

EDP VET



Melhores práticas para a sustentabilidade no EFP

Ferramentas digitais para a sustentabilidade

Economia circular e práticas digitais sustentáveis

Impacto ambiental das tecnologias digitais

Transição ecológica e digital na educação profissional

**Cofinanciado pela
União Europeia**



2024-2-ES-01-KA210-VET-000280277



ECO-DIGITAL PATHWAYS FOR VET

IES DR LLUIS SIMARRO
Spain
<http://www.ieslluissimarro.org>

ASOCIACIÓN EMPRESARIAL L'ALQUERIA
PROJECTES EDUCATIUS
Spain
<http://www.alqueriaeducatiu.org>

ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL DE PENAFIEL
Portugal
<http://www.aepenafiel.pt>

INSPECTORATUL SCOLAR JUDETEAN GORJ
Romania
<http://isj.gj.edu.ro>

IES DR. LLUIS SIMARRO
ENSENYAMENT PÚBLIC
CATALUNYA



Attribution-NonCommercial-
ShareAlike 4.0 International



Os recursos educacionais abertos (REA) são materiais de ensino, aprendizagem e investigação em qualquer meio – digital ou outro – que se encontram no domínio público ou foram lançados sob uma licença aberta que permite o acesso, uso, adaptação e redistribuição sem custos por terceiros, sem restrições ou com restrições limitadas.

O PACOTE DE FORMAÇÃO EDP-VET

é um folheto digital concebido para apoiar professores, formadores e estudantes do ensino e formação profissionais na integração de práticas digitais sustentáveis em contextos educativos e profissionais.

Este recurso aborda a **Dupla Transição**, em consonância com os objetivos do **Pacto Ecológico Europeu**, e oferece orientações práticas, metodologias ativas e exemplos concretos para promover competências ecológicas e digitais.

Organizado em cinco módulos temáticos, o folheto explora temas como a sustentabilidade, a economia circular, o impacto ambiental das tecnologias digitais e a utilização responsável das ferramentas digitais, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e críticos, preparados para os desafios do mercado de trabalho atual.



NOTA AOS PROFESSORES DO ENSINO PROFISSIONAL

E OUTRAS PARTES INTERESSADAS

Este folheto foi desenvolvido para apoiar os professores do ensino profissional no desafio de integrar a sustentabilidade e a transição digital nas práticas educativas, particularmente no contexto do ensino e da formação profissional. Num cenário marcado pela urgência climática e pela rápida evolução tecnológica, a educação desempenha um papel estratégico na preparação dos cidadãos e profissionais para responder a estas transformações de forma crítica, ética e responsável.

Ao longo deste material, encontrará um quadro conceptual, exemplos práticos e atividades sugeridas que ajudam a ligar os objetivos europeus — tais como o Pacto Ecológico Europeu e o Plano de Ação para a Educação Digital — à realidade concreta da sala de aula e dos contextos de formação. A abordagem adotada valoriza metodologias ativas, a aprendizagem baseada em problemas reais e o desenvolvimento integrado de competências ecológicas e digitais. Este folheto não tem como objetivo adicionar mais conteúdo ao currículo, mas sim apoiar a sua adaptação, oferecendo ferramentas para tornar a sustentabilidade e a digitalização dimensões transversais do ensino. O seu papel como professor é fundamental para transformar estes princípios numa aprendizagem significativa com um impacto duradouro.



1

TRANSIÇÃO ECOLÓGICA E DIGITAL NA
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL



Freeplik

2

MELHORES PRÁTICAS PARA A
SUSTENTABILIDADE NO EFP



3

FERRAMENTAS DIGITAIS PARA A
SUSTENTABILIDADE



4

ECONOMIA CIRCULAR E PRÁTICAS DIGITAIS
SUSTENTÁVEIS



5

ECONOMIA CIRCULAR E PRÁTICAS DIGITAIS
SUSTENTÁVEIS



MODULO 1

TRANSIÇÃO VERDE E DIGITAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

A EUROPA VIVE UMA FASE DE TRANSFORMAÇÃO PROFUNDA MARCADA POR DUAS MUDANÇAS ESTRUTURANTES QUE IRÃO MOLDAR O FUTURO DAS SOCIEDADES, DAS ECONOMIAS E DOS SISTEMAS EDUCATIVOS: A NECESSIDADE URGENTE DE ENFRENTAR A CRISE CLIMÁTICA E O DESENVOLVIMENTO ACELERADO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS. ESTES DOIS PROCESSOS — A TRANSIÇÃO VERDE E A TRANSIÇÃO DIGITAL — NÃO EVOLUEM SEPARADAMENTE; PELO CONTRÁRIO, INFLUENCIAM-SE E REFORÇAM-SE MUTUAMENTE, CONSTITUINDO O QUE A UNIÃO EUROPEIA DENOMINA TRANSIÇÃO VERDE E DIGITAL (TWIN TRANSITION).

PARA QUE ESTAS MUDANÇAS SE TORNEM UMA REALIDADE SUSTENTÁVEL, EQUITATIVA E INCLUSIVA, A EDUCAÇÃO DESEMPENHA UM PAPEL DECISIVO. EM PARTICULAR, A EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL (EFP) É CHAMADA A PREPARAR TÉCNICOS E PROFISSIONAIS CAPAZES DE APLICAR SOLUÇÕES VERDES E DIGITAIS NOS DIVERSOS SETORES PRODUTIVOS, CONTRIBUINDO DIRETAMENTE PARA OS OBJETIVOS EUROPEUS DE NEUTRALIDADE CLIMÁTICA E COMPETITIVIDADE SUSTENTÁVEL.

ESTE MÓDULO FORNECE AOS PROFESSORES E FORMADORES ORIENTAÇÕES, RECURSOS E BOAS PRÁTICAS QUE OS AJUDAM A INTEGRAR A SUSTENTABILIDADE E AS COMPETÊNCIAS DIGITAIS NAS SUAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS, ALINHANDO O TRABALHO DAS ESCOLAS PROFISSIONAIS COM O EUROPEAN GREEN DEAL E COM O DIGITAL EDUCATION ACTION PLAN

O QUE É A TRANSIÇÃO VERDE E DIGITAL?

A Transição Verde refere-se à transformação necessária para reduzir emissões, proteger a biodiversidade, promover a eficiência energética e implementar modelos circulares que prolongam o ciclo de vida dos produtos e minimizam resíduos. Esta transição implica novas formas de produzir, consumir, mobilizar recursos e gerir sistemas energéticos.

A Transição Digital, por sua vez, traduz-se na adoção generalizada de tecnologias como inteligência artificial, computação em nuvem, big data, robótica ou Internet das Coisas, que estão a transformar profundamente o modo como comunicamos, trabalhamos e aprendemos.

Quando combinadas, estas transições criam o cenário que chamamos Twin Transition, onde a tecnologia se torna um acelerador da sustentabilidade. Exemplos práticos incluem:

- Redes inteligentes que equilibram automaticamente energia renovável com o consumo.
- Agricultura de precisão que reduz água e fertilizantes usando sensores e dados.
- Indústria 4.0 verde, apoiada por simulações digitais e digital twins que evitam desperdício.
- Ambientes educativos híbridos que reduzem deslocações e aumentam a acessibilidade.

Contudo, a Twin Transition também apresenta desafios importantes: consumo energético crescente das infraestruturas digitais, extração de matérias-primas para dispositivos, aumento de resíduos eletrônicos e desigualdade no acesso às tecnologias. Por isso, é fundamental que professores e formadores ajudem os alunos a compreender tanto as oportunidades como os riscos, desenvolvendo pensamento crítico e práticas digitais responsáveis.



PORQUE É ESSENCIAL PARA O FUTURO DA EFP?

As escolas profissionais têm uma posição de destaque: formam técnicos que aplicam, no terreno, soluções inovadoras para a sustentabilidade e digitalização. É fundamental capacitar professores, formadores e alunos para:

- Trabalhar ativamente o impacto ambiental das tecnologias.
- Integrar práticas de economia circular na gestão e reciclagem de equipamentos.
- Utilizar ferramentas digitais sustentáveis, desde plataformas de cloud ecológicas a apps que ajudam a reduzir a pegada digital.
- Promover a sensibilização ambiental e o consumo responsável de tecnologia nos contextos educativos e profissionais.



O EUROPEAN GREEN DEAL E O PAPEL DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

O European Green Deal é a estratégia europeia para transformar a União Europeia na primeira economia climaticamente neutra até 2050. Para tal, propõe metas ambiciosas, entre as quais:

- Reduce greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030.
- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em pelo menos 55% até 2030.
- Aumentar a produção e o uso de energias renováveis.
- Acelerar a transição para uma economia circular.
- Proteger ecossistemas através da conservação e regeneração da biodiversidade.
- Garantir uma Transição Justa, apoiando regiões e trabalhadores em processos de requalificação.

O Green Deal reconhece explicitamente que estas metas só serão alcançadas se existirem trabalhadores

qualificados capazes de implementar práticas sustentáveis em setores como energia, indústria, transporte, construção, logística ou agricultura. É aqui que a EFP ganha relevância estratégica.

As escolas profissionais têm o potencial de transformar orientações europeias em realidade prática, preparando técnicos capazes de:

- instalar e manter sistemas de energias renováveis;
- aplicar técnicas de manutenção circular e reparação;
- utilizar ferramentas digitais energeticamente eficientes;
- interpretar dados ambientais para melhorar processos;
- implementar soluções eco-digitais nos seus contextos profissionais.

Assim, a EFP não apenas forma profissionais, mas contribui diretamente para a concretização das metas europeias.



EDUCAR PARA A SUSTENTABILIDADE DIGITAL

Os professores e as escolas são a força motriz por trás da Transição Dupla, transformando a educação por meio de práticas digitais sustentáveis, currículos atualizados e aprendizagem aplicada aos desafios reais da economia verde e digital.

A transformação digital exige mais do que literacia tecnológica básica. A Twin Transition requer o desenvolvimento de eco-competências digitais, que combinam domínio tecnológico com consciência ambiental. Isto implica que estudantes, professores e formadores aprendam a:

- utilizar tecnologias digitais com menor impacto energético e de dados;
- reconhecer o ciclo de vida dos dispositivos e a importância da reparação;
- avaliar a pegada ecológica associada ao uso de aplicações, armazenamento e streaming;
- programar e desenvolver soluções tecnológicas mais eficientes;
- aplicar princípios de economia circular em processos digitais.

A inclusão digital também é um valor central. A falta de acesso a dispositivos, conectividade ou competências digitais pode gerar desigualdades profundas. As escolas e centros de EFP devem garantir condições equitativas para que todos os estudantes beneficiem da Transição Digital, em consonância com o princípio de just transition do European Green Deal.

A TRANSIÇÃO DIGITAL
SÓ É GENUÍNA QUANDO
COMBINA TECNOLOGIA
RESPONSÁVEL, CONSCIÊNCIA
AMBIENTAL E INCLUSÃO,
GARANTINDO INOVAÇÃO
SUSTENTÁVEL E IGUALDADE
DE OPORTUNIDADES PARA
TODOS.

