

DESAFIOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO DO SÉCULO XXI. A FABRICAÇÃO DIGITAL COMO RECURSO DIDÁTICO

Alexandra Paio¹

1. INTRODUÇÃO

Num momento em que o uso de tecnologias digitais está a revolucionar a sociedade e sobretudo os conhecimentos, conteúdos e disciplinas nas escolas, torna-se um desafio, para os professores, ensinar as novas gerações para enfrentar o futuro. Os objetivos educacionais não são apenas o que aprender, mas como aprender e o que fazer com esta aprendizagem. Aprender a aprender é indispensável. É premente, assim, clarificar que competências devem os professores desenvolver nos alunos e que práticas implementar a curto e médio prazo para responder aos desafios digitais na educação do século XXI.

Foi neste enquadramento, que o Centro de Formação da Aproved promoveu uma ação de formação denominada *A fabricação digital como recurso didático* que tinha, como um dos objectivos, desafiar professores do ensino básico e secundário português, a procurar alternativas metodológicas de ensino-aprendizagem e questionar o papel destas no ensino. Foram várias as questões em aberto como ponto de partida: Como e quais tecnologias digitais utilizar? Quais são os benefícios educacionais das tecnologias digitais? O que

é a fabricação digital (impressão 3D; corte a laser; fresadora)? Quais são os tipos de aplicação? Como estão a ser utilizadas no ensino? Como poderão ser implementadas no ensino-aprendizagem dos conteúdos das minhas disciplinas? Como iremos formar os alunos para serem cidadãos autónomos, assertivos, críticos, inovadores e inclusivos?. Esta formação de 25 horas decorreu no *Vitruvius FABLAB - Laboratório de Fabricação Digital* no ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, entre os dias 31 de outubro e 28 de novembro de 2020. Cada uma das cinco sessões de trabalho abordou um conjunto de temáticas específicas envolvendo ativamente os formandos na exploração de várias ferramentas tecnológicas digitais relacionadas com a fabricação digital, essenciais à prototipagem de materiais didáticos e pedagógicos de apoio ao ensino, com vista ao sucesso escolar dos seus alunos. Os laboratórios de fabricação digital (*FABLAB*) têm tido um papel importante em todo o mundo no acesso às tecnologias digitais. Os nativos digitais, os alunos, têm agora a oportunidade de imaginar, desenhar, testar e construir as suas ideias. Tal cenário, incentiva, também, os professores a implementar metodologias de ensino-aprendizagem, através das

¹ Professora Auxiliar na Escola de Tecnologias e Arquitetura do ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa.

quais os alunos se tornam atores e impulsionadores da sua aprendizagem, e, assim, são preparados para ser cidadãos críticos e ativos. Prensky salienta que *os nossos alunos mudaram radicalmente. Os estudantes de hoje não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado.* [01]

Porém, na maioria, a forma de educar e ensinar nas escolas pouco mudou. Para Seymour Papert, *se um professor do século XVI viajasse no tempo até ao presente, este não teria qualquer problema para ensinar numa das nossas escolas.* [02:10]

Em Portugal, a falta de conhecimento e de treino na utilização das ferramentas digitais na maioria da comunidade académica do ensino obrigatório é evidente [03], fator que tem contribuído para a não utilização adequada das tecnologias disponíveis para as atividades de ensino-aprendizagem. Os professores ou imigrantes digitais [01] ensinam, hoje, as primeiras gerações que cresceram com as tecnologias diariamente, e continuam a usar uma linguagem da era pré-digital, que é totalmente diferente da linguagem dos nativos digitais. Contudo, a tecnologia não deve ser apenas vista como suporte de comunicação, porque é, também, um suporte fundamental para a formação do pensamento, no modo de sentir, de abordar e compreender a realidade e construir soluções para problemas reais cada vez mais complexos.

Neste artigo, apresentam-se os resultados da formação levada a cabo pelo Centro de Formação da Aproged na utilização de recursos tecnológicos no âmbito dos contextos específicos das escolas dos formandos. O objetivo foi responder a algumas das questões acima formuladas e contribuir para discutir os desafios e possibilidades do uso das tecnologias, em especial da fabricação digital, em contexto educacional nacional.

2. DESAFIOS TECNOLÓGICOS DIGITAIS NO SÉCULO XXI

A tecnologia é a resposta, sim, mas a qual questão? Na década de 1960, o arquiteto Credic Price colocou a questão para que fosse possível refletir sobre o impacto do progresso tecnológico na sociedade e na arquitetura [04]. O termo tecnológico surge pela primeira vez em 1772, num livro de Johann Beckmann, referindo-se à ciência dos ofícios [05], remetendo-nos, assim, para ferramentas e utensílios utilizados na profissão. É neste sentido, que a tecnologia

se apresenta, hoje, como desafio nos processos de ensino-aprendizagem nas escolas portuguesas.

