

A universidade tem nesta missão um papel determinante, devendo nos seus currículos promover a interdisciplinaridade fornecendo ferramentas para alcançar o projeto integrado entre os vários intervenientes no processo desde a sua conceção até à sua produção e uso. As instituições educacionais das várias áreas disciplinares, precisam desenvolver programas e currículos para a economia circular, incorporando a aprendizagem baseada em ações, que pode ser adaptada para escolas, universidades, faculdades e espaços de formação. As competências a serem desenvolvidas na nova economia circular não são meramente provenientes da rotina ou de livros mas sim novos comportamentos, novas formas de colaborar e novas formas de ver que devem primeiramente ser testados e ativamente incentivados para que possam ser aprendidos e consolidados (RSA GREAT RECOVERY, INNOVATE UK, 2016). A cocriação, que implica a participação ativa de todas as partes interessadas, está no cerne da economia circular (LEUBE e WALCHER, 2017).

Tanto no ensino de engenharia como design a abrangência disciplinar tem de ser alargada. Para a engenharia, impulsionar o STEM (science, technology, engineering and mathematics) e desenvolver capacidades digitais não serão suficientes para garantir uma educação para a economia resiliente e verdadeiramente circular. As políticas educacionais de longo prazo e os gestores devem considerar como serão desenvolvidas as complexas, críticas e criativas capacidades de resolução de problemas, essenciais para a inovação. As metodologias de design poderão ser uma ferramenta interessante para alargar e potencializar a visão interdisciplinar que um engenheiro deve ter. Juntamente com a arte, os métodos, ferramentas e abordagens de design devem ser incorporadas nas disciplinas, indo do STEM para o STEAMD (science, technology, engineering, arts, mathematics and design) para impulsionar as capacidades necessárias na economia do futuro (DESIGN COUNCIL, 2018). Por outro lado, para a formação em design ou arquitetura, é crucial a fundamentação tecnológica para capacitar os futuros profissionais com uma visão interdisciplinar fundamentada por uma consciencialização tecnológica dos problemas a resolver. Assim, todas as áreas disciplinares envolvidas na concepção e realização do produto poderão seguir uma concepção verdadeiramente integrada segundo o Integrated Project Design (IPD) (GOMES et al., 2018).

5. Interdisciplinaridade para uma economia circular

A interdisciplinaridade é um conceito que invocamos sempre que nos confrontamos com os limites do nosso território de conhecimento, sempre que nos deparamos com uma nova disciplina cujo lugar não está ainda traçado no grande mapa dos saberes, sempre que nos defrontamos com um daqueles problemas imensos cujo princípio de solução sabemos exigir o concurso de múltiplas e diferentes perspectivas (POMBO, 2004).

Num contexto epistemológico, a interdisciplinaridade refere-se às práticas de transferência de conhecimentos entre disciplinas e seus pares; e num contexto pedagógico, está ligada às questões do ensino, às práticas escolares, às transferências de conhecimentos entre professores e estudantes que têm lugar no interior dos currículos escolares, dos métodos

de trabalho, das novas estruturas organizativas das quais, tanto a escola secundária como a Universidade vão ter que se aproximar cada vez mais (POMBO, 2004).

A transição para a economia circular exige mudanças nos padrões de pensamento e quebra de paradigma onde o desenvolvimento de novos modelos de negócios, a economia de compartilhamento e a cocriação são elementos-chave (LEUBE e WALCHER, 2017). Para que se possa aproveitar o grande potencial de crescimento que a economia circular pode prover é necessária a formação de uma nova geração de especialistas e profissionais, baseada no apoio de novas perspectivas didáticas. A discussão sobre a educação para uma economia circular levanta questões relacionadas ao conteúdo, ao contexto e ao ambiente de ensino e aprendizagem cuja relação pode ser observada na Figura 10. Acircularidade exige que as fronteiras entre as disciplinas sejam reduzidas, incentivando o pensamento crítico, sistémico e interdisciplinar (MALVE-AHLROTH, SUOMINEN e NURMI, 2019).



Figura 10. Elementos do ambiente de aprendizagem da economia circular (Adaptado de MALVE-AHLROTH, SUOMINEN e NURMI, 2019).

Se fossem superadas algumas restrições e barreiras haveria evidentemente uma necessidade significativa e crescente de uma Economia Circular a ser convertida em procura, cujos impulsionadores poderiam, por meio de incentivos ou de legislação, impulsionar a mudança. Aprender sobre sustentabilidade para praticar o design de novos produtos ou serviços sustentáveis pode causar um grande impacto tanto no comportamento dos estudantes como nas suas vidas pessoais e, portanto, pode ser considerado, então, como uma educação para a sustentabilidade (ANDREWS, 2015).