O PAPEL DOS PROFESSORES E ESCOLAS NA TWIN TRANSITION

O impacto da Twin Transition depende do compromisso das escolas e professores de EFP em:

- Atualizar os currículos de modo a incluir temas como impacto ambiental das TIC, práticas digitais responsáveis e economia circular aplicada à tecnologia.
- Adotar metodologias ativas, como projetos de auditoria energética escolar, campanhas de sensibilização sobre o ciclo de vida dos equipamentos digitais, e atividades práticas focadas na redução do consumo e reutilização de recursos.
- Disponibilizar ferramentas digitais sustentáveis para aprendizagem, promovendo hábitos digitais saudáveis.
- Sensibilizar os alunos para as responsabilidades individuais e coletivas que a digitalização implica, reforçando a ligação entre escolhas tecnológicas e sustentabilidade ambiental.
- Implementar práticas sustentáveis internas, como gestão eficiente de energia, reutilização de equipamentos e políticas de TI sustentável.
- Promover aprendizagem baseada em projetos, onde os estudantes desenvolvem soluções para desafios reais relacionados com o Green Deal.
- Estabelecer parcerias com empresas, alinhando a formação com as necessidades emergentes da economia limpa e digital.

METODOLOGIAS ATIVAS E ATIVIDADES PRÁTICAS

Para apoiar esta transformação na prática, seguem exemplos de atividades e estratégias que podem ser implementadas em escolas profissionais:

1. Mapeamento dos desafios e oportunidades da Twin Transition:

- Realizar painéis colaborativos onde alunos identificam práticas digitais e ambientais na escola, classificando-as em categorias “verde”, “digital” e “twin”.

2. Estudo de casos do European Green Deal:

- Analisar e debater os objetivos do Green Deal, propondo ações concretas para a escola ou comunidade, como redução de resíduos ou otimização do consumo energético.

3. Avaliação da Pegada Digital Pessoal:

- Realizar um exercício de diagnóstico para calcular o impacto digital de cada aluno (tempo de uso de dispositivos, armazenamento em cloud, consumo energético), seguido de um plano de ação para reduzir a pegada.

4. Projetos de economia circular digital:

- Organizar campanhas de reparação, doação e reciclagem de equipamentos eletrônicos, promovendo a extensão do ciclo de vida dos dispositivos.

5. Debates e simulações:

- Promover debates sobre os riscos e oportunidades da digitalização, desenvolvendo o pensamento crítico sobre equilíbrio entre progresso tecnológico e sustentabilidade ambiental.



CAPACITAÇÃO PARA PRÁTICAS DIGITAIS SUSTENTÁVEIS

A capacitação passa pela formação contínua dos professores em novas metodologias e pela criação de redes colaborativas com empresas, entidades de inovação e centros tecnológicos. Incentivar atividades interdisciplinar, que cruzam áreas técnicas, ambientais e digitais, é uma estratégia fundamental para acompanhar as exigências do mercado e da sociedade.

Para acompanhar esta transformação, os sistemas educativos devem garantir que todos — docentes, formadores e estudantes — desenvolvem a capacidade de:

- recognise environmental impacts associated with the use of devices and data;
- reconhecer impactos ambientais associados ao uso de dispositivos e dados;
- reduzir a pegada digital através de escolhas conscientes;
- utilizar ferramentas digitais que apoiem decisões sustentáveis (monitorização energética, simulação ambiental, gestão circular de recursos);
- criar soluções tecnológicas com eficiência energética;
- avaliar criticamente os benefícios e riscos da digitalização.

Com este enfoque, as escolas de EFP tornam-se ambientes de aprendizagem que preparam cidadãos e profissionais capazes de aplicar boas práticas digitais e ambientais num mundo em rápida transformação.





OPORTUNIDADES DA TWIN TRANSITION PARA A EFP

A convergência entre sustentabilidade e tecnologia abre oportunidades significativas para os sistemas educativos. Entre elas:

- **Novas áreas de formação:** reenergia renovável, manutenção de dispositivos, eficiência digital, economia circular, eco-design.
- **Ambientes de aprendizagem inovadores:** laboratórios virtuais, simuladores, realidade aumentada, plataformas de monitorização ambiental.
- **Desenvolvimento de competências transversais:**

resolução de problemas, pensamento crítico, ética digital e tomada de decisão sustentável.

- **Maior ligação ao mundo do trabalho:** empresas procuram técnicos capazes de responder aos desafios ambientais através de soluções digitais.

Exemplo ilustrativo: o uso de Digital Product Passports em setores como baterias ou têxteis. Estes passaportes digitais tornam a rastreabilidade mais eficaz, facilitando reparação, reutilização e reciclagem — competências que a EFP deve integrar na formação dos futuros profissionais.

RISCOS E DESAFIOS QUE AS ESCOLAS DEVEM CONSIDERAR

Apesar das oportunidades, a Twin Transition comporta desafios que precisam ser incorporados no ensino:

- Consumo energético e hídrico das infraestruturas digitais.
- Extração de matérias-primas associadas à construção de dispositivos.
- Aumento do lixo eletrónico e dificuldades na reciclagem.
- Desigualdade no acesso à tecnologia, afetando especialmente zonas rurais ou estudantes socioeconomicamente vulneráveis.
- Privacidade e cibersegurança, com riscos acrescidos de vigilância e discriminação algorítmica.

Educar para a Twin Transition significa, portanto, capacitar os alunos para identificar, mitigar e gerir estes riscos, tornando-os profissionais conscientes e responsáveis.



O PAPEL ESTRATÉGICO DA EFP NA TWIN TRANSITION

As escolas e centros de formação profissional ocupam uma posição privilegiada para operacionalizar a Twin Transition. Para isso, podem:

- Atualizar currículos para integrar eco-competências digitais e sustentabilidade em todas as áreas técnicas.

- Estabelecer parcerias com empresas interessadas em práticas verdes e digitais.

- Promover projetos interdisciplinares baseados em problemas reais ligados ao Green

Deal.

- Integrar metodologias ativas: aprendizagem por projetos, simulações, desafios digitais sustentáveis, laboratórios vivos.

- Fomentar hábitos digitais responsáveis entre estudantes e docentes.

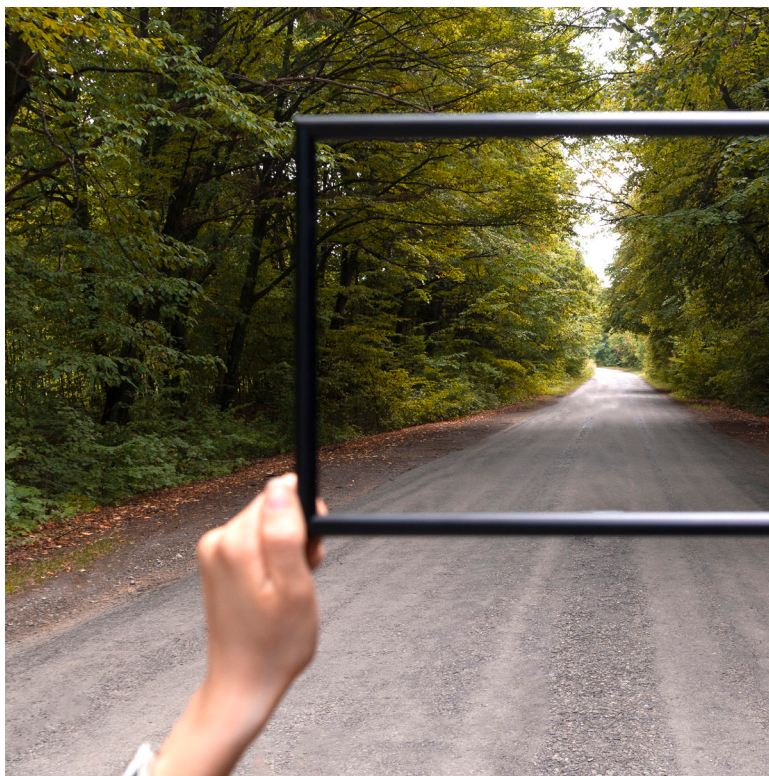
Ao fazê-lo, garantem que trabalhadores do presente e do futuro dispõem das competências necessárias para contribuir para a neutralidade climática e inovação sustentável.



CAMINHOS PARA A AÇÃO: COMO INTEGRAR A TWIN TRANSITION NA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Para apoiar professores e formadores na implementação da Twin Transition, recomenda-se:

- incluir sustentabilidade e digitalização como temas transversais em todas as unidades formativas;
- adotar políticas internas de TI sustentável: prolongar a vida útil dos equipamentos, incentivar reparação e reduzir armazenamento desnecessário;
- usar ferramentas digitais para monitorizar consumos energéticos e impactos ambientais;
- propor projetos em que os alunos desenvolvam soluções eco-digitais;
- incentivar comportamentos responsáveis, como digital footprint reduction, gestão de dados e consciência do ciclo de vida dos dispositivos.



A Twin Transition é inevitável e coloca as escolas profissionais, professores e alunos como protagonistas da mudança europeia para um futuro sustentável e digital. Implementar este caminho exige compromisso, atualização contínua e práticas pedagógicas inovadoras que liguem conhecimento técnico à responsabilidade ambiental e à cidadania digital.

Para perceber como estas ideias se traduzem em práticas concretas nas escolas de EFP, consulte o Módulo 2 – Boas práticas de sustentabilidade na EFP. As ferramentas digitais e a inteligência artificial ao serviço da sustentabilidade são trabalhadas no Módulo 3, enquanto o Módulo 4 aprofunda a economia circular e as práticas digitais sustentáveis no uso de dispositivos, software e dados.

Activity 1: Identificar a Twin Transition no quotidiano

Duração: 4–5 hours

Os estudantes mapeiam hábitos diários associados às transições verde, digital e eco-digital, compreendendo a sua interligação.

Passos:

1. O professor apresenta os conceitos de transição verde e transição digital.
2. Os alunos debatem exemplos das suas próprias vidas (por exemplo, uso de energia renovável, transportes públicos, ferramentas digitais na aprendizagem).
3. Em grupos, eles mapeiam quais exemplos pertencem à «transição verde», quais à «transição digital» e quais mostram uma «transição dupla».
4. Cada grupo apresenta o seu mapa num flipchart.

Resultado: Os alunos compreendem que a transição dupla não é abstrata, mas está ligada às escolhas e práticas do dia a dia.

Activity 2: A escola e o European Green Deal

Duração: 3 hours

Os alunos analisam metas do Green Deal e propõem ações concretas para a escola apoiar a transição, ligando políticas europeias ao contexto local.

Passos:

1. Os alunos recebem um folheto simples com os principais objetivos do Pacto Verde Europeu.
2. Em pequenos grupos, selecionam 2-3 objetivos e discutem como a escola poderia contribuir para os mesmos (por exemplo, reduzindo o consumo de energia, práticas circulares, hábitos digitais mais eficientes).
3. Os grupos preparam um cartaz com propostas concretas para a escola.
4. Os cartazes são exibidos numa exposição na sala de aula.

Resultado: os alunos relacionam os objetivos políticos da UE com ações a nível local e escolar.

Activity 3: Calcular e reduzir a pegada digital

Duração: 4–5 hours

Os alunos avaliam o seu impacto digital (streaming, dados armazenados, uso de dispositivos) e criam recomendações de redução.

Passos:

1. O professor explica o conceito de pegada digital (impactos energéticos, hídricos e materiais dos dados).
2. Os alunos estimam a sua própria pegada digital: horas de streaming por semana, e-mails armazenados, tempo de utilização dos dispositivos.
3. Cada grupo compara os resultados e discute formas de reduzir o impacto.
4. Em conjunto, a turma redige as «10 regras principais para reduzir a nossa pegada digital».

Resultado: os alunos relacionam os hábitos digitais com o impacto ambiental e propõem mudanças comportamentais concretas.