A reflexão inevitável sobre os desafios tecnológicos não se resume, ao discurso acerca de computadores e Internet mas à sua contextualização para melhor compreender a utilização das ferramentas digitais na autonomia do pensamento dos alunos, na aprendizagem multidimensional profunda dos vários conteúdos escolares, e na construção de soluções inovadoras e sustentáveis para projetos da vida real, porque os computadores são inertes na sua forma física e inúteis enquanto máquinas de pensar [06].

A terceira revolução, que introduziu a industrialização, remeteu-nos para uma sociedade que deveria ter sido mais sustentável através da digitalização e desmaterialização, de todos os processos de interação [07]. Com a aceleração da tecnologia, poucos anos depois, começamos a falar de uma quarta revolução digital [08] que volta a lançar um conjunto de reptos sociais a que os professores têm que responder para prepararem as futuras gerações para o constante processo de mudança. Desde a década de 80 do século passado, que a sociedade está num processo de transformação estrutural multidimensional associado à emergência das tecnologias de informação e comunicação (TIC) que se difundiram de forma desigual por todo o mundo [09].

A inovação tecnológica e a sua disseminação, global e local, têm criado novas realidades das quais se destacam duas: (1) a Indústria 4.0 com a automatização de processos (Inteligência Artificial), a robotização, Internet of Things (IoT), nanotecnologia e a manufatura inteligente [06, 10], que combinam máquinas com processos digitais muito avançados, promovendo cada vez mais a personalização de produtos; e, (2) a democratização das tecnologias e da inovação nos FABLAB que permitem, a quase todos os cidadãos, ter acesso à tecnologia de desenho e produção, promovendo ambientes para prototipagem do tipo DIY (do it yourself) [11].

Para Gershenfeld [12], a revolução digital pautada pela fabricação digital pessoal e a criação de espaços físicos, que proporcionem processos de criação e desenvolvimento, são ignições para a diferenciação na educação, pois permitem desenvolver projetos inovadores para necessidades concretas. Os FABLAB têm um enorme potencial nas práticas educacionais [13]. O movimento da cultura maker [14] associado permite divulgar em todo o mundo a nova visão para o ensino. Mas, o que é a cultura maker e qual é a sua

importância na educação? Como integrar a fabricação digital no ensino-aprendizagem no ensino obrigatório?

Nas escolas, a introdução da *cultura maker* pode ter um papel importante na mudança de metodologias baseadas em modelos tradicionais de ensino que se têm demonstrado desmotivadores para os alunos [15]. A sua aplicação prática tem sido um dos principais desafios impostos aos professores e à comunidade académica em geral [15]. Os professores têm, nas suas mãos, ferramentas fundamentais para dotar os seus alunos das competências do século XXI e, principalmente, de lhes dar voz no processo de ensino-aprendizagem, porque, afinal, os alunos devem poder ser protagonistas na evolução dos próprios conhecimentos. A introdução de tecnologias digitais para a produção de modelos físicos 2D ou 3D, maquetas e protótipos no ensino é, hoje, uma realidade em múltiplas áreas (biologia, medicina, engenharia, arquitetura, escultura, etc.) e a fabricação digital, numa perspetiva humanista, tem sido um apoio ao desenvolvimento e inovação social e económica.

A fabricação digital é considerada a fase final do processo pelo qual os modelos virtuais de um projeto são utilizados para produzir um objeto físico. O avanço, desde os anos 60, das tecnologias CAD/CAM (*Computer-aided Design/ Computer-aided manufacturing*) tem permitido ao ser humano controlar um conjunto

de máquinas (impressoras 3D; corte a laser; fresadoras; braços robóticos) para produzir todo o tipo de objetos a múltiplas escalas, independentemente da sua complexidade formal (Figura 1) [16]. O uso da impressão 3D na indústria é uma das mais fortes tendências da revolução industrial em curso. Segundo Schwab [08], a *Indústria 4.0* exige uma transformação do cenário industrial, e a impressão 3D possibilita reduzir custos e diminuir o tempo gasto na produção, além de minimizar significativamente possíveis falhas no processo [17].

A fabricação digital nas escolas portuguesas significa inovação e transformação para fornecer as competências necessárias para pensar e agir com elevado potencial de mudança e evolução na sociedade, desenvolvendo a autonomia e criatividade necessária dos jovens. É, também, lugar da democratização da tecnologia, combatendo a desigualdade tecnológica ao fazer chegar a um maior número de pessoas estes conhecimentos e modos de produção.

3. PILARES PARA O DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIAS ALTERNATIVAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

O século XXI coloca novas questões que precisam da tecnologia e da fabricação digital como recurso de resposta à implementação de metodologias alternativas de ensino-aprendizagem. Neste cenário, destacam-se os três pilares de suporte vertical de ensino-aprendizagem que devem ser apreendidos e utilizados pelos professores (Figura 2): (1) o FabLab@School [18], que traz para as escolas novas ferramentas e o conceito de aprendizagem profunda (*deep learning*) e aprender fazendo (*hands-on learning*) em que o errar faz parte do processo; (2) a STEAM (acrónimo de *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) [19], que promove a importância da criatividade na aprendizagem centrada em projetos (*project-based learning*) e no aluno (*student centered learning*); e, (3) o Design Thinking [20] na aprendizagem, para o qual é fundamental a colaboração (*collaborative learning*) e um conhecimento profundo do contexto (*contextual learning*).