Os estudantes podem começar a desenvolver a sua experiência pessoal no ambiente de aprendizagem voltado à educação para uma economia circular, aproveitando as suas capacidades e pontos fortes especiais, avaliando o desenvolvimento de sua própria competência e a dos outros. As áreas de competência avaliadas poderiam incluir: participação em equipa multi e interdisciplinar, aplicação do conhecimento aprendido com os outros, adoção de uma abordagem orientada para o cliente, comportamento em situações envolvendo apresentação, desempenho e interação, capacidade de trabalhar de forma independente, fazendo uso de redes e recursos externos, capacidades básicas de gestão de projetos, aprendizagem baseada em problemas ou projetos, entre outros (MALVE-AHLROTH, SUOMINEN e NURMI, 2019).

6. Economia Circular 2.0

O futuro da economia circular é garantir que seja projetada para todos. Atualmente, é possível perceber pelo menos duas dimensões ausentes na forma como a economia circular foi concebida. A primeira é a ausência de otimização de todos os recursos (incluindo os humanos) considerados como energias renováveis infinitas numa economia onde é necessário manter o valor dos bens, integrando o fim da desigualdade, desemprego e exclusão financeira como parte de um modelo de capitalismo colaborativo, garantindo que se considere a pobreza externa ao modelo linear atual. A segunda é a falta de poderes distribuídos, ou seja, a garantia de que o "sucesso" abranja todos os valores criados num mundo de abundância, onde cada decisão tem múltiplos efeitos e pode beneficiar e recompensar todos os envolvidos (LEMILLE, 2016). A Economia Circular 2.0 adiciona mais três novos princípios à Economia Circular 1.0. Além da utilização de fontes naturais e renováveis, a otimização dos recursos e promover um design para a eficiência, a Economia Circular 2.0 propõe a versatilidade, viabilidade financeira e a adoção de energias renováveis. Assim, reconhece-se que, se o próximo modelo económico for baseado nos Princípios da Economia Circular, deverá incorporar o desenho das desigualdades fora de nossa esfera económica, além de projetar o desperdício e a poluição que poderão gerar (LEMILLE, 2019), conforme apresentado na Figura 11.

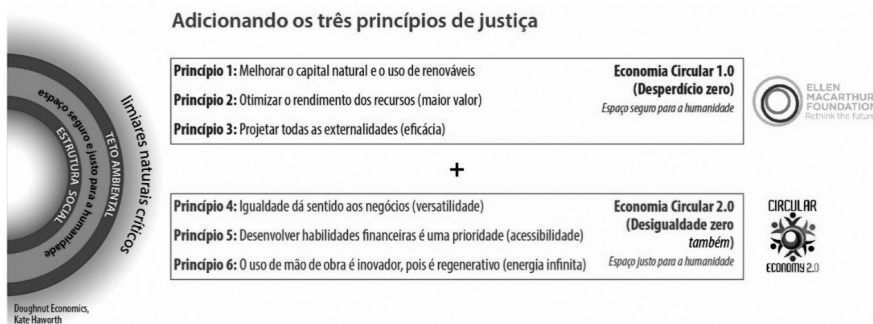


Figura 11. Princípios da Economia Circular 2.0 (Adaptado de LEMILLE, 2019).

Atualmente, as desigualdades não estão incorporadas na economia circular. Para se realizar de facto uma revolução circular é preciso abarcar todos e projetar muito além do extermínio do lixo, eliminando a pobreza e tornando o mundo melhor para todos (Figura 12).



Figura 12. Comparação entre a versão original e a versão 2.0 da economia circular (Adaptado de LEMILLE, 2019).

Fica clara a importância de um ambiente de aprendizagem que proporcione oportunidades de experimentação destas novas abordagens sustentáveis no ensino de design, e que seja fortemente interativo, fornecendo feedback relevante ao estudante. “A educação é um processo em que o ambiente muda o estudante e o estudante muda o ambiente. Em outras palavras, ambos são interativos” (PAPANÉK, 1971, p. 287). É importante que os estudantes tenham contato, na universidade, com a complexidade inerente à prática profissional, e entendam que o contexto é passível de transformação à medida que o projeto evolui (KRUCKEN, MOL e MOUCHREK, 2016).