Activity 4: Debate sobre prioridades da Twin Transition

Duração: 3–4 hours

Equipas discutem benefícios e riscos da digitalização e da sustentabilidade, desenvolvendo pensamento crítico e visão equilibrada.

Passos:

1. A turma divide-se em dois grupos: um defendendo que «a digitalização traz mais benefícios do que riscos» e outro defendendo que «as prioridades ecológicas devem sempre vir em primeiro lugar».
2. As equipas preparam argumentos durante 30 minutos.
3. Realiza-se um debate estruturado, moderado pelo professor.
4. A turma reflete sobre a necessidade de equilibrar ambas as transições.

Resultado: os alunos desenvolvem o pensamento crítico, percebendo tanto as oportunidades como os riscos da dupla transição.





MÓDULO 2

BOAS PRÁTICAS PARA A SUSTENTABILIDADE NA EFP

A SUSTENTABILIDADE É RECONHECIDA HOJE NÃO APENAS COMO UMA PRIORIDADE POLÍTICA E AMBIENTAL, MAS COMO UMA NECESSIDADE PRÁTICA QUE MOLDA A FORMA COMO AS PESSOAS VIVEM, TRABALHAM E APRENDEM. NA EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL (EFP), A SUSTENTABILIDADE VAI ALÉM DE PRINCÍPIOS ABSTRATOS: SIGNIFICA PREPARAR OS FORMANDOS PARA SEREM PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS E CIDADÃOS ATIVOS CAPAZES DE APOIAR A TRANSIÇÃO VERDE E DIGITAL – A TRANSFORMAÇÃO SIMULTÂNEA E COMPLEMENTAR DOS SISTEMAS EUROPEUS EM DIREÇÃO À NEUTRALIDADE CLIMÁTICA E À INOVAÇÃO DIGITAL.

ESTE MÓDULO FORNECE ORIENTAÇÕES, RECURSOS E BOAS PRÁTICAS PARA QUE PROFESSORES E FORMADORES DE EFP INTEGREM COM SUCESSO A SUSTENTABILIDADE E AS COMPETÊNCIAS DIGITAIS NAS SUAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS. EXPLORA METODOLOGIAS ATIVAS E ATIVIDADES PRÁTICAS QUE AJUDAM OS DOCENTES A TRABALHAR TEMAS TRANSVERSAIS COMO O IMPACTO AMBIENTAL DAS TECNOLOGIAS, A ECONOMIA CIRCULAR, AS FERRAMENTAS DIGITAIS SUSTENTÁVEIS E A SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL. AO MESMO TEMPO, ALINHA-SE COM OS OBJETIVOS DO EUROPEAN GREEN DEAL (PACTO VERDE EUROPEU) E PROMOVE A CAPACITAÇÃO DE PROFESSORES, FORMADORES E ESTUDANTES PARA COMPREENDEREM E APLICAREM PRÁTICAS DIGITAIS SUSTENTÁVEIS TANTO NO CONTEXTO EDUCATIVO COMO PROFISSIONAL.

A TRANSIÇÃO VERDE E DIGITAL: CONCEITO E RELEVÂNCIA ESTRATÉGICA

O QUE É A TRANSIÇÃO VERDE E DIGITAL?

A Twin Transition combina a transformação verde e a transformação digital que a Europa está a viver. A transição verde foca-se na redução de emissões, energias renováveis, economia circular e proteção ambiental, enquanto a transição digital integra tecnologias como IA, automatização e computação em nuvem em todos os setores.

A inovação está no facto de estas duas transições se reforçarem mutuamente: as tecnologias digitais ajudam a alcançar metas ambientais, e a sustentabilidade garante que a digitalização segue princípios éticos e responsáveis. Juntas, impulsionam um futuro mais sustentável, eficiente e equilibrado.

PORQUE É ESSENCIAL PARA O FUTURO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL?

A importância da sustentabilidade na EFP não pode ser subestimada. As economias modernas estão sob pressão para reduzir as emissões de carbono, diminuir o uso de recursos e avançar para um modelo circular, no qual os produtos são reparados, reutilizados e reciclados. Ao mesmo tempo, a transição digital está a transformar a forma como o trabalho é feito, como os serviços são prestados e como as sociedades comunicam. Esses processos não são separados: as transições digital e verde reforçam-se mutuamente na transição dupla.

Para os alunos, a sustentabilidade é mais do que apenas uma disciplina adicional. Deve ser incorporada em todas as disciplinas. Um eletricista que aprende a instalar painéis solares também deve compreender como ligá-los a redes inteligentes e como aconselhar os clientes sobre eficiência energética. Um aluno de automóveis deve aprender sobre veículos elétricos e os sistemas digitais que gerem baterias e estações de carregamento. Um aluno de TI deve estar ciente de como os centros de dados consomem energia e como as práticas de codificação podem influenciar a vida útil do hardware. Mesmo em áreas como hotelaria ou saúde, a sustentabilidade é importante: adquirir alimentos de forma responsável, reduzir o desperdício ou usar registos digitais de forma a proteger a privacidade e minimizar o consumo de papel.

Quando o EFP integra a sustentabilidade no seu ensino, os alunos tornam-se agentes de mudança. Eles levam práticas sustentáveis para os seus locais de trabalho, influenciam os seus empregadores e dão o exemplo para as suas famílias e comunidades. Isso cria um efeito multiplicador: pequenas ações realizadas por muitos profissionais juntos contribuem para alcançar os objetivos ambiciosos do Pacto Verde Europeu.

A relevância da Transição Verde e Digital para a EFP é fundamental por várias razões:

Transformação do Mercado de Trabalho: Os sectores tradicionais estão a evoluir rapidamente. Um eletricista de hoje deve compreender painéis solares e redes inteligentes; um técnico automóvel deve dominar veículos elétricos e sistemas de bateria digital; um profissional de TI deve estar consciente do impacto ambiental dos data centers e da codificação eficiente. A EFP tem a responsabilidade de preparar os seus formandos para estas realidades emergentes.

Criação de Oportunidades Profissionais: A economia verde e digital está a gerar milhares de novos postos de trabalho qualificados. De acordo com estudos europeus, os sectores das energias renováveis, da eficiência energética, da economia circular e das tecnologias limpas estão entre os de mais rápido crescimento. Os formandos de EFP que possuem competências em ambas as áreas estão melhor posicionados para o emprego e o progresso na carreira.

Responsabilidade Institucional: As escolas de formação profissional servem as suas comunidades locais e preparam profissionais que moldarão o futuro. Têm uma responsabilidade especial de demonstrar que a sustentabilidade é viável, vantajosa e alcançável. Quando uma escola de EFP integra práticas sustentáveis nas suas operações e currículo, funciona como um ****laboratório vivo****, mostrando aos formandos que a mudança é possível e que eles podem ser agentes dessa transformação.

Alinhamento com Políticas Europeias: O European Green Deal e a Digital Education Action Plan estabelecem objetivos ambiciosos para toda a Europa. As instituições de EFP que se alinham com estes objetivos não apenas cumprem obrigações de política europeia, como também posicionam-se como instituições inovadoras e responsáveis, atraindo formandos, parceiros empresariais e financiamento.



O EUROPEAN GREEN DEAL E O PAPEL DAS ESCOLAS E PROFESSORES

Principais Objetivos do European Green Deal

O Pacto Verde Europeu (European Green Deal), aprovado em 2019 e aprofundado em 2023, é a estratégia de desenvolvimento sustentável da União Europeia. Os seus objetivos principais incluem:

Neutralidade Climática até 2050: A Europa compromete-se a alcançar emissões líquidas de carbono zero até 2050, com um objetivo interino de reduzir as emissões em 55% até 2030 (comparado com níveis de 1990).

Economia Circular e Eficiência de Recursos: promover a passagem de um modelo linear de produção e consumo (produzir → usar → descartar) para práticas que evitem desperdício e maximizem a reutilização, a reparação e a reciclagem de materiais. Este conceito é aprofundado, aplicado ao contexto digital, no Módulo 4: Economia Circular e Práticas Digitais Sustentáveis.

Biodiversidade e Proteção do Ambiente: Restauração dos ecossistemas, proteção das florestas, dos mares e dos solos, e redução da contaminação atmosférica e aquática.

Inovação e Investimento Sustentável: Mobilização de centenas de milhares de milhões de euros em financiamento para tecnologias limpas, infraestruturas verdes e capacitação. O fundo de recuperação europeu (NextGenerationEU) aloca recursos substanciais para a transição verde e digital.

Justiça Social e Inclusão: Garantir que a transição beneficia todos os cidadãos e regiões, não deixando ninguém para trás. Isto inclui apoio aos trabalhadores em sectores em declínio e acesso equitativo a oportunidades de formação e emprego verde.

Liderança Global: Posicionar a Europa como modelo de sustentabilidade e influenciar outras regiões do mundo a adotar compromissos semelhantes.

O Papel das Escolas de EFP

As escolas e centros de formação profissional são agentes-chave na implementação do European Green Deal. O seu papel é multidimensional:

Preparação de Força de Trabalho Qualificada: A realização dos objetivos climáticos europeus requer milhões de profissionais com competências em tecnologias limpas, eficiência energética, economia circular e digitalização sustentável. A EFP é responsável por fornecer esta força de trabalho. Os cursos devem ser atualizados para incluir conteúdos sobre energia renovável, retrofit de edifícios, agricultura regenerativa, gestão de resíduos, TI verde e muitas outras áreas.

Educação para a Cidadania Ambiental: Para além da formação profissional específica, as escolas devem desenvolver nos formandos uma compreensão profunda dos desafios ambientais e uma mentalidade de responsabilidade. Os formandos devem aprender a analisar sistemas complexos, a antecipar consequências, a pensar criticamente sobre trade-offs e a colaborar em soluções. Esta é a essência da literacia em sustentabilidade.

Demonstração de Práticas Sustentáveis: As escolas de EFP devem “pregar pelo exemplo”. Uma escola que reduz o seu consumo de energia, implementa uma política de economia circular para equipamentos de TI, gere responsavelmente a água e os resíduos, e utiliza transportes sustentáveis, demonstra que a sustentabilidade é alcançável. Isto tem um efeito educativo poderoso: os formandos veem, experienciam e internalizam que a mudança é possível.

Parcerias com Empresas e Comunidades: As escolas de EFP são pontos de contacto entre o sistema de educação, o mercado de trabalho e as comunidades locais. Podem catalizar a adoção de práticas

sustentáveis estabelecendo parcerias com empresas (por exemplo, através de estágios e aprendizagens com objetivos de sustentabilidade), colaborando com autarquias locais em projetos comunitários e envolvendo as famílias dos formandos em iniciativas de sensibilização.

Inovação Pedagógica: As escolas de EFP têm a oportunidade de experimentar novas metodologias de ensino-aprendizagem que promovam a sustentabilidade. Isto inclui aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas autênticos do mundo real, design thinking, aprendizagem experiencial e uso responsável de ferramentas digitais para potenciar o ensino.

O Papel dos Professores e Formadores

Os professores e formadores são o elo mais direto entre o European Green Deal e os formandos. O seu papel é crucial:

Facilitadores de Conhecimento Integrado: Os docentes devem ser capazes de integrar conteúdos de sustentabilidade nas suas disciplinas de forma relevante e contextualizada. Um professor de instalações elétricas não ensina “sustentabilidade” de forma genérica, mas integra conhecimentos sobre sistemas de energia renovável, eficiência energética e smart grids na sua prática profissional quotidiana.