Porque precisamos, então, de FABLABs nas escolas portuguesas? Segundo Blikstein [18], criador do projeto *FabLab@School* em 2008 na Universidade de Stanford, as novas oficinas criativas são os espaços mais adequados para a ideação, experimentação, inovação, prototipagem e interação, ao proporcionarem

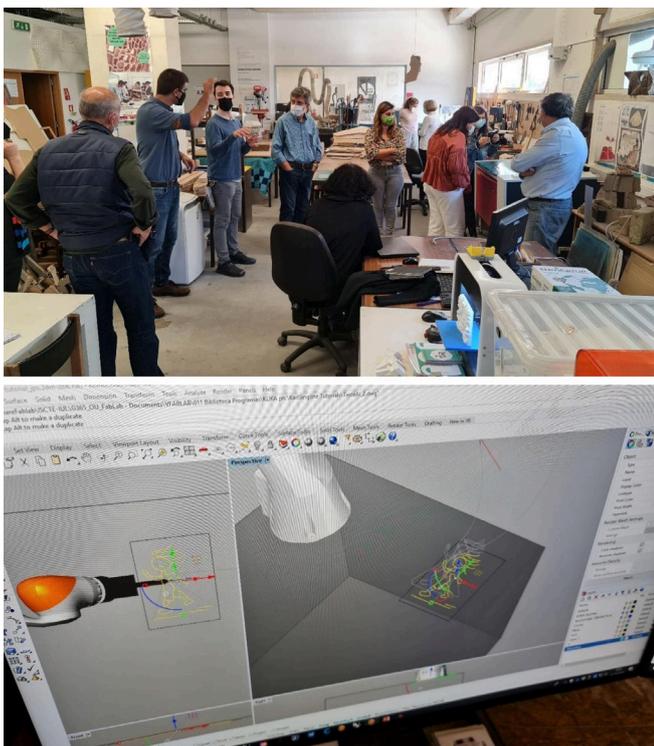


Figura 1 - Formandos e atividades da formação da Aproged no Vitruvius FABLAB - Laboratório de Fabricação Digital no ISCTE Instituto Universitário de Lisboa (foto da autora).



Figura 2 - Os três pilares de suporte vertical ao desenvolvimento de metodologias de ensino-aprendizagem (fonte: autora).

aos nativos digitais a exploração da sua capacidade produtiva num ambiente que une o digital e o real. São espaços fundamentais para a implementação de currículos orientados para a resolução de problemas reais, permitindo, na prática e na experimentação, promover uma utilização construtiva da tecnologia de forma a tornar a aprendizagem dos alunos mais profunda. Nos *FabLab@School* efetiva-se um aprender experimentando com as mãos na massa no sentido de resolver um problema ou criar um produto. Trata-se de uma forma mais envolvente de aprender e proporciona uma evolução cognitiva mais estruturada, desenvolvendo competências básicas para preparar os alunos para os desafios futuros como cidadãos e torná-los profissionais mais conscientes do mercado de trabalho que os espera.

A introdução destes espaços na educação formal é profundamente influenciada por construções teórico-pedagógicas da educação experimental; do construtivismo; e da pedagogia crítica. Segundo Dewey [21], a educação deve ser experimental e ligada ao mundo e aos objetos reais, porque só desta forma há uma verdadeira construção de conhecimento. Papert [22] acrescenta que o aluno deve sempre partilhar publicamente as suas realizações, ponto também sublinhado por Freire [23], ao identificar que, quanto mais os projetos forem profundamente ligados a problemas relevantes, a nível pessoal ou comunitário, mais o aluno adquirirá autonomia e pensamento crítico. Em síntese, precisamos de laboratórios de fabricação digital nas nossas escolas porque permitem melhorar as práticas e conhecimentos existentes, acelerar os ciclos de inovação no *design* e desenvolver projetos de longo prazo e em colaboração profunda. As ideias abstratas só se tornam significativas e concretas quando são necessárias para realizar uma tarefa dentro de um projeto.