A sala de aula é hoje uma instância cada vez menos imprescindível, por ser pequena e restrita demais para dar conta de todos os desafios do mundo complexo. Quanto mais o ensino souber se integrar a outras instâncias – mercado, indústria, meio cultural, etc. – maiores as chances de tornar uma aprendizagem verdadeira, capaz de atuar em parceria com o campo profissional para formar os designers que todos queremos (CARDOSO, 2012, p. 254).

7. Estudo de Caso: O Projeto We Won't Waste You

Com base nesta perspectiva, o programa de Mestrado em Design Industrial e de Produto (MDIP) da Universidade do Porto assentava metodologia Project Based Learning (PBL), que procura estimular a construção de conhecimento através de atividades definidas em torno de um problema real com clientes reais. As unidades curriculares decorrem de forma integrada, onde os estudantes desenvolvem projetos simulando o trabalho e o ambiente que mais tarde irão desenvolver no seu percurso profissional. Os estudantes, sob orientação dos professores, organizam-se em grupos e têm a oportunidade de se in-

tegrar em problemas e questões reais, através de atividades individuais e cooperativas, o que permite o desenvolvimento do conhecimento teórico e prática profissional. Neste processo podem desenvolver, além das competências profissionais, as suas capacidades pessoais, como cooperação e gestão (GRAAFF e KOLMOS, 2003), têm a oportunidade de comunicar diretamente com as empresas e conhecer de perto as rotinas e processos produtivos, com as suas vantagens e dificuldades. Essa relação direta com problemas reais resulta numa motivação e dedicação extra, já que nesta aproximação existe a possibilidade de ofertas de emprego ou possibilidade de vir a ter os projetos implementados no mercado (FERNANDES et al., 2018).

We Won't Waste You (WWWY) é um projeto de investigação que tem vindo a ser desenvolvido no MDIP/Design Studio da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Ao longo dos últimos anos tem-se procurado estudar temas que tenham como base a procura de soluções para a transformação de desperdício em matéria prima em vários âmbitos e setores.

Uma das iniciativas originadas no âmbito do WWWY é o projeto Oficina Design, uma oficina de design social implementada pela ADEIMA - Associação para o Desenvolvimento Integrado de Matosinhos em parceria com a Câmara Municipal de Matosinhos e o Design Studio FEUP. A Oficina Design tem como premissas a transformação de desperdícios produzidos pela indústria e comércio local em matéria-prima para o fabrico de novos produtos, desenvolvidos pelos estudantes do MDIP e uma equipa de pessoas em situação de desemprego selecionadas na região. O projeto procura estabelecer três vias de inovação: social, ambiental e tecnológica (Figura 13). Pretende-se obter um impacto social positivo através do envolvimento de pessoas em situação de vulnerabilidade económica do concelho no desenvolvimento e fabrico dos produtos. A redução do impacto ambiental é obtida por meio da utilização de resíduos como matéria-prima, prolongando o ciclo de vida dos materiais e reduzindo o desperdício, e a inovação tecnológica é alcançada através da participação da universidade na investigação e desenvolvimento dos produtos pelo corpo de estudantes e docentes (FERNANDES, 2019).



Figura 13. Proposta metodológica do projeto Oficina Design (FERNANDES, 2019)

O briefing da Oficina Design já foi apresentado anteriormente aos estudantes em quatro anos letivos sucessivos, resultando em mais de 26 conceitos de produtos desenvolvidos para o projeto (Figura 14). Este processo de aprendizagem procura propiciar aos estudantes o desenvolvimento de uma consciência de projeto voltada à inovação circular, através do desenvolvimento das preocupações com a sustentabilidade ambiental e social associadas não só ao produto enquanto resultado final, mas também a todos os impactos relacionados a cada fase do desenvolvimento.

A interdisciplinaridade é facilitada pelo fato de o curso estar localizado nas instalações da FEUP, o que facilita os movimentos de aproximação entre engenharia e design, favorecendo a troca de conhecimentos e a aprendizagem mútua entre as especialidades. Os estudantes de design contam durante todo o processo com o apoio dos docentes, engenheiros e técnicos dos laboratórios especializados, desfrutando de acesso ampliado ao conhecimento técnico acerca dos materiais e processos de fabrico.



Figura 14. Conceitos de produtos desenvolvidos pelos estudantes do MDIP no âmbito do projeto Oficina Design (FERNANDES, 2019).