Modelos de Comportamento Responsável: Os professores demonstram através das suas ações diárias como viver e trabalhar de forma sustentável. Usar transportes públicos ou bicicleta, minimizar impressões, praticar “digital sobriedade” (sobriedade digital), separar resíduos, reparar equipamentos em vez de substituir – estas ações têm impacto educativo.

Mentores de Projeto: Os formadores podem orientar projetos onde os estudantes identificam e resolvem problemas reais de sustentabilidade nas suas escolas e comunidades. Esta aprendizagem experimental é profundamente formativa.

Ponte entre Educação e Profissão: Os professores devem ajudar os estudantes a compreender que as competências em sustentabilidade digital não são complementos opcionais às suas qualificações profissionais, mas elementos centrais do sucesso profissional futuro.



BOAS PRÁTICAS PARA INTEGRAR SUSTENTABILIDADE E COMPETÊNCIAS DIGITAIS NA EFP

SUSTENTABILIDADE NOS AMBIENTES PROFISSIONAIS

As escolas e centros de EFP devem ser modelos de sustentabilidade. As boas práticas incluem:

Ao Nível Institucional

Estratégia Verde para o Campus: Estabelecer metas claras e mensuráveis para redução de energia, gestão de resíduos, mobilidade sustentável e utilização responsável de recursos digitais. Por exemplo, uma meta de reduzir o consumo de energia em 30% em 3 anos, ou reciclar 80% dos resíduos produzidos.

Extensão do Ciclo de Vida de Equipamentos de TI: Em vez de substituir constantemente dispositivos, as escolas devem:

- Utilizar serviços de recondicionamento (refurbishment)
- Procurar mercados de segunda mão para equipamentos ainda funcionais
- Estabelecer programas de doação para escolas e organizações com menos recursos
- Treinar pessoal em manutenção básica para prolongar a vida útil dos equipamentos

Políticas de Compras Sustentáveis: Dar preferência a fornecedores que respeitem normas ambientais e sociais, como o uso de energias renováveis na produção, garantias de condições de trabalho justas, e embalagens mínimas e recicláveis.

Gestão de Resíduos e Economia Circular: Implementar sistemas de recolha seletiva de resíduos, compostagem de matéria orgânica (especialmente relevante em centros com refeitórios), e programas de reparação e reutilização.

Ao Nível Curricular

A sustentabilidade não deve ser um módulo opcional, mas um fio condutor em todos os cursos. Exemplos de integração curricular:

- Estudantes de Eletricidade: Instalar e manter painéis solares, compreender redes inteligentes, calcular eficiência energética de sistemas.
- Estudantes de Culinária/Hospitalidade: Sourcing local e sazonal de ingredientes, redução de desperdício alimentar, gestão responsável de água, compostagem.

- Estudantes de TI: Eficiência de código, impacto ambiental de data centers, privacidade de dados e segurança digital, “digital sobriety”.

- Estudantes de Mecânica Automóvel: Veículos elétricos, sistemas de bateria, reciclagem de peças, diagnóstico digital para reduzir consumo de combustível.

- Estudantes de Logística: Otimização de rotas para reduzir emissões, economia circular na gestão de inventários, plataformas digitais para eficiência.

A aprendizagem baseada em projetos é particularmente eficaz. Os estudantes, em equipas, identificam problemas reais de sustentabilidade na sua escola ou comunidade e desenvolvem soluções criativas, aplicando conhecimentos técnicos e inovação.

Ao Nível de Parcerias

Colaborações com empresas, autarquias e organizações locais garantem que as competências desenvolvidas são relevantes para o mercado laboral. Exemplos:

- Estágios com objetivos de sustentabilidade: Formandos trabalham em empresas em projetos específicos de redução de carbono, economia circular ou digitalização verde.

- Aprendizagens integradas: Combinar formação em aula com experiência prática em contextos reais onde a sustentabilidade é implementada.

- Colaboração comunitária: Parcerias com autarquias para projetos de eficiência energética, limpeza urbana, mobilidade sustentável, etc.

Referenciais de Competência: O Modelo GreenComp

O GreenComp, lançado pela Comissão Europeia em 2022, define as competências em sustentabilidade para aprendentes de todas as idades. O modelo estrutura-se em torno de quatro domínios:

1. **Pensamento Sistémico:** Compreensão dos sistemas complexos (naturais, sociais, técnicos) e das suas interconexões.

2. **Literacia em Futuro:** Capacidade de imaginar cenários futuros alternativos, de antecipar consequências de decisões, de planejar a longo prazo.



3. Pensamento Crítico e Análise: Questionamento de pressupostos, avaliação de informações, compreensão de trade-offs e conflitos de interesse.

4. Ação Transformadora: Capacidade de agir de forma efetiva para promover mudança positiva, trabalhando em colaboração, comunicando ideias, influenciando políticas.

As escolas de EFP que alinham os seus currículos com GreenComp garantem que os seus formandos adquirem não apenas conhecimentos técnicos, mas também a mentalidade de sustentabilidade necessária para contribuir a longo prazo para a transição verde e digital.

Sustentabilidade nos Ambientes Pessoais

A sustentabilidade não é apenas responsabilidade das instituições; os indivíduos, através das suas escolhas quotidianas, também moldam a transição verde e digital.

Digital Sobriety (Sobriedade Digital)

As tecnologias digitais parecem imateriais, mas têm uma pegada ambiental significativa. Armazenar dados em nuvem, assistir a filmes em alta definição, manter milhares de fotografias, deixar dispositivos em modo de espera – tudo isto consome energia, água e materiais extraídos da terra.

Práticas de Sobriedade Digital que professores e formandos podem adotar:

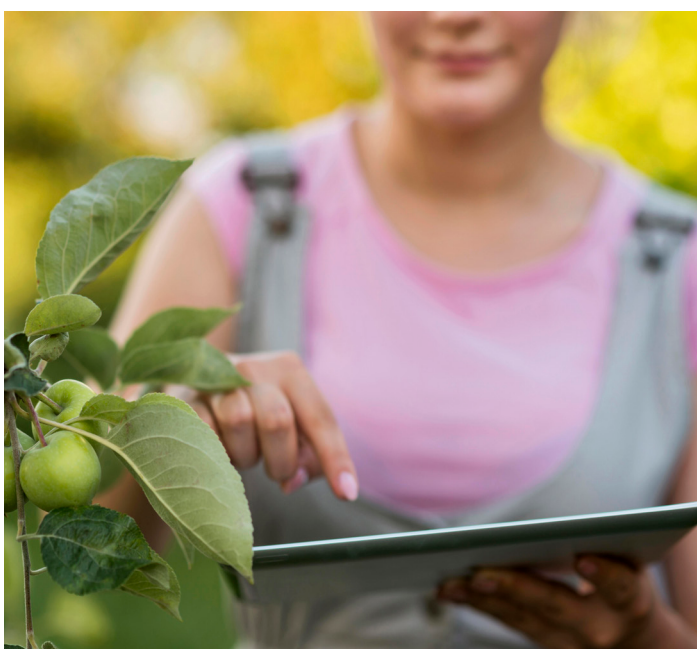
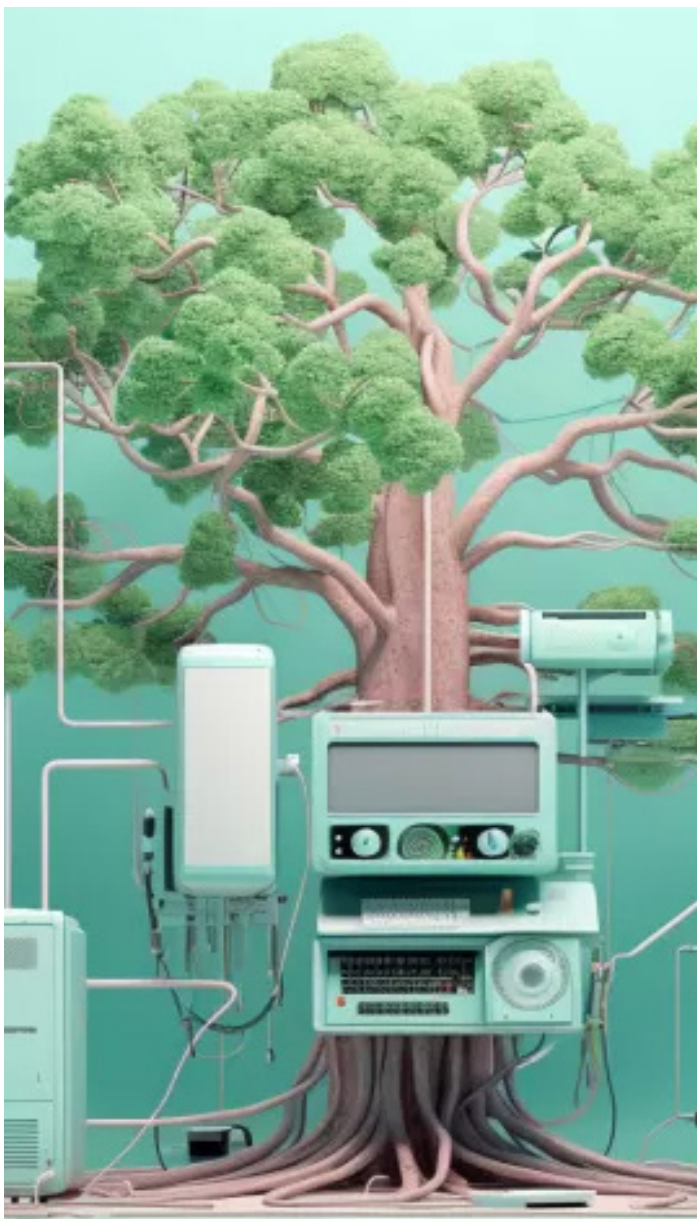
- Eliminar regularmente ficheiros desnecessários, emails antigos, aplicações não utilizadas
- Reduzir a resolução de vídeo quando apropriado
- Desligar câmaras durante videoconferências desnecessárias
- Apagar histórico de navegação e cookies regularmente
- Utilizar modo de escuridão em dispositivos (reduz consumo energético)
- Questionar quando realmente é necessário gravar uma reunião ou enviar anexos

O evento Digital Cleanup Day (Dia da Limpeza Digital), celebrado anualmente em março, é uma oportunidade educativa para sensibilizar estudantes sobre este tópico. Ao deletarem ficheiros desnecessários, os participantes não apenas reduzem o seu próprio impacto, mas também contribuem coletivamente para reduzir a procura de armazenamento em data centers, economizando energia a nível global.

Consumo Responsável e Economia Circular

A economia circular, neste módulo, é trabalhada sobretudo através de exemplos de consumo responsável e de prolongamento do ciclo de vida de equipamentos, tanto em contexto pessoal como institucional. Para uma definição detalhada do conceito e para a sua aplicação específica ao digital, consulte o Módulo 4: Economia Circular e Práticas Digitais Sustentáveis.

A cultura da atualização constante – comprar o último telemóvel ou computador mesmo quando o anterior ainda funciona – aumenta o volume de lixo



eletrônico e a extração de recursos. Práticas responsáveis incluem:

- Reparação em vez de substituição: Aprender a reparar dispositivos simples, procurar serviços de reparação profissional, utilizar peças compatíveis.
- Compra de produtos reacondicionados: Telemóveis, computadores e periféricos de segunda mão funcionam perfeitamente e têm uma pegada ambiental significativamente menor.
- Ciclos de vida prolongados: Manter equipamentos enquanto funcionarem, protegê-los com capas e cuidados preventivos.
- Doação responsável: Quando um dispositivo deixa de ser útil, doá-lo a escolas ou organizações em vez de o descartar.