Porque precisamos da criatividade nos projetos desenvolvidos em espaço oficial? As oficinas devem ser acompanhadas por metodologias de ensino-aprendizagem adaptáveis a uma visão colaborativa e de intercâmbio, envolvente e contextualizada, entre as diferentes matérias lecionadas. As diferentes áreas disciplinares do currículo contribuem para uma perspetiva interdisciplinar na resolução de problemas. Para tal, Yakman [19] criou uma estrutura metodológica denominada STEAM para uma aprendizagem centrada no aluno e em projetos práticos. Os alunos aprendem resolvendo problemas por meio de cinco etapas: Investigar, Descobrir, Conectar, Criar, e Refletir. Etapas que são reflexo das experiências pedagógicas de autonomia de Montessori [24], no pragmatismo e ética social de Addams [25]. Centrar o ensino-aprendizagem nos próprios alunos, tornando-os parte integrada e integrante da sua aprendizagem através de projetos sobre a realidade social envolvente com o suporte de diferentes áreas do conhecimento (disciplinas e professores) alerta para a mudança das lógicas construtivas dos modelos vigentes que perpetuam a memorização. A STEAM torna a educação integralmente interdisciplinar, criativa e inclusiva.

Porque precisamos de uma aprendizagem criativa e colaborativa? O terceiro pilar para o desenvolvimento de metodologias alternativas de ensino-aprendizagem é o *Design Thinking*, uma abordagem à inovação e a soluções complexas com base na teoria e prática do *design* na conceção de produtos, por meio de processos iterativos e criativos. Cross [26], observando *designers* em ação, identificou três aspetos estratégicos principais no seu pensamento: (1) uma abordagem ampla de sistemas para o problema, contrária a um critério restrito; (2) um enquadramento do problema de forma distinta e por vezes bastante pessoal; e, (3) o projeto deve sempre partir dos primeiros princípios. Para Sanders e Stappers [20], é a aprendizagem criativa e colaborativa assente no mapeamento contextual que capacita os criadores para serem parte da cocriação do seu futuro. A aprendizagem colaborativa contextualizada promove a compreensão da complexidade inerente a um problema e através da experimentação e do uso de *kits* de ferramentas adaptados a cada solução equacionada.

Na articulação destes três pilares, o projeto *FabLab Schools.eu - Towards Digital Smart, Entrepreneurial and Innovative Pupils* [27], financiado pelo ERASMUS+, é um exemplo de boas práticas na Europa. O objetivo

central é o de introduzir princípios metodológicos inovadores de suporte pedagógico sustentável no uso da fabricação digital na educação. Neste objetivo, é realçado o papel dos alunos na construção de soluções para problemas reais com tecnologias digitais (digitalização 3D, impressão 3D, corte a laser, programação, microprocessadores e sensorização) e de que modo estes processos podem facilitar a aprendizagem e o desenvolvimento de competências centradas nos desafios do século XXI. O foco é transversal a alunos e professores, porque, ao aumentar as competências pedagógicas dos professores na fabricação digital educacional, os alunos podem ser agentes no desenho e desenvolvimento do seu futuro.

O *FabLab@School.eu* [27] surgiu no âmbito de uma parceria com escolas de quatro países europeus (Dinamarca, Espanha, Holanda e Itália) e estabeleceu-se em princípios comuns para a aprendizagem: (1) desenvolvimento de competências de pensamento crítico, comunicação e colaboração, criatividade e inovação; (2) resolução de problemas complexos, domínio tecnológico e cidadania digital. Num período de dois anos, as boas práticas dos métodos testados entre escolas permitiram desenhar um manual de recomendações regionais e nacionais.

Para apoiar o processo de aprendizagem exploratória comum, foi implementado um modelo circular genérico de construção colaborativa envolvendo alunos e professores. Este não prescreve ações específicas ou medidas de projeto, indica apenas como se desenvolve o processo de projeto. O modelo facilita e apoia uma aprendizagem-ensino centrada nos alunos, estimulando-os a uma interação contínua entre o pensamento divergente e convergente do fazer, forçando-os a abrir o processo de *design* a níveis de colaboração em grupo; assumir novas perspetivas; e, subsequentemente, a descartar decisões para chegar a soluções de compromisso. A argumentação e reflexão são pontos essenciais à síntese para desenhar um projeto com significado. O modelo ilustra um processo interativo assente em 6 etapas (Figura 3): (1) Resumo do projeto, enquadramento do desafio complexo do mundo real e planeamento das etapas do processo; (2) Estudo de campo para explorar e pesquisar o contexto e os utilizadores, bem como o conhecimento existente sobre o assunto; (3) Ideação e desenvolvimento criativo de ideias usando várias técnicas e materiais (fabricação, desenvolvimento de *mock-up*, prototipagem de conceitos utilizando tecnologias digitais e materiais analógicos);

e (4) Argumentação, para testar um conceito de *design* ou produto e refletir sobre as várias etapas e argumentos do processo; e reflexão, para refletir sobre o resultado da aprendizagem - ou competência de *design* - desenvolvida ao longo de todo o processo de *design*. Dentro deste modelo, os professores têm ainda uma estrutura para planear todo o processo do projeto, no qual devem ser trabalhadas conexões entre etapas que respondam às seguintes questões:

- Que atividades devem ser desenvolvidas pelos alunos no processo de construção colaborativa?
- Que materiais/recursos devem ser criados/fornecidos aos alunos?
- Quais são os objetivos de aprendizagem ou resultados a atingir pelos alunos?
- Como será avaliado o desafio/problema real identificado, o processo, o produto e a aprendizagem dos alunos?

