimento (Fig. 4).

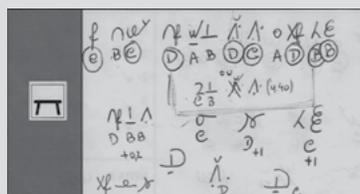


Fig. 4. Desenhar o que existe, imagens 165 (pormenor), p. 59.

As notações de tempo-movimento, por seu turno, registam as mudanças de posição e velocidade durante um período de tempo como um processo dinâmico. A abordagem à dinâmica deste movimento é o objeto de estudo da cinemática no desporto. A cinemática pode caracterizar graficamente o movimento num referencial espacial e temporal sem, contudo, referir as causas que o determinam. Dada a complexidade dos movimentos combinados no desporto, o desenho orienta-se por um esforço de simplificação que decompõe o movimento em dimensões linear e angular, de modo a poder estudá-las separadamente e oferecer depois, com a maior brevidade, uma análise integrada que proporcione a *feedback* ao treinador e ao praticante (Vilas-Boas, 2016, p.21). Nos estudos biomecânicos, a visualização cinemática do movimento é normalmente feita combinando sistemas de captura 2D ou 3D. Estes são constituídos por câmaras de vídeo e marcadores refletivos, colocados em pontos estratégicos no corpo, de modo a situar cada segmento anatómico no espaço e reconstituir, se necessário, o desenho do esqueleto e a atividade muscular. Em natação, por exemplo, uma das vantagens deste sistema é o desenho combinado do padrão de movimento da braçada e da pernada (Fig. 5). Como qualquer ação, estes movimentos percebem-se no espaço como abstrações. Ao reduzir o movimento a uma linha abstrata que o olhar reconhece como constante nas suas variações, o

desenho cinemático filtra a vasta quantidade de informação que o corpo comunica de modo a extrair as características fundamentais para a avaliação técnica e potenciação dos elementos críticos da *performance*.



Fig. 5. Desenhar o que existe, imagens 168, p. 60.

Outras aplicações da notação do tempo-movimento ao desporto podem ser exemplificadas nos diagramas cinemáticos de comparação de desempenho (imagem 167, Desenhar o que existe, p. 56). A ilustração mostra o padrão de movimento da braçada em ambiente de jogo de natação virtual (*exergame*), comparando jogadores com formação em natação com jogadores experientes no jogo virtual, mas sem treino desportivo. As curvas desenhadas indicam as coordenadas registadas pelos marcadores refletivos e captadas por um sistema de captura de movimento, concebido para jogos de simulação desportiva. Os diagramas mostram as diferenças fundamentais entre o bom desempenho no jogo e o movimento dos maus jogadores virtuais, que eram sobretudo nadadores treinados. A representação torna evidente que o jogo, em si, não encoraja o jogador a nadar corretamente e que os melhores movimentos em ambiente virtual não significam melhor desempenho em competição real (Soltani & Vilas-Boas, 2017, p.7361).

No seu conjunto, os desenhos no desporto não são meras reproduções passivas do movimento. Eles são o movimento ativo do pensamento para compreender e transformar o corpo enquanto o corpo se move.

Eaves, J. Simon (2015). "A history of sports notational analysis: a journey into the nineteenth century". *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15:3, 1160-1176.

Hughes, Mike; Franks, Ian M. (eds.) (2005). *Notational Analysis of Sport – Systems for better coaching and performance in sport* (2<sup>nd</sup> ed). London and New York: Routledge.

Perin, Charles et al. (2018). State of the Art of Sports Data Visualization. *Computer Graphics Forum*. Wiley, 37:3, pp.1-24.

Soltani, Pooya; Vilas-Boas, J.P. (2017). "Sport Exergames for Physical Education". in Khosrow-Pour, M. (ed.). *Encyclopedia of Information Science and Technology* (4<sup>th</sup> ed.). Hershey PA, IGI Global, pp. 7358-7367.

Vilas-Boas, J.P. (2016). *Biomecânica do Desporto - Manual de Curso de Treinadores de Desporto Grau II*. Lisboa: Instituto Português do Desporto e Juventude I.P.

## ORGANIZAR A COMPLEXIDADE – A RELAÇÃO DO DESENHO COM A IMAGEM E O TEXTO

Cláudia Amandi, Jorge Marques

Estamos perante uma sebenta utilizada na Unidade Curricular de Morfologia do Aparelho Locomotor lecionada na Faculdade de Medicina da Universidade do Porto pertencente à estudante Rita Lino.