Mobilidade Sustentável

Os deslocamentos diários têm impacto ambiental direto. Alternativas sustentáveis incluem:

- Andar a pé ou usar bicicleta para deslocamentos curtos
- Utilizar transportes públicos
- Carpooling (compartilhar carro com colegas)
- Teletrabalho/telestudo quando possível
- Férias e deslocamentos profissionais com redução de voos de longa distância

Plataformas digitais podem apoiar estes hábitos: aplicações de planeamento de rotas, serviços de partilha de bicicleta, bilhetes de transportes públicos integrados.

Economia Circular no Quotidiano

Indivíduos podem aplicar princípios de economia circular através de ações concretas no seu quotidiano (os fundamentos e a ligação ao mundo digital são aprofundados no Módulo 4). Alguns exemplos incluem:

- Doação: Roupas, livros, móveis e outros itens que já não se usam podem ter uma segunda vida
- Reparação: Eletrodomésticos, utensílios, mobiliário – muitas coisas podem ser reparadas em vez de descartadas
- Iniciativas comunitárias: Participar em grupos de troca, “repair cafés”, programas de compostagem comunitária, limpezas de ambiente

Implementação de Práticas Digitais Sustentáveis na EFP

A tecnologia digital é uma ferramenta essencial para alcançar sustentabilidade, mas apenas se implementada de forma responsável.

Políticas de Computação em Nuvem

As escolas devem estabelecer políticas claras para utilização de nuvem:

- Evitar duplicação: Plataformas colaborativas com controlo de versões (Google Workspace, Microsoft 365, NextCloud) reduzem a necessidade de múltiplas cópias.
- Limite temporal para dados: Estabelecer períodos de retenção apropriados; dados antigos devem ser arquivados, comprimidos ou eliminados.
- Seleção de fornecedor: Procurar provedores de nuvem que utilizam energias renováveis e têm certificações de sustentabilidade.

Desenvolvimento de Competências em Gestão de Dados

Os estudantes devem aprender quando e como:

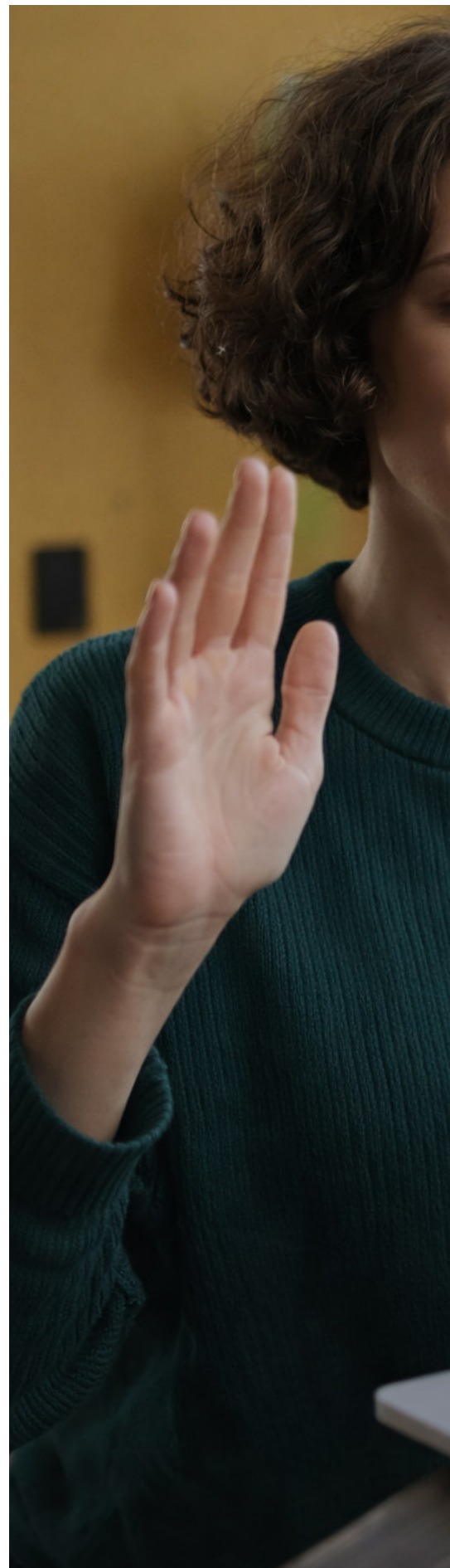
- Arquivar: Dados com valor histórico mas acesso infrequente
- Comprimir: Reduzir tamanho de ficheiros sem perder qualidade essencial
- Eliminar: Identificar e eliminar dados verdadeiramente desnecessários

Isto reduz a pegada ambiental do armazenamento digital e melhora a eficiência operacional.

Consciência sobre Energia em Videoconferência e Streaming

Campanhas de sensibilização podem promover:

- Desligar câmaras quando não é essencial
- Modo áudio-only para reuniões que não requerem vídeo





- Gravação seletiva (não gravar tudo “just in case”)
- Redução de streaming desnecessário (música, filmes em pausa por horas)

Integração de Competências de Reparação e Reacondicionamento

Programas de TI e Eletrónica devem incluir competências de:

- Diagnóstico de problemas em equipamentos
- Reparação de componentes comuns
- Reacondicionamento de dispositivos
- Reciclagem responsável de componentes não reparáveis

Isto permite que os formandos contribuam diretamente para a economia circular e oferece oportunidades de emprego num setor em crescimento.

Monitorização e Avaliação do Impacto Ambiental

Ferramentas digitais podem ser utilizadas para:

- Cálculo de pegada de carbono: Software que permite calcular o impacto de operações escolares, projetos estudantis ou escolhas profissionais.
- Análise de dados: Utilizar inteligência artificial e análise de dados para identificar oportunidades de poupança energética, otimização de processos.
- Comunicação transparente: Dashboards e relatórios que mostram progresso em direção a objetivos de sustentabilidade.

A Iniciativa “Climate Neutral Data Centers Pact”

Como exemplo da possibilidade de digitalização sustentável em escala, mais de 40 grandes empresas europeias comprometeram-se a fazer com que todos os data centers sejam neutros em carbono até 2030, utilizando 100% de energia renovável e implementando tecnologias avançadas de refrigeração. Para os formandos que entram nos sectores de TI e engenharia, isto estabelece um padrão de responsabilidade profissional e demonstra que a sustentabilidade digital é alcançável em larga escala.

CONSTRUINDO UMA CULTURA DE SUSTENTABILIDADE NA EFP

A verdadeira transformação não resulta de projetos isolados, mas do desenvolvimento de uma cultura institucional de sustentabilidade, onde a responsabilidade ambiental e social se tornam parte da identidade e dos valores da escola.

Liderança e Governança

Integração na Missão Institucional: A sustentabilidade deve estar explicitamente refletida na declaração de missão, visão e valores da escola.

Alocação de Recursos: Orçamentos dedicados para iniciativas de sustentabilidade, formação de pessoal, investimento em infraestruturas (painéis solares, recolha seletiva de resíduos, etc.).

Estrutura de Governança: Comissão de sustentabilidade com representação de docentes, pessoal não docente, estudantes, famílias e potencialmente parceiros externos. Esta comissão define



objetivos, monitora progresso, identifica desafios.

Envolvimento e Participação

A cultura de sustentabilidade não é imposta de cima para baixo, mas co-construída através de participação genuína:

Pessoal Docente: Formação contínua em conteúdos de sustentabilidade, compartilha de práticas inovadoras, tempo dedicado a integrar sustentabilidade nos currículos.

Pessoal Não Docente: Reconhecimento do seu papel essencial (segurança, limpeza, manutenção, administração) e participação ativa em decisões que afetam a sustentabilidade da escola.

Estudantes: Protagonismo através de clubes de sustentabilidade, campanhas de sensibilização, participação na conceção de projetos, representação em estruturas de governança.

Famílias e Comunidade: Comunicação regular sobre iniciativas, convites a participar em eventos, diálogo sobre como a escola e famílias podem colaborar.

Pensamento Crítico e Consciência de Sistemas

A sustentabilidade é complexa. Decisões que beneficiam um aspecto podem prejudicar outro. Por exemplo:

- Energias renováveis são essenciais, mas painéis solares requerem materiais com impacto ambiental
- Computação em nuvem pode ser mais eficiente energeticamente que manter servidores locais, mas centraliza dados
- Transporte por bicicleta é sustentável, mas nem toda a gente pode andar a bicicleta (grávidas, pessoas com mobilidade reduzida)

Os formandos devem ser capacitados para:

- Analisar trade-offs: Compreender que toda a ação tem benefícios e custos
 - Pensamento holístico: Ver sistemas como tudo interconectado (ambiental, social, económico, tecnológico)
 - Adaptabilidade: Estar preparado para desafios emergentes, mudar de estratégia quando apropriado, aprender continuamente
- Esta é a essência da resiliência, uma competência-chave tanto para a transição verde como digital.

Reconhecimento e Celebração

Reconhecer publicamente esforços e sucessos:

- Celebrar marcos (p.ex., "Reduzimos emissões de carbono em 20%")
- Dar visibilidade a estudantes e professores líderes em sustentabilidade
- Partilhar histórias de impacto (casos de sucesso, transformações)
- Envio de relatórios de progresso à comunidade

Referenciais: O Programa Eco-Escolas

O Eco-Schools, presente em mais de 60 países, oferece um framework estruturado para integrar sustentabilidade na vida quotidiana das escolas. O programa convida escolas a:

1. Auditar a sua situação ambiental atual
2. Envolver toda a comunidade escolar na identificação de áreas de melhoria
3. Implementar projetos e ações concretas
4. Monitorizar e comunicar progresso
5. Candidatar-se ao reconhecimento (bandeira verde)

Algumas escolas de EFP europeias aderiram com sucesso ao Eco-Schools, implementando iniciativas como:

- Monitorização de consumo energético
- Redução de desperdício alimentar
- Projetos de biodiversidade (jardins, caixas de nidificação)
- Programas de educação ambiental integrada

DO CONHECIMENTO À AÇÃO

A Transição Verde e Digital é um imperativo europeu e global. Não é apenas um objetivo político ou ambiental abstrato, mas uma realidade quotidiana que molda como as pessoas trabalham, vivem e aprendem. As escolas de educação e formação profissional, com a sua orientação prática e vínculos diretos com mercados de trabalho, estão numa posição única para acelerar esta transformação.

Atividade 1: Mapeamento de práticas sustentáveis em ambientes de EFP

Duração: 3-4 horas

Objetivo: Capacitar os alunos para identificar, analisar e classificar as práticas de sustentabilidade já presentes na sua escola de EFP e nas oficinas de formação, ligando as ações institucionais à Transição Verde e Digital.

Descrição: O professor apresenta o conceito de sustentabilidade nas instituições de EFP, com foco em energia, resíduos, uso digital, mobilidade e gestão de equipamentos.

Os alunos são divididos em pequenos grupos e convidados a explorar diferentes áreas da escola (salas de aula, oficinas, salas de informática, espaços comuns).

Cada grupo classifica as práticas existentes em categorias:

- Eficiência energética
- Gestão de resíduos e reciclagem
- Práticas digitais (impressão, utilização da nuvem, gestão de dispositivos)
- Economia circular (reutilização, reparação, doação)
- Mobilidade sustentável

Os grupos identificam:

- Práticas já implementadas
- Práticas que podem ser melhoradas
- Práticas que estão em falta

Cada grupo prepara um mapa visual (cartaz ou quadro digital) resumindo as suas conclusões.