A autonomia, o pensamento crítico e a criatividade são benefícios essenciais para os futuros profissionais do século XXI e estão ao alcance de todos, com a introdução das tecnologias digitais em metodologias alternativas de ensino-aprendizagem. É urgente os professores assumirem um papel na sua integração nas escolas como promotoras de sustentabilidade e igualdade. Como Maria José Jacinto sublinha, as *novas abordagens pedagógicas, ao colocarem o aluno no centro das aprendizagens, desenvolvem o sentido critico e criativo, responsabilizando todos como agentes de mudança.*

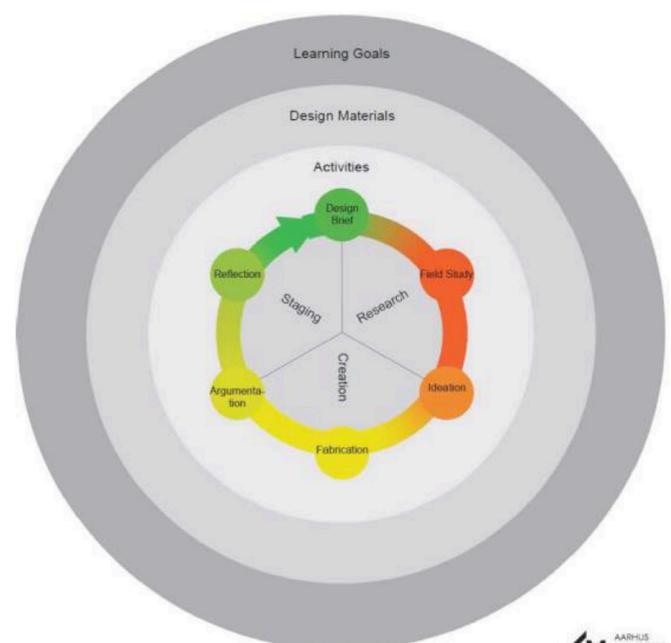


Figura 3 - *FabLab@School.eu* modelo circular genérico de construção colaborativa desenvolvido pela Universidade Aarhus, Dinamarca (fonte <https://fablabproject.eu/>)

4. A FABRICAÇÃO DIGITAL COMO RECURSO DIDÁTICO.

É nesta conjuntura que se realiza a formação através do Centro de Formação da Aproged destinada a professores dos grupos 240, 500, 530 e 600, com o objetivo central de incrementar uma visão integrada dos processos digitais com a experimentação das suas várias fases até à prototipagem de recursos didáticos com fabricação digital. A formação foi organizada em 5 sessões distribuídas por duas partes: (1) contextualização teórica de conceitos e boas práticas; e, (2) oficina prática efetuada em grupo.

A primeira parte permitiu introduzir o papel da fabricação digital na educação, ou seja, a contextualização, origem, importância na contemporaneidade, e a exemplificação de boas práticas assentes em modelos que têm sido implementados na Europa. Na sessão 1, os formandos tiveram acesso a informação básica sobre desafios tecnológicos digitais no ensino dos alunos no século XXI. Primeiro, foram apresentados conteúdos relacionados com a história e evolução tecnológica, que contribuem para uma compressão mais profunda do paradigma da sociedade digital. Em seguida, os formandos familiarizaram-se com as ferramentas, técnicas e métodos de fabricação (impressão 3D; corte a laser; fresadora), acompanhados de exemplos realizados na Europa e no *Vitruvius FABLAB*. Na sessão 2, de apresentação e discussão de boas práticas na implementação da fabricação digital no ensino-aprendizagem nas escolas, foram discutidos vários projetos do *FabLab@School.eu* [27] e, a nível nacional, o projeto *Experimentar a Fabricação Interdisciplinar de Objetos Quotidianos* - do Programa Escolher Ciência: da Escola à Universidade, Agência Ciência Viva (Figura 4) -, concretizado através de oficinas orientadas por equipas multidisciplinares com alunos do Colégio Santa Doroteia [28]. O objetivo primordial foi pensar, desenhar e construir objetos para o uso quotidiano, tendo por base exercícios interativos de fabricação digital socialmente contextualizados.

Na segunda parte, os grupos testaram sumariamente o modelo circular genérico de construção colaborativa, num processo de *design* iterativo dividido em três fases: (1) resumo do projeto e estudo de campo; (2) geração de ideias e fabricação; e, (3) argumentação e reflexão, abordando, conseqüentemente, tanto a discussão dos desafios tecnológicos do século XXI no ensino nas suas escolas, a conceção e prototipagem de materiais didáticos e pedagógicos de apoio ao

ensino, como uma reflexão crítica sobre a aplicação destes processos em contexto nacional.