Desfolhando a sebenta, damos conta como a estudante foi desenvolvendo estratégias de estudo da matéria: sublinhar frases ou palavras com diferentes cores, criar anotações escritas na folha a par da informação impressa ou em *post-its*, colagem de pequenas ilustrações científicas fotocopiadas não pertencentes à sebenta para ajudar a ilustrar a mecânica elencada verbalmente e ainda, a realização de desenhos nas margens das folhas. Unidas por setas ou traços, a estudante vai relacionando as várias partes da morfologia em causa com terminologias que identificam as várias partes das mesmas.

Esta situação ilustra com clareza a diversidade de estratégias que um estudante utiliza para se organizar perante a complexidade da informação que tem que fixar.

Texto, imagens, anotações escritas e pequenos desenhos realizados pela estudante distribuem-se ao longo da sebenta procurando criar uma rede que organize a informação de modo mais orgânico. Orgânico, no sentido em que a estudante encontra nesta disposição a sua forma particular de selecionar e ordenar a informação para estudar.

Porém, no uso regular que faz das várias ilustrações científicas, poderíamos supor que a estudante não necessitaria de desenhar o que tão claramente essas imagens apresentam. Também olhando com maior atenção para estes desenhos, damos conta que muitos deles repetem as mesmas formas já presentes nas referidas ilustrações ou, então, ampliam uma determinada parte. Nas margens das folhas ou em *post-its*, estes desenhos a grafite detêm um carácter gráfico elementar, visível pelos contornos sobrepostos dos elementos em estudo, ao mesmo tempo que os relaciona com nomenclaturas anotadas.

Nesta disposição, Rita Lino encontra uma forma para hierarquizar a informação de estudo, de memorizá-la e, assim, expandir o raciocínio e sedimentá-lo.

O desenho integra este processo – de expansão e sedimentação de raciocínio – de forma multidisciplinar e intuitiva. A estudante, não só agrega pequenas ilustrações científicas que a ajudam a visualizar a teoria, como também repete essas mesmas formas, desenhando-as, anotando-as e aproximando-as ao restante material sublinhado. No plano da folha, todos estes elementos criam uma teia de relações que lhe permitem organizar o estudo. De folha para folha, vai repetindo esta metodologia gráfica. O estudo desenvolve-se assim, na relação que a estudante faz entre a teoria, as imagens de desenhos, os próprios desenhos e as anotações escritas.

São materiais visuais com que a mente pode pensar, organizar e fixar através do desenho.

O desenho, como imagem, não existe anterior a nós, é resultado da *ação que desenha o desenho*. E desenhar é um ato complexo, construído fundamentalmente por ações e decisões sobre o assunto com o qual estamos a trabalhar. Escolher o que traçar, sublinhar, anotar, (re)desenhar, (re)fazer, etc., até nos aproximarmos do que procuramos com desenho. Esta condição do desenho, decorre frequentemente de dois pressupostos. Primeiro, compreender o desenho como processo dinâmico que ocorre entre a hipótese e a correção; segundo, compreender que desenhar é recolher e assinalar *informação* que permite atingir um resultado cognoscitivo, formado a partir do desenho.

Quem desenha tem sempre que selecionar, organizar e diferenciar informação, mediante ações gráficas — relações de proporção, de distância, de morfologia, etc., — numa correspondência entre linguagem gráfica e um sistema relacional, numa espécie de reenvio constante à *imagem* ou à *coisa* observada ou ao que se está a pensar sobre ou a partir dela.

Trata-se de uma espécie de desdobramento da ação numa *imagem* ou desenho. Neste sentido a *ação que desenha o desenho* relaciona observação, experiência e conhecimento, invenção e especulação, que funciona como um imenso caleidoscópio no qual cada *forma*, anotação, comentário ou pequeno desenho, se multiplica e possibilita novas combinações e ajustamentos.

Desde o pensamento, ou dos primeiros sinais gráficos, as imagens do desenho são como que estruturas cognitivas de verificação das relações entre os sinais gráficos e significado da representação, fazendo tocar com a mão o desnível que pode existir entre a visão e a realidade e entre a realidade e o desenho, entre o desenho e o pensamento. Trata-se, neste sentido, de compreender o que é que o desenho torna visível, ou, o que se faz visível através do desenho.

O que aparece representado *visivelmente*, no domínio do desenho, mas também das imagens, das anotações, sublinhados, etc., não é, apenas, a forma de um *objeto*, mas também, o conhecimento relacionado e que assume características que se estruturam de forma visual.

Como os sinais gráficos são tanto autorreferenciais como representacionais, mantêm a sua própria identidade, mesmo quando aludem a algo fora de si, para além do objeto da sua representação.

No papel revelar-se-á o processo — a *ação que faz o desenho* — o conjunto de relações, entre as marcas e significados ou entre marcas e representações, que vão em última instância revelar os vestígios da sua formação ou construção.