Resultado: Os alunos compreendem a sustentabilidade como uma realidade concreta e observável no seu ambiente de aprendizagem, e não como um conceito abstrato.

Atividade 2: Conceber uma sala de aula ou oficina de EFP sustentável

Duração: 4-5 horas

Objetivo: Incentive os alunos a aplicar princípios de sustentabilidade, redesenhando uma sala de aula ou oficina usando soluções realistas e viáveis.

Descrição: O professor apresenta exemplos de práticas sustentáveis em contextos de EFP (poupança de energia, utilização circular de equipamentos, sobriedade digital).

Em grupos, os alunos selecionam uma sala de aula ou oficina real que utilizam regularmente.

Eles analisam:

- Consumo de energia (iluminação, dispositivos, uso em modo de espera)
- Uso de materiais (papel, consumíveis, ferramentas)
- Hábitos digitais (impressão, armazenamento de ficheiros, uso de software)
- Ciclo de vida do equipamento (reparação vs. substituição)

Cada grupo elabora um «Plano de Sala de Aula Sustentável» que inclui:

- Pelo menos 5 ações concretas
- Benefícios ambientais estimados
- Funções e responsabilidades (alunos, professores, instituição)

Os planos são apresentados e discutidos com a turma.

Resultado: Os alunos desenvolvem competências de resolução de problemas e compreendem como a sustentabilidade pode ser integrada nos ambientes profissionais do dia a dia.

Atividade 3: Digital Sobriety and Responsible Technology Use

Duração: 3-4 horas

Objetivo: Sensibilizar para o impacto ambiental das práticas digitais quotidianas e promover um comportamento digital responsável.

Descrição: O professor explica o conceito de sobriedade digital e a sua relevância para a sustentabilidade.

Os alunos analisam individualmente os seus hábitos digitais:

- Número de dispositivos utilizados
- Tempo passado online
- Hábitos de impressão
- Armazenamento na nuvem e duplicação de ficheiros

Em pequenos grupos, os alunos comparam hábitos e identificam:

- Comportamentos de alto impacto
- Mudanças simples com benefícios significativos

A turma cria colaborativamente uma «Carta de Sobriedade Digital para Alunos de EFP» com regras práticas (por exemplo, reduzir impressões desnecessárias, limpar regularmente os ficheiros, usar vídeos de forma responsável).

Resultado: Os alunos relacionam o comportamento digital pessoal com o impacto ambiental e adotam estratégias de melhoria realistas.





MÓDULO 3

FERRAMENTAS DIGITAIS PARA A SUSTENTABILIDADE

NOS MÓDULOS 1 E 2 FORAM APRESENTADOS O ENQUADRAMENTO DA TRANSIÇÃO VERDE E DIGITAL, O IMPACTO AMBIENTAL DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS E VÁRIAS PRÁTICAS DE SOBRIEDADE E GESTÃO RESPONSÁVEL DE RECURSOS. ESTE MÓDULO 3 APROFUNDA ESSES TEMAS COM UM FOCO ESPECÍFICO NA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E NA FORMA COMO PODE SER SIMULTANEAMENTE PARTE DO PROBLEMA E PARTE DA SOLUÇÃO.

O OBJETIVO DESTES MÓDULO É EXPLORAR A UTILIZAÇÃO DE NOVAS FERRAMENTAS DE IA PARA MELHORAR A NOSSA SUSTENTABILIDADE NO ENSINO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL (EFP). IREMOS ANALISAR AS PRINCIPAIS ÁREAS EM QUE A IA PODE SER UTILIZADA NO CONTEXTO DA EFP: A PRÓPRIA IA (MODELOS E FERRAMENTAS), O CONSUMO DE ENERGIA, OS RESÍDUOS ELETRÔNICOS E A ECONOMIA CIRCULAR E A REPARAÇÃO.

AO LONGO DO CAPÍTULO APRESENTAMOS EXEMPLOS E IDEIAS DE ATIVIDADES QUE PODEM SER DESENVOLVIDAS COM OS ALUNOS. ENQUANTO PROFESSOR, ESTAS PROPOSTAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS E ADAPTADAS AO CONTEXTO DA ESCOLA, AOS RECURSOS DISPONÍVEIS E AO NÍVEL DA TURMA.

O DUPLO PAPEL DA IA NA SUSTENTABILIDADE

A Inteligência Artificial (IA) desempenha um papel complexo e por vezes contraditório na sustentabilidade ambiental. Por um lado, os sistemas de IA - em especial os modelos de aprendizagem automática em grande escala - consomem grandes quantidades de energia, contribuindo para as emissões de carbono e os resíduos eletrônicos. Por outro lado, as soluções baseadas na IA estão a ser utilizadas para otimizar a utilização de energia, reduzir os resíduos e melhorar a eficiência em vários sectores, o que faz dela uma ferramenta poderosa na luta contra as alterações climáticas.

O custo ambiental da IA

Uma das maiores críticas à IA é o seu elevado consumo de energia, particularmente durante a fase de treino dos modelos de aprendizagem profunda. Por exemplo, o treino de um único modelo avançado de processamento de linguagem natural como o GPT-3 pode emitir até 552 toneladas métricas de CO₂ - equivalente às emissões anuais de 120 carros a gasolina. Esta procura de energia resulta da enorme potência computacional necessária, muitas vezes dependente de centros de dados que representam quase 1% da utilização global de eletricidade. Além disso, o hardware de IA, como as GPUs e TPUs especializadas, depende de minerais raros, contribuindo para o esgotamento dos recursos e para o lixo eletrónico quando os dispositivos se tornam obsoletos.

Ler mais:

- Artigo da revista Nature: <https://www.nature.com/articles/d41586-025-01113-z>

- Um artigo do blogue "Usar o ChatGPT não é mau para o ambiente": <https://andymasley.substack.com/p/individual-ai-use-is-not-bad-for>



A IA como força de sustentabilidade

Apesar das suas exigências energéticas, a IA está a ser cada vez mais utilizada para reduzir os danos ambientais. Na gestão da energia, a IA otimiza as redes inteligentes, prevendo a procura de eletricidade e integrando mais eficazmente as fontes de energia renováveis. A DeepMind da Google, por exemplo, reduziu em 40% a energia utilizada para arrefecer os seus centros de dados através de melhorias de eficiência impulsionadas pela IA.

Na agricultura, a IA permite a agricultura de precisão através da análise das condições do solo, dos padrões climáticos e da saúde das culturas, permitindo aos agricultores minimizar a utilização de água e pesticidas. A Plataforma de Decisão Watson para a Agricultura da IBM é um exemplo de como a IA ajuda a otimizar a produção de alimentos, ao mesmo tempo que reduz a pressão ambiental.

Os transportes são outra área em que a IA contribui para a sustentabilidade. Empresas de logística como a UPS utilizam a otimização de rotas com base em IA para reduzir o consumo de combustível, poupando milhões de galões de gasóleo anualmente. Entretanto, a IA aumenta a eficiência dos veículos elétricos, otimizando o desempenho das baterias e as redes de carregamento.

A IA também desempenha um papel na redução dos resíduos eletrónicos e na promoção de uma economia circular. Os sistemas de manutenção preditiva, como os utilizados pela Siemens, prolongam a vida útil das máquinas industriais, detetando as avarias antes de estas ocorrerem. Na reciclagem, os robôs alimentados por IA, como o Daisy da Apple, desmontam aparelhos eletrónicos fora de uso para recuperar materiais valiosos, reduzindo a necessidade de extração de novos recursos.

Ler mais:

- Estudo IEA: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

- Críticas do MIT ao estudo da AIE: <https://www.technologyreview.com/2025/04/10/1114912/why-the-climate-promises-of-ai-sound-a-lot-like-carbon-offsets/>

UTILIZAR A IA PARA REDUZIR O CONSUMO DE ENERGIA

Energia da nuvem para LLMs

A IA otimiza a utilização de energia em sistemas informáticos através de técnicas como o escalonamento dinâmico de tensão e frequência (DVFS), em que a IA ajusta a potência do processador de forma dinâmica, reduzindo o desperdício. Outro método é o Energy-Aware Scheduling, em que os modelos de ML otimizam a distribuição de tarefas nos centros de dados, tendo em conta a eficiência, a utilização e o arrefecimento, o que conduz a poupanças de energia significativas.

Fontes: Power Electronic Tips, IEEE.

A IA aumenta a eficiência energética através da otimização de modelos (quantização, poda), reduzindo os modelos de IA até 75% com uma perda mínima de precisão - chave para dispositivos de ponta.

No entanto, a própria IA consome energia. Os LLM gratuitos continuam a custar energia (paga pelos utilizadores/dados premium). Podemos reduzir o consumo:

- Reduzir a utilização e optar por modelos mais pequenos sempre que possível.

- Nas APIs, a escolha de modelos mais pequenos e mais baratos para tarefas simples poupa energia e custos.

Uma IA eficiente exige uma tecnologia mais inteligente e uma utilização consciente. Se estivermos a programar um Wrapper para um LLM, utilizamos a API e pagamos por uma quantidade de tokens. Alguns LLMs de IA comerciais, como o OpenAI, permitem-nos escolher o modelo. Se a tarefa não for difícil, pequenos modelos podem resolvê-la e reduzir a energia e a nossa fatura, porque os tokens são mais baratos.

Atividade na sala de aula:

Esta atividade consiste em escolher o modelo certo para gastar menos dinheiro e energia. É necessária alguma preparação do ambiente por parte dos professores.

Este código python é uma forma simples de chamar um LLM:

```
import openai
openai.api_key = "your-api-key-here"
def ask_llm(prompt, model="gpt-3.5-turbo"):
    response = openai.ChatCompletion.create(model=model, messages=[{"role": "user", "content": prompt}])
    return response.choices[0].message["content"]

# Example usage:
print(ask_llm("Summarize the Industrial Revolution.", model="gpt-3.5-turbo"))
# or use model="gpt-4" if needed
```

Utilizar o GPT 3.5 Turbo é melhor do que o GPT-4 em termos de energia e preço e talvez não se note a diferença.

Pode fazer o mesmo com os modelos Gemma e Gemini:

```
import google.generativeai as genai
import os

genai.configure(api_key=os.environ.get("GOOGLE_API_KEY"))

def ask_llm(prompt, model_name="gemini-1.5-flash"):
    model = genai.GenerativeModel(model_name)
    response = model.generate_content(prompt)
    return response.text

summary = ask_llm("Summarize Industrial Revolution.", model_name="gemini-1.5-flash")
print(summary)
```

Energia dos LLM autónomos

O auto-hospedeiro de um LLM é interessante porque tem o controlo dos seus dados, pode utilizar menos energia e reduzir os custos dos LLMs baseados na nuvem.

Software como o vLLM é muito poderoso para soluções empresariais, mas pode executar um LLM no seu próprio PC. Recomendamos o <https://ollama.com/> e existem muitas outras soluções.

Atividade na sala de aula:

- Discutir sobre a execução do seu próprio LLM, hardware necessário para servidores, limitações e benefícios do PC.

- Transferir e instalar o Ollama num

computador com GPU. Descarregue o maior modelo que o seu computador pode executar e um dos mais pequenos. Por exemplo: Gemma 3 27B e Gemma 3 1B.

- Executar algumas perguntas para cada um deles e comparar o tempo que dura e a qualidade dos resultados.
- Pode monitorizar o consumo de energia com software (depende do seu sistema operativo) ou, o que é mais interessante, com um medidor de energia físico Plug in
- Fazer algumas tabelas e gráficos de consumo e calcular a fatura de energia com as tarifas actuais.