A Sessão 3 foi dedicada à exploração da construção colaborativa de materiais didáticos e pedagógicos de apoio ao ensino das artes visuais e das disciplinas de educação tecnológica, educação visual e matemática. Nesta fase do exercício prático, os três grupos de formandos tiveram como objetivo central estruturar uma solução que representasse o papel do aluno, ou grupo de alunos, num eventual projeto elaborado a nível escolar. Os formandos foram estimulados a pensar os seus projetos sustentados num dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pelas Nações Unidas em 2015 e que devem ser concretizados até 2030 (Figura 5). No âmbito da educação, os grupos iniciaram a sua reflexão a partir do Objetivo 4:

Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.

e da necessidade de

... aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilitações relevantes, inclusive competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho decente e empreendedorismo [29].

O processo criativo (Figura 6) permitiu: (1) Explorar, através da Contextualização colaborativa do projeto nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis; (2) Priorizar, descrevendo um exemplo de contributo individual para os ODS a partir da sua experiência de docência; e, (3) Estruturar, identificando os atores e conteúdos disciplinares necessários para a concretização do projeto.

A colaboração para a criação do protótipo de recurso didático teve como opção uma abordagem transversal à comunidade escolar ou disciplinar, isto é, os formandos foram confrontados com a proposta de um modelo que estimula a reflexão crítica sobre um problema concreto da sua escola ou da sua disciplina, estruturando e priorizando o foco a partir de uma visão mais alargada de possibilidades. Com base no entendimento comum do problema a resolver, foram definidos campos de investigação relevantes e o público-alvo, para gerar conhecimento empírico para as fases seguintes. Foram, em seguida, desenhados os modelos 3D e discutidas opções de materiais existentes no *Vitruvius FABLAB*, para a correta passagem para modelos 3D físicos.



Figura 4 - boas práticas na utilização da fabricação digital no ensino- aprendizagem nacional e internacional (fonte: <https://vitruviusfablab.iscte-iul.pt/>)



Figura 5 - 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) (fonte: <https://www.ods.pt/>)



Figura 6 - Apresentação intermédia dos resultados da sessão 3 (foto da autora)

As duas últimas sessões foram dedicadas à prototipagem das soluções didáticas e apresentação/discussão dos resultados. A sessão de prototipagem permitiu a cada grupo conhecer e aprofundar as restrições e potencialidades de cada técnica de fabricação digital, tais como: a passagem da modelação 3D para um objeto físico, o conhecimento do material adequado à prototipagem e a escolha da técnica para a correta produção do objeto.

5. CONSTRUÇÃO COLABORATIVA DE MATERIAIS DIDÁTICOS E PEDAGÓGICOS

A diversidade dos resultados da construção colaborativa dos três grupos de formandos, revela a multiplicidade de usos e escalas de aplicação que a fabricação digital favorece em contexto educacional. Como declara Miguel Medeiros de Carvalho:

particularmente no domínio da educação, a fabricação digital, é um instrumento fundamental para a transformação da escola num verdadeiro espaço colaborativo.

Foi esta colaboração e entrelaçada entre os diversos elementos dos grupos, que promoveram a discussão das propostas, que tornaram possível alcançar os resultados que a seguir se descrevem.

GRUPO A:

Desenvolvimento de uma cidadania ativa na escola António Vaz Carapinha, Maria José Jacinto e Maria Virgínia Pereira (Professores do 3º ciclo do Ensino Básico)

Com o objetivo de desenvolver competências inerentes à cidadania, o grupo optou por uma abordagem transversal e delineou uma estratégia que envolvesse toda a comunidade escolar. Orientado pela simulação de um cenário de ensino-aprendizagem que colocasse os alunos no centro da aprendizagem, o grupo definiu um projeto que permitiria soluções para o *ODS 12 - Produção e Consumo Sustentáveis*. Para tal, formulou como questão central do projeto: Como evitar o Desperdício na Escola?

O projeto teve como base a definição de atividades de criação colaborativa que promovessem um pensamento crítico, nos alunos, sobre a necessidade de serem adotados comportamentos que contribuam para a sustentabilidade dos recursos existentes, nomeadamente: (1) Identificar os desperdícios;

(2) Sensibilizar e auscultar toda a comunidade escolar para as situações que se verificam na escola; (3) En-volver os professores das diversas disciplinas e respectivos conhecimentos para a resolução dos problemas identificados; (4) Desenhar e apresentar soluções; e, (5) Prototipar.

Na resposta à questão, foram identificadas quatro áreas de intervenção para evitar o desperdício na escola (água, energia, papel e alimentos) e desenhada uma sinalética que permitisse a localização/identificação do desperdício no seu contexto e motivação para a ação consequente. O círculo identificaria o desperdício em causa e, a seta, a ação a tomar para o evitar. Para melhor clareza, o grupo optou, ainda, pela atribuição de cor, vermelho e violeta, seguindo as diretivas do *Zerowaste* [30], que representam, respetivamente, o máximo e o mínimo desperdício (Figura 7).