No âmbito do projeto WWY, e tendo como cliente real a Oficina Design, foi desenvolvido um estudo de caso com o objetivo de integrar estudantes de design (MDIP) e engenharia (Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da FEUP- MIEA) na entrega de um dos projetos desenvolvidos para a Oficina Design, que pudesse, graças à aproximação das Unidades Curriculares (UC), apresentar um nível de profundidade ampliado em relação à análise da sustentabilidade. A atividade foi realizada no contexto da UC Ecologia Indus-

trial ministrada para estudantes do quarto ano do doMIEA, na cidade do Porto, Portugal. As atividades decorreram no período de abril a maio de 2019 (FERNANDES, 2019). Num primeiro momento, foi realizada uma apresentação de um dos produtos desenvolvidos para o projeto Oficina Design aos estudantes do MIEA, onde foram partilhadas informações detalhadas sobre o projeto de design: materiais utilizados, fonte dos materiais e processos de fabrico. A apresentação foi realizada por uma estudante do MDIP (Figura 15).



Figura 15. Apresentação do projeto Leix Lamp realizada por uma estudante do MDIP para a equipa de estudantes do MIEA (FERNANDES, 2019)

Em seguida, engenheiros e designers tiveram a oportunidade de fabricar em laboratório um protótipo do produto analisado (Leix Lamp). Foram demonstrados todos os processos de fabricação: elaboração do compósito, moldagem do difusor e montagem dos componentes da luminária (Figura 16).



Figura 16. Estudantes do MDIP e do MIEA durante as atividades realizadas (FERNANDES, 2019)

Após a apresentação, os estudantes do MIEA desenvolveram uma avaliação de todo o impacto ambiental associado ao ciclo de vida do Leix Lamp por intermédio da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), uma técnica para avaliar o impacto ambiental associado à todas as etapas da vida útil do produto, desde a extração da matéria-prima até o processamento, fabricação, distribuição, uso e fim da vida útil. Como resultado, os estudantes do MIEA apresentaram alternativas para a redução do impacto ambiental considerando o ciclo de vida completo do produto (FERNANDES, 2019). As melhorias propostas foram incorporadas no desenvolvimento do produto, melhorando suas qualidades enquanto produto sustentável. Além dos resultados voltados à parte técnica do design do produto, outro ganho desta experiência foi a ampliação do diálogo entre as duas especialidades, permitindo aos estudantes de ambas as partes perceber necessidades inerentes a cada universo, e encontrar formas de diálogo interdisciplinar em prol de um produto ambiental e socialmente mais justo.

Um inquérito realizado com os estudantes após o trabalho indicou uma percepção positiva da experiência. Alguns pontos indicados como de grande aproveitamento foram:

- Satisfação em poder trabalhar com um projeto real, e a possibilidade de desenvolver uma percepção mais aproximada do que pode vir a ser sua futura experiência profissional;
- Sentiram-se desafiados a serem criativos na busca de soluções para o problema apresentado;
- Percebem que a sinergia entre as duas disciplinas (engenharia e design) pode resultar em inovação e eficiência;
- Para além da percepção de aprendizagem técnica (utilização do software), destacam o desenvolvimento de estratégias para organização e comunicação dos resultados de forma didática para um público de outra área (design), a fim de garantir clareza na comunicação.

A pergunta de controle realizada antes e depois da atividade foi: “Numa escala de 1 a 5, sendo 1=nada e 5=muito, responda: Quanto é que o design está relacionado com a engenharia? Antes da atividade, 39% dos estudantes apontaram a escala máxima (5). Após a atividade, este número subiu para 62,5%, o que indica o desenvolvimento de uma nova percepção acerca das possibilidades de uma aproximação frutífera.

8. Conclusão

Promovendo a interdisciplinaridade e interiorizando nas novas gerações a economia circular nos currículos universitários tanto de engenharia como de design ou arquitetura, a inovação circular poderá nascer de uma forma consciente e quase intuitiva nos novos profissionais em equipas de conhecimento integrado. Para o alcance deste objetivo, os ambientes de aprendizagem responsivos e fortemente interativos devem ser priorizados, fornecendo *feedbacks* relevantes aos estudantes, e favorecendo a formação do pensamento sistémico e a compreensão da importância de todos os *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento de um produto. É fundamental que as universidades reconheçam

a importância de seu papel enquanto promotoras desta nova consciência, multiplicando iniciativas que favoreçam a transição para um processo de aprendizagem voltado à inovação circular.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Notas

1. Tradução literal do termo 'take-make-use-dispose'.
2. O Ciclo de Vida de Produto é fechado quando a destinação final dos resíduos visa o aproveitamento máximo dos resíduos, transformando-os assim em matéria prima secundária para outros processos (MACHADO, 2013).
3. A IDEO é uma empresa de design global que cria impacto positivo por meio do design (<https://www.ideo.com/eu>).