Principais áreas em que a IA reduz o consumo de energia

A IA otimiza a utilização de energia nos edifícios através de sistemas inteligentes de AVAC e de iluminação que se adaptam às condições em tempo real. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431123012826>)

Para redes renováveis, a IA prevê a produção e a procura de energia enquanto otimiza o armazenamento da bateria, permitindo uma gestão de energia mais eficiente e sustentável. Além disso, os sistemas de gestão de baterias baseados em IA otimizam os ciclos de carga/descarga no armazenamento à escala da rede, maximizando a eficiência e prolongando a vida útil das baterias.

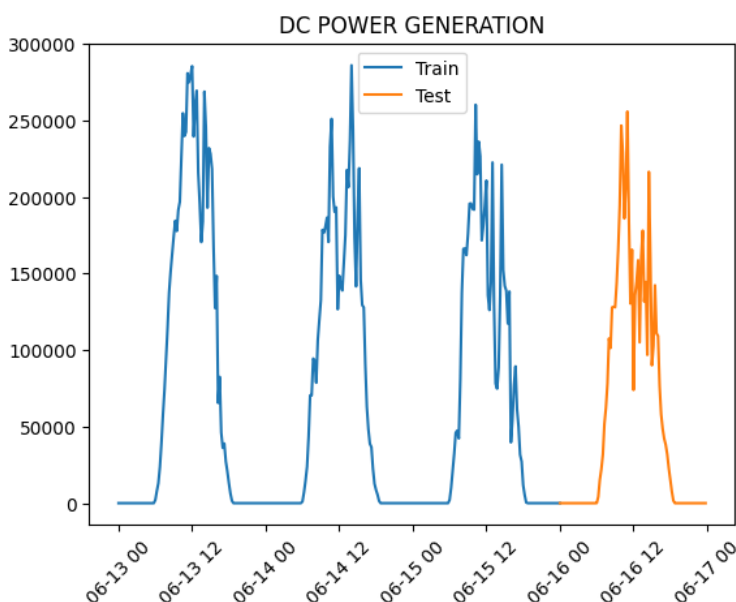
Atividade de sala de aula:

No Kaggle existem muitas análises de dados sobre a produção e o consumo de energia. Na aula, podes abrir e clonar uma e começar a trabalhar nela. É muito difícil para um formando de ensino profissional de nível médio fazer uma análise do zero, mas deve ser possível compreendê-la e modificá-la. Por exemplo:

<https://www.kaggle.com/code/sedimir/machine-learning-forecasting-power-generation>

Uma vez estudados e após um debate na aula, os alunos saberão da existência deste tipo de ferramentas para analisar dados e destas bibliotecas gratuitas para fazer previsões.

Para apoiar estas experiências com dados reais e promover nos alunos uma reflexão sobre o seu próprio consumo digital, podem ser combinadas as atividades deste módulo com o Diagnóstico Digital Sustentável e o plano pessoal de sobriedade digital propostos no Módulo 4.



UTILIZAR A IA PARA REDUZIR OS RESÍDUOS ELECTRÓNICOS

A IA está a combater o lixo eletrónico, permitindo a manutenção preditiva para prolongar a vida útil dos dispositivos, como a IA industrial da Siemens que antecipa as falhas do equipamento antes de estas ocorrerem ([Business Insider, 2024](#)); Alimentação de robôs de reciclagem inteligentes para uma recuperação eficiente de materiais, como o robô Daisy da Apple ([Apple Newsroom, 2018](#)) e otimizar os modelos de economia circular através da análise da cadeia de abastecimento.

Para os formandos do ensino profissional em áreas técnicas, as soluções alimentadas por IA oferecem oportunidades interessantes para resolver esta crise, ao mesmo tempo que desenvolvem competências valiosas em matéria de tecnologia verde.



Atividade na sala de aula:



Esta atividade pode ser realizada com um computador portátil ou um PC com Webcam, mas é mais interessante realizá-la com um Raspberry Pi 4/5 e um módulo de câmara.

Os alunos podem implementar um modelo pré-treinado de deteção de resíduos, processar a entrada da câmara em tempo real para identificar categorias de resíduos electrónicos, como placas de circuitos e plásticos, e analisar os resultados para otimizar a precisão da reciclagem. O exercício requer Python 3.9+ com as principais bibliotecas ("ultralytics" para YOLOv8 e "streamlit" para a interface interativa).

<https://github.com/teamsmcorg/Waste-Classification-using-YOLOv8>

Ideias adicionais:

- Este projeto tem alguns desafios, como o tamanho do modelo e das bibliotecas ou a potência da CPU.



- Também pode acrescentar alguns conceitos de robótica se adicionar um servo que mova o lixo electrónico para o contentor de reciclagem correspondente.

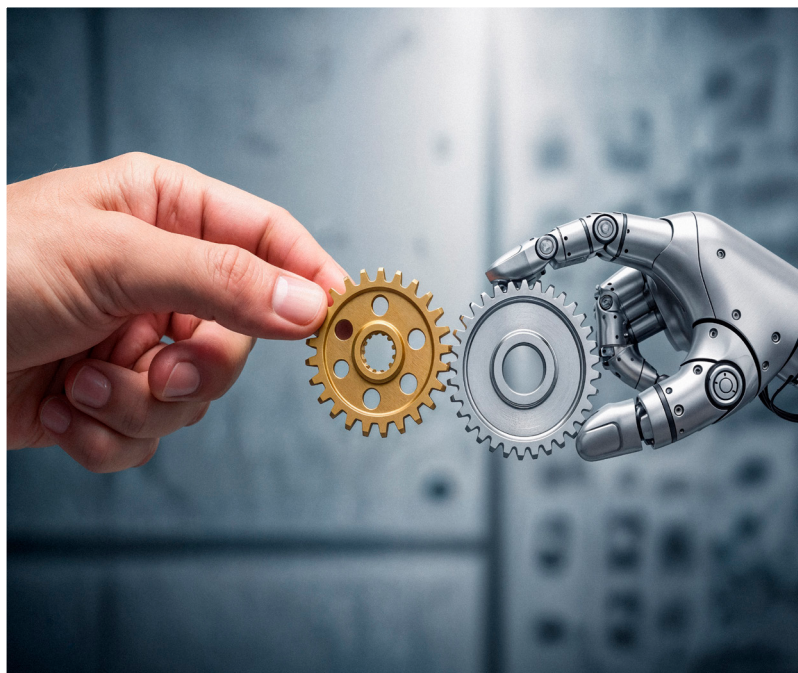
As ideias desenvolvidas aqui, centradas na utilização de IA para apoiar a reutilização, reparação e reciclagem de equipamentos, complementam o enquadramento mais abrangente de economia circular no setor digital apresentado no Módulo 4, que oferece também atividades específicas para gestão do parque tecnológico da escola specific activities for managing the school's technology park.

- Pode criar uma caixa com a câmara e um pequeno ecrã para pendurar numa parede da sala de aula VET e utilizá-la para classificar o lixo electrónico.



A Inteligência Artificial pode ser uma ferramenta poderosa no combate ao e-waste, mas o verdadeiro desafio começa quando decidimos como usá-la. A tecnologia já existe para prolongar a vida dos equipamentos, melhorar a reciclagem e reduzir o impacto ambiental — a questão é: estamos prontos para transformá-la em ação?

Agora o desafio é teu. O limite não está no código, no hardware ou nos recursos disponíveis, mas na tua imaginação. Consegues criar uma solução com IA que reduza o e-waste? Um sistema, um protótipo, uma ideia? A tecnologia está ao teu alcance. O próximo passo depende de ti.



IA PARA A ECONOMIA CIRCULAR E A REPARAÇÃO

Os chatbots de diagnóstico alimentados por IA podem ajudar os consumidores a reparar dispositivos em vez de os descartar, orientando os utilizadores na resolução de problemas e sugerindo soluções. Por exemplo, um assistente de IA pode analisar fotografias carregadas para identificar componentes defeituosos e fornecer instruções de reparação passo a passo, ao mesmo tempo que recomenda peças reconcondicionadas compatíveis de fornecedores fiáveis. Além disso, a IA pode fazer corresponder os dispositivos às peças reconcondicionadas ideais através de referências cruzadas de modelos e da obtenção de componentes em mercados de reparação. Ao monitorizar o impacto ambiental de cada reparação, estes sistemas podem quantificar as reduções de resíduos eletrónicos e de emissões de CO₂. A parceria com plataformas como a iFixit e a Back Market poderia expandir ainda mais o acesso a reparações acessíveis, capacitando os utilizadores com soluções de manutenção sustentáveis, apoiando simultaneamente uma economia circular.

Atividade na sala de aula:

Pedir aos LLMs que identifiquem componentes defeituosos a partir de fotografias e discutir se são bons assistentes para esta tarefa. Desenvolver um chatbot baseado em regras utilizando ferramentas como o DialogFlow ou o <https://botpress.com/es> para diagnosticar problemas comuns em computadores portáteis/telefones. Simular um cenário de reparação em que a IA sugere peças de substituição a partir de um inventário reciclado.

O chatbot pode ser muito simples no início, mas à medida que continua a explicar conceitos sobre a reparação de PCs, os alunos podem melhorar o bot até ao final do curso. O bot tornar-se-á um especialista ao mesmo tempo que os alunos.

Atividade 1: Identificando ferramentas digitais que apoiam a sustentabilidade

Duração: 3-4 horas

Objetivo: Ajudar os alunos a reconhecer como as ferramentas digitais podem contribuir ativamente para os objetivos de sustentabilidade na educação e em contextos profissionais.

Descrição: O professor apresenta o conceito de ferramentas digitais para a sustentabilidade, explicando que a tecnologia pode aumentar o impacto ambiental ou ajudar a reduzi-lo. Os alunos debatem exemplos de ferramentas digitais que já conhecem ou utilizam (aplicações, plataformas, software).

Em grupos, os alunos classificam as ferramentas em categorias:

- Eficiência energética (por exemplo, monitorização, otimização)
- Gestão de recursos (dados, materiais, logística)
- Monitorização ambiental
- Comunicação e desmaterialização (redução de viagens, papel)

Cada grupo seleciona duas ferramentas e explica:

- Que problema resolvem
- Como reduzem o impacto ambiental

Os grupos apresentam as suas conclusões à turma.

Resultado: Os alunos compreendem que as ferramentas digitais não são neutras e podem ser poderosos facilitadores de práticas sustentáveis.

Atividade 2: Ferramentas digitais vs. impacto ambiental: estudos de caso

Duração: 4-5 horas

Objetivo: Desenvolva o pensamento crítico analisando casos reais ou realistas em que ferramentas digitais são utilizadas para melhorar a sustentabilidade.

Descrição: O professor apresenta pequenos estudos de caso (ou cenários) relacionados a diferentes setores, tais como:

- Gestão inteligente de energia em edifícios
- Plataformas digitais para redução de resíduos
- Ferramentas de agricultura de precisão
- Trabalho remoto e colaboração online

Em pequenos grupos, os alunos analisam um estudo de caso, respondendo a:

- Que ferramenta digital é utilizada?
- Que problema ambiental ela aborda?
- Quais são os benefícios?
- Existem possíveis impactos negativos?

Os grupos preparam uma breve apresentação ou um cartaz resumindo a sua análise.

Resultado: Os alunos aprendem a avaliar as vantagens e limitações das ferramentas digitais do ponto de vista da sustentabilidade.