GRUPO B

Desenvolvimento de uma peça de equipamento escolar multifuncional

Júlia Rodrigues da Cruz, Júlia Mateus Sores, Rita Miguel Risso (Professoras dos Cursos Profissional e Científico-Humanístico)

Projeto transversal de resposta ao ODS 9, surge da identificação, no espaço escolar onde lecionam as formandas, da ausência de um recurso que promovesse a interação entre alunos e professores. Assim, a questão inicial foi: Como melhorar a interação entre alunos na escola?

O grupo delineou uma estratégia que visou contribuir para toda a comunidade escolar, para a qual desenhou e prototipou uma estrutura modular multifuncional que permitisse as seguintes utilizações: sinalética, suporte de exposição e banco de apoio para colocar nos corredores (Figura 8). Os suportes expositivos permitiriam aos alunos apresentar os seus trabalhos e, dessa forma, constituir um catalisador para a participação de outras disciplinas e saberes nas atividades criativas letivas da escola. A inspiração para o desenho foi o logotipo da escola que tinha sido desenvolvido por alunos do curso profissional técnico de desenho gráfico, num concurso promovido pela escola. Pela escala do projeto, o grupo optou por *MDF* colorido e a utilização da fresadora. Estas decisões facilitaram a compreensão de todo o processo e exploração das potencialidades/condicionantes das opções. Como salientado por Júlia Soares, um

dos membros do grupo:

foi muito interessante constatar a vantagem desta forma de trabalhar: instruções de fabrico guardadas num ficheiro digital, podem ser rapidamente alteradas e melhoradas permitindo encurtar significativamente todo o processo, desde a ideia até ao produto final.

GRUPO C

Desenvolvimento de um diário geométrico

António Andrade Silvano, Helena Vasconcelos Almeida; Henrique Alves de Carvalho; Miguel Medeiros de Carvalho (Professores do Ensino Secundário)

Com base no ODS 4, o grupo optou por uma abordagem disciplinar centralizada no ensino e nas problemáticas de aprendizagem da geometria descritiva. Os quatro professores identificaram a falta de materiais didáticos específicos para a visualização tridimensional, por parte dos alunos, dos exercícios propostos nas aulas e em estudo autónomo. Esta problemática definiu a questão inicial do projeto: Como construir um recurso didático que permita a comunicação dentro da linguagem específica da geometria descritiva? O resultado final das várias etapas da construção colaborativa foi a prototipagem de um *Diário Geométrico* composto por um *toolkit* de elementos do modelo diédrico e do modelo axonométrico (Figura 9). Assim, cada aluno poderá, à semelhança de um diário gráfico, construir e registar a sua aprendizagem da geometria descritiva, diariamente, tendo como base um abecedário da geometria.

A prototipagem de várias propostas permitiu compreender o potencial da fabricação digital, impressão 3D e corte laser, nas suas diversas dimensões, restrições técnicas e materiais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando perspetivamos o cenário no século XXI, não podemos deixar de visualizar a multiplicidade de profissões ligadas à inteligência artificial, à robótica, à automação, às nanotecnologias, e muito menos a previsão de uma invasão do mercado de trabalho globalmente digital. Os desafios não são pequenos. Neste cenário, a formação realizada através do Centro de Formação da Aproged sublinhou a urgência dos professores adquirirem novas competências em que a fabricação digital é o meio para apoiar o desenvolvimento social e a inovação tecnológica na materialização das ideias (Figura 10). Cada um dos protótipos de recursos didáticos resultou de respostas e discussão alargada às várias questões coladas ao longo deste texto.

Os formandos adquiriram novas competências através da experimentação efetiva do processo de pensar e fazer integrado, suportado pela versatilidade de diferentes ferramentas digitais. Esta ação de formação possibilitou a introdução de abordagens alternativas em termos pedagógicos, com foco na resolução de problemas concretos e, assim, interrogar o papel do ensino das áreas artísticas, compreender a componente da criatividade e do envolvimento de múltiplos saberes na efetivação da dimensão cívica e inclusiva da partilha.

O conhecimento dos processos assentes na fabricação digital, experimentados na formação, tornaram os professores conscientes da necessidade de implementar metodologias alternativas que preparem os alunos, futuros profissionais, para enfrentar uma sociedade cada vez mais digitalizada, globalizada e em constante transformação. As aprendizagens artísticas têm o dever de dotar os nativos digitais de pensamento crítico e capacidade criativa para usar a tecnologia na resolução de problemas complexos reais em articulação com outras áreas disciplinares. A interdisciplinaridade nas escolas de ensino obrigatório é decisiva para esta mudança de paradigma. Para as escolas destes formandos foi uma oportunidade de beneficiar de processos de *mão na massa*, onde aprender fazendo é o caminho para uma mudança sustentável e resiliente defendida nos ODS. A introdução destas novas práticas no contexto escolar é, ainda, a possibilidade de repensar as práticas dos anos 1970 e 1980 de oficinas dentro das escolas. Posto isto, é o tempo certo para voltarmos a ter oficinas como recurso permanente essencial a todas as atividades escolares.