Referências

- ANDREWS, D. *The circular economy, design thinking and education for sustainability*. Local Economy, Londres, 30 (3), 2015. 305-315. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276176634_The_circular_economy_design_thinking_and_education_for_sustainability/citation/download. Acesso em: 5 junho 2019.
- BENYUS, J. M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. [S.l.]: HarperCollins e-book, 2009. ISBN 978-0-06-195892-2.
- BERARDI, P.; DIAS, J. M. *O Mercado da Economia Circular*. GV Executivo, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 34-37, set/out 2018. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/download/77340/74189>. Acesso em: 06 junho 2019.
- CARDOSO, R. *Design para um mundo complexo*. São Paulo: Cosac Naif, 2012.
- COSTA, I.; PINHEIRO, L.; VILAR, F.; LOBO, H.; PINTO, C.; VAZ, A. S.; CARVALHO, A. *Liderar a Transição: Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal 2017-2020*. República Portuguesa. [S.l.]. 2018.
- DESIGN COUNCIL. *Designing a Future Economy: Developing Design Skills for Productivity and Innovation*. Design Council. Londres, p. 104. 2018.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Rumo à Economia Circular: O Racional de Negócio para Acelerar a Transição*. UK, p. 22. 2015.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Economia circular*. Ellen MacArthur Foundation, 2019. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>. Acesso em: 07 junho 2019.

- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; IDEO. *The Circular Design Guide*. The Circular Design Guide, 2017. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/>. Acesso em: 25 junho 2019.
- EUROPEAN COMMISSION. *Circular Economy Research and Innovation - Connecting economic & environmental gains*. European Commission. Luxembourg, p. 27. 2017.
- FERNANDES, A. P. *Formando designers para a inovação sustentável: Aprendizagem baseada em projetos para conectar estudantes à sociedade e ao meio ambiente através do design*. Universidade do Porto. Porto, p. 224. 2019.
- FERNANDES, A.; CARDOSO, A.; SOUSA, A.; BUTTUNOI, C.; SILVA, G.; CARDOSO, J.; ALVES, J. *We Won't Waste You, Design for Social Inclusion Project Based Learning methodology to connect the students to the society and the environment through innovation*. In: 3rd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE). Porto: [s.n.]. 2018.
- FORSLUND, T.; CLINTON, N.; WEBSTER, K. *A global snapshot of circular economy learning offerings in higher education*. Ellen Macarthur Foundation. [S.l.], p. 15. 2018.
- GOMES, Â.; RANGEL, B.; CARNEIRO, V.; LINO, J. "Learning by Doing" Integrated Project Design in a Master Program on Product and Industrial Design. In: NASCIMENTO, M.; ALVES, G. ; MORAIS, E. *Contributions to Higher Engineering Education*. Singapore: Springer, 2018.
- GRAAFF, E. D.; KOLMOS, A. *Characteristics of Problem-Based Learning*. *International Journal of Engineering Education*, 2003. 657-662. Disponível em: <https://www.ijee.ie/articles/Vol19-5/IJEE1450.pdf>. Acesso em: 17 novembro 2019.
- IDEIA CIRCULAR. *O futuro é circular. Ideia Circular, 2018*. Disponível em: <https://www.ideiacircular.com/>. Acesso em: 26 junho 2019.
- KRUCKEN, L.; MOL, I.; MOUCHREK, N. *Cocriação no ensino de design: como implementar 'espaços projetuais' para inovação colaborativa?* Arcos Design, v. N°1(1), n. 9, p. 27-50, junho 2016. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign/article/view/14093/18720>. Acesso em: 17 novembro 2019.
- LEMILLE, A. *Circular Economy 2.0**. *LinkedIn*, 2016. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/circular-economy-20-alex-lemille/>. Acesso em: 10 agosto 2019.
- LEMILLE, A. *Circular Economy 2.0*. *Alexandre Lemille*, 2019. Disponível em: <https://www.alexandremille.com/circular-economy>. Acesso em: 10 agosto 2019.
- LEUBE, M.; WALCHER, D. *Designing for the next (Circular) Economy: An appeal to renew the Curricula of Design Schools*. *The Design Journal - An International Journal for All Aspects of Design*, Londres, 20:sup1, 6 setembro 2017. S492-S501. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/loi/rfdj20>.
- MACHADO, G. B. *Ciclo de Vida de Produto – Aberto ou Fechado*. PRS - *Portal Resíduos Sólidos*, 8 outubro 2013. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/ciclo-de-vida-de-produto-aberto-ou-fechado/>. Acesso em: 06 novembro 2019.
- MALVE-AHLROTH, S.; SUOMINEN, J.; NURMI, P. *Problem-based project learning is key to the circular economy*. *Online Magazine Talk*, Circular Economy, Turku, Finland, 09 junho 2019. 4. Disponível em: <https://talk.turkuamk.fi/kiertotalous/problem-based-project-learning-is-key-to-the-circulareconomy/>. Acesso em: 11 julho 2019.

- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. New York: North Point Press, 2002. 195 p.
- MORENO, M.; DE LOS RIOS, C.; ROWE, Z.; CHARNLEY, F. A *Conceptual Framework for Circular Design*. Sustainability, Cranfield, UK, 8, n. 9, 13 setembro 2016. 937. Disponível em: www.mdpi.com/journal/sustainability.
- NIKE. *Circularity Workbook: Guiding the future of design*. Nike. [S.l.], p. 89. 2019.
- OECD. *Perspectivas Ambientais da OCDE para 2030* (OECD Environmental Outlook to 2030). OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, p. 16. 2008.
- PACKARD, V. *Estratégia do Desperdício*. 1ª. ed. São Paulo: IBRASA, 1965. 311 p.
- PAPANEK, V. *Design for the real world - Human Ecology and Social Change*. 2ª. ed. Chicago, IL: Academy Chicago Publishers, 1971.
- POMBO, O. Epistemologia da Interdisciplinarietà. In: PIMENTA, P. C. *Interdisciplinarietà, Humanismo, Universidade*. Porto: Campo das Letras, 2004. p. 235.
- REPÚBLICA PORTUGUESA - AMBIENTE. *O que é economia circular? eco.nomia*, 2019. Disponível em: <http://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias>. Acesso em: 07 junho 2019.
- RSA ACTION AND RESEARCH CENTRE. *The Great Recovery Report - Investigating the role of design in the circular economy*. RSA Action and Research Centre. Londres, p. 46. 2013. (Report 1).
- RSA GREAT RECOVERY, INNOVATE UK. *Designing for a circular economy: Lessons from The Great Recovery 2012-2016*. RSA (Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures and Commerce). Londres, p. 45. 2016. (ISBN 978-0-901469-85-4).
- TOGNATO, C. *Economia Circular e as Escolas de Pensamento*. Medium Corporation, 26 outubro 2018. Disponível em: <https://medium.com/@carlatog92/economia-circular-e-as-escolas-de-pensamento-d969909df137>. Acesso em: 25 junho 2019.
- TSUPROS, N.; KOHLER, R.; HALLINEN, J. *STEM education: A project to identify the missing components*. Pennsylvania: Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon, 2009.
- UN ENVIRONMENT. *Global Environment Outlook - Geo-6: Healthy Planet, Healthy People*. United Nations Environment Programme. Nairobi. 2019.

Abstract: This paper discusses the relationship between design and engineering through interdisciplinary teaching experiences for raising circular economy awareness. Education is essential to enable this process in a systemic way for future professionals in both areas, introducing integrated project methodologies in product design and manufacturing. The goal is that in addition to the areas of expertise (architecture, design, management and engineering), prospects are established to rethink the current path of economic development. This will create a skills base to promote circular innovation, aligned with the need for modern societies to move towards a more sustainable paradigm.

Keywords: Circular innovation - education - project - design - engineering - sustainability

Resumo: Este artigo discute as relações entre design e engenharia por meio de experiências interdisciplinares de ensino para uma sensibilização para a economia circular. A educação é essencial para viabilizar esse processo de maneira sistêmica nos futuros profissionais de ambas as áreas, introduzindo metodologias integradas de projeto no design de produtos e respectivos meios de produção. O objetivo é que, além das áreas de especialização (arquitetura, design, gestão e engenharia), sejam estabelecidas perspectivas futuras para repensar o caminho atual do desenvolvimento econômico. Será assim possível criar uma base de competências para promover a inovação circular, alinhada pela necessidade das sociedades modernas avançarem para um paradigma mais sustentável.

Palavras chave: Inovação circular - educação - projeto - design - engenharia - sustentabilidade

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo]