Agradecimentos

A autora agradece a oportunidade dada pela coordenação da APROGED e do seu Centro de Formação, respetivamente, Vera Viana e Júlia Mateus Soares; e reconhece o empenho, dedicação e colaboração dos formandos, sem as quais não teria sido possível atingir os resultados, nomeadamente: Ana Almeida Pereira, António Silva, António Carapinha, Helena Almeida, Henrique Carvalho, Júlia Mateus Soares, Júlia Rodrigues da Cruz, Maria José Jacinto, Maria Virgínia Pereira, Miguel Ângelo de Carvalho, Paulina Rita Risso. A autora agradece ainda aos colaboradores do *Vitruvius FABLAB* do ISCTE pela sua disponibilidade, para acompanhar, ao sábado, os grupos na fase de oficina: João Pedro Sousa, João Parcelas e Raquel Lopes.

REFERENCIAS

- [01] Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. On the Horizon, Vol. 9 No. 5, pp. 1-6.
- [02] Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books
- [03] Cruzeiro, M., Andrade, A., & Machado, J. (2019). Formação de professores e utilização das tecnologias digitais na escola. Revista Portuguesa De Investigação Educacional, (19), 281-307.
- [04] Price, C. (1979). Technology Is The Answer But What Was The Question? <https://www.pidgeondigital.com/talks/technology-is-the-answer-but-what-was-the-question/>
- [05] Kelly, K. (2010). What Technology Wants. Penguin
- [06] Oliveira, A. (2017). Mentas Digitais. A ciência Redefinindo a Humanidade. IST Press
- [07] Rifkin, J. (2013). A Terceira Revolução Industrial. Bertrand Editora (Versão portuguesa)
- [08] Schwab, K. (2018). A Quarta Revolução Industrial. Levoir (Versão portuguesa)
- [09] Castells, M. (2006). Sociedade em Rede. Era da Informação II: Economia, Sociedade e Cultura. Fundação Calouste Gulbenkian (versão portuguesa)
- [10] Domingos, P. (2017). A revolução do Algoritmo Mestre. Como a aprendizagem automática esta a mudar o mundo. Manuscrito.
- [11] Mikhak, B., Lyon, C., Gorton, T., Gershenfeld, N., Mcennis, C. & TaylorR, J. (2002). Fab Lab: an alternate model of ICT for development. 2nd international conference on open collaborative design for sustainable innovation
- [12] Gershenfeld, N. (2005). Fab. The Coming Revolution on Your Desktop. From Personal Computers to Personal Fabrication. Basic Books
- [13] Blikstein, P. (2013a). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors. Bielefeld: Transcript Publishers
- [14] Anderson, C. (2012). Makers: the new industrial revolution. Random House
- [15] Anderson, C. (2013). 20Years of Wired: Maker movement. Wired. Consultado em Outubro 2020. Disponível: <http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/06/feature-20-years-of-wired/maker-movement>
- [16] Paio, A., Eloy, S., Rato, V., Resende, R., & Oliveira, M. (2012) Prototyping Vitruvius, New Challenges: Digital Education, Research and Practice. Nexus Network Journal, 14, 3, p.409-429
- [17] Pearce, J. M., Blair, C. M., Laciak, K. J., Andrews, R., Nosrat, A. & Zelenika-zovko, I. (2010). 3-D printing of open source appropriate technologies for self-directed sustainable development. Journal of Sustainable Development, 3, p17
- [18] Blikstein, P. (2013). Computationally Enhanced Toolkits for Children: Historical Review and a Framework for Future Design. Now
- [19] Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
- [20] Sanders, L. & Stappers, J. (2012). Convivial Toolbox: Generative Research for the Front End of Design. BIS
- [21] Dewey, J. (1902). The school and Society. Chicago Press
- [22] Papert, S. (1993). The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer. Basic Books. Consultado em outubro de 2020. Disponível em <https://learn.media.mit.edu/lcl/resources/readings/childrens-machine.pdf>
- [23] Freire, P. (1970). Pedagogia do Oprimido. Paz e Terra
- [24] Montessori, M. (1965). Spontaneous in education. Schocken Books
- [25] Addams, J. (1902). Democracy and social ethics. Macmillan
- [26] Cross, N. (2011). Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work. Berg Publishers
- [27] FabLab Schools.eu – Towards Digital Smart, Entrepreneurial and Innovative Pupils (2018). Consultado em outubro de 2020. Disponível em <https://fablabproject.eu/>.
- [28] VFABLAB (2013) Consultado em outubro de 2020. Disponível: <https://vitruviusfablab.iscte-iul.pt/conteudos/workshops/1837/efioc13-experimentar-fabricacao-interdisciplinar-de-objetos-quotidianos>
- [29] Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (2015) Disponível: <https://www.ods.pt/>
- [30] Zerowaste (2019) Consultado em Outubro de 2020. Disponível: <https://www.recycling.com/downloads/zero-waste-symbol/>