Atividade 3: A Inteligência Artificial como ferramenta para a sustentabilidade

Duração: 3-4 horas

Objetivo: Apresentar aos alunos o duplo papel da Inteligência Artificial (IA) como um desafio e uma solução para a sustentabilidade.

Descrição: O professor explica, em termos simples, como a IA pode:

- Otimizar o uso de energia
- Melhorar a eficiência logística e de transporte
- Apoiar a manutenção preditiva
- Reduzir o desperdício

Os alunos são divididos em grupos e recebem uma aplicação de IA (energia, mobilidade, indústria, agricultura, educação).

Cada grupo identifica:

- Como a IA ajuda a reduzir o impacto ambiental
- Quais dados são necessários
- Quais riscos ou desafios existem (consumo de energia, ética, acesso)

Os grupos apresentam as suas conclusões, seguidas de uma discussão em sala de aula sobre o uso responsável da IA.

Resultado: Os alunos adquirem uma compreensão equilibrada da IA, evitando tanto o entusiasmo cego quanto a rejeição.

MÓDULO 4

ECONOMIA CIRCULAR E PRÁTICAS DIGITAIS SUSTENTÁVEIS

CAPACITAR ESTUDANTES E PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL (EFP) PARA COMPREENDER E APLICAR OS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR NO CONTEXTO DIGITAL É UMA AÇÃO ESSENCIAL DIANTE DOS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS. AO INTEGRAR PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS COM AS OPORTUNIDADES OFERECIDAS PELA TRANSFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, ESSA ABORDAGEM CONTRIBUI DIRETAMENTE PARA A TRANSIÇÃO DUPLA — ECOLÓGICA E DIGITAL —, PROMOVENDO UMA EDUCAÇÃO ALINHADA ÀS EXIGÊNCIAS DE UM FUTURO MAIS RESILIENTE, INCLUSIVO E AMBIENTALMENTE RESPONSÁVEL.

ESTE MÓDULO COMPLEMENTA O QUADRO GERAL APRESENTADO NO MÓDULO 1, AS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE INSTITUCIONAL E DE CAMPUS TRABALHADAS NO MÓDULO 2 E AS FERRAMENTAS DE IA E DADOS EXPLORADAS NO MÓDULO 3. O FOCO AQUI ESTÁ EM TRADUZIR ESSES PRINCÍPIOS PARA DECISÕES CONCRETAS SOBRE COMPRA, UTILIZAÇÃO, MANUTENÇÃO, REPARAÇÃO E DESCARTE DE DISPOSITIVOS, BEM COMO SOBRE O USO DIÁRIO DE SOFTWARE, SERVIÇOS DE CLOUD E DADOS.

O que é a Economia Circular?

A economia circular é um modelo de produção e consumo que prioriza a redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. Em vez de seguir o modelo linear tradicional (extrair → produzir → descartar), a economia circular visa manter os recursos em uso pelo maior tempo possível.

Os princípios-chave deste modelo são fundamentais para sua implementação. O design sustentável está no cerne da economia circular, promovendo produtos que não apenas duram mais, mas também são projetados para serem facilmente recicláveis ou reaproveitáveis. A recuperação e o reuso garantem que componentes e materiais sejam continuamente reintegrados ao sistema produtivo, enquanto a minimização de resíduos reduz drasticamente o impacto ambiental, especialmente o lixo eletrônico. Estes princípios mostram que a economia circular não é apenas um conceito idealista, mas uma necessidade prática para enfrentar os desafios ambientais atuais.

A Economia Circular no Contexto Digital

No mundo digital, onde tecnologias avançadas estão cada vez mais presentes nas nossas vidas, a economia circular assume um papel crucial. O aumento do uso de dispositivos eletrônicos, desde smartphones até servidores de dados, tem gerado impactos ambientais significativos. Para mitigar esses efeitos, é essencial aplicar os princípios da economia circular à tecnologia digital, promovendo práticas

mais conscientes e sustentáveis.

No entanto, existem desafios importantes a serem superados. A obsolescência programada, por exemplo, incentiva o descarte prematuro de dispositivos ainda funcionais. O acúmulo de lixo eletrônico (e-waste) é outro grande problema, com milhões de toneladas sendo descartadas anualmente sem tratamento adequado. Além disso, o consumo excessivo de energia em centros de dados e dispositivos contribui para as emissões de carbono. A economia circular oferece soluções para minimizar esses impactos, desde o design de produtos mais duráveis até a adoção de infraestruturas energéticas mais eficientes.

Práticas Digitais Sustentáveis

No mundo digital, a economia circular não se limita apenas ao hardware, mas também pode ser aplicada de maneira inovadora ao software e aos dados. À medida que o uso de tecnologias digitais cresce exponencialmente, o impacto ambiental associado à criação, armazenamento e processamento de software e dados também aumenta. A economia circular, nesse contexto, busca otimizar o uso de recursos digitais, reduzir desperdícios e promover práticas mais conscientes e sustentáveis.

Desafios relacionados com Hardware:

Reduzir - O primeiro passo para uma tecnologia mais sustentável é evitar o consumo desnecessário. Antes de adquirir um novo dispositivo, avalie se ele é realmente essencial. Opte por produtos com certificação de eficiência energética, como os selos Energy Star ou EPEAT. Além disso, o uso consciente de armazenamento em nuvem pode reduzir a necessidade de servidores adicionais, diminuindo o impacto ambiental.

Reutilizar - Muitos dispositivos antigos ainda podem ter utilidade. Um smartphone antigo pode virar uma câmera de segurança, um Tablet desatualizado pode ser usado como leitor de e-books, e um notebook lento pode ser transformado em um servidor doméstico. Doações para escolas, ONGs ou projetos sociais também são uma ótima forma de prolongar a vida útil da tecnologia.

Reciclar - Quando um dispositivo



realmente chega ao fim de sua vida útil, o descarte correto é essencial. Muitos componentes eletrônicos contêm metais preciosos e materiais perigosos, que devem ser processados em locais especializados. Procure por pontos de coleta de e-waste ou programas de reciclagem de fabricantes.

Manter e Reparar - A cultura do conserto está no coração da economia circular. Em vez de substituir um equipamento ao primeiro sinal de problema, procure repará-lo. Plataformas como a iFixit oferecem tutoriais gratuitos para consertos, desde troca de baterias até reparos em placas-mãe. Manutenções básicas, como limpeza de ventoinhas e atualizações de software, também podem prolongar significativamente a vida dos dispositivos.

Obsolescência de software: Muitos softwares são descontinuados ou substituídos por versões mais recentes, mesmo quando as funcionalidades básicas ainda atendem às necessidades dos utilizadores. Isso gera um ciclo constante de atualizações desnecessárias, consumindo energia e recursos computacionais.

Armazenamento excessivo de

dados: Grandes volumes de dados são armazenados sem critério, ocupando espaço em servidores que consomem energia para operar e arrefecer. Muitos destes dados são duplicados, desatualizados ou simplesmente nunca acessados novamente.

Ineficiência energética de sistemas: Softwares mal otimizados podem exigir mais poder de processamento do que o necessário, aumentando o consumo de energia em dispositivos e centros de dados.

Oportunidades para a economia circular no software e dados:

A economia circular no contexto digital incentiva uma abordagem mais eficiente e responsável para o desenvolvimento e uso de software, bem como para a gestão de dados. Isso inclui:

Design modular e escalável de software: Desenvolver softwares que possam ser atualizados e adaptados ao longo do tempo, sem a necessidade de substituição completa. Isso prolonga sua vida útil e reduz o desperdício de recursos.

Compactação e limpeza de dados: Implementar práticas regulares de organização e limpeza de dados,



servidores.

Uso eficiente de recursos computacionais: Priorizar softwares leves e bem otimizados, que minimizem o consumo de energia durante a execução. Além disso, incentivar o uso de infraestruturas de computação em nuvem com certificação de eficiência energética.

Cultura de partilha e reutilização: Promover plataformas colaborativas onde códigos, bibliotecas e ferramentas de software possam ser compartilhados e reaproveitados, evitando a duplicação de esforços e recursos.

Ao aplicar os princípios da economia circular ao software e aos dados, é possível reduzir significativamente o impacto ambiental do setor digital, promovendo um ecossistema tecnológico mais sustentável e resiliente.

Boas Práticas na Educação e Formação Profissional

A educação e a formação profissional desempenham papéis cruciais na disseminação dos princípios da economia circular no contexto digital, especialmente quando focados em software e dados. Preparar estudantes e profissionais para lidar com esses recursos de forma consciente e sustentável é essencial para construir um futuro digital mais eficiente e responsável.

Na escola/oficina de formação: Incentive o uso prolongado dos equipamentos institucionais, evitando trocas desnecessárias. Promova oficinas de reparação e reaproveitamento, ensinando aos alunos habilidades práticas que podem ser aplicadas em suas vidas pessoais e profissionais. Além disso, integre projetos de sustentabilidade digital nos currículos, conectando teoria e prática.

Promover o uso prolongado de softwares: Incentive o uso de versões estáveis de softwares por períodos mais longos, evitando atualizações desnecessárias que consomem energia e recursos computacionais. Ensine os alunos a avaliar se uma nova versão realmente traz benefícios significativos antes de adotá-la. Criar oficinas sobre gestão eficiente de dados: Organize atividades práticas onde os alunos aprendam a organizar, compactar e limpar dados regularmente. Isso inclui identificar arquivos duplicados, eliminar informações obsoletas e priorizar o armazenamento em nuvem de forma consciente.

Introduzir projetos de otimização de software: Insira no currículo desafios que estimulem os alunos a desenvolver ou adaptar softwares leves, eficientes

e escaláveis, reduzindo o impacto ambiental associado ao processamento de dados.

Na formação profissional: Prepare os estudantes para atuar no mercado verde e circular, capacitando-os com competências digitais alinhadas à responsabilidade ambiental. Encoraje a inovação em áreas como eficiência energética, design de produtos sustentáveis e gestão de resíduos eletrônicos. Estas competências serão cada vez mais valorizadas em um mundo que busca alternativas mais sustentáveis. Capacitar para o mercado digital sustentável: Prepare os estudantes para atuar em um mercado que valoriza práticas sustentáveis no desenvolvimento e uso de software. Isso inclui habilidades como design modular de software, programação eficiente e gestão de dados responsáveis.

Encorajar inovação em sustentabilidade digital: Promova competições ou hackathons onde os participantes possam criar soluções inovadoras para problemas como armazenamento excessivo de dados, consumo energético de sistemas e compartilhamento de recursos digitais.

Fomentar a cultura do código aberto e colaborativo: Ensine os alunos a contribuir para plataformas de código aberto, reaproveitando e melhorando ferramentas já existentes. Isso reduz a duplicação de esforços e incentiva uma mentalidade de reutilização e colaboração.

Conexão entre competências digitais e responsabilidade ambiental:

Ao integrar os princípios da economia circular ao ensino de software e dados, as instituições educacionais podem ajudar a formar profissionais que não apenas dominam tecnologias digitais, mas também entendem seu impacto ambiental. Essas competências são cada vez mais valorizadas no mercado de trabalho, especialmente em setores que buscam transição para modelos mais sustentáveis.

Exemplo Prático:

Uma escola ou centro de formação poderia implementar um projeto onde os alunos desenvolvem um sistema de gestão de dados para uma organização local. O objetivo seria criar uma solução que minimize o armazenamento desnecessário, reduza o consumo de energia e facilite a partilha segura de informações. Este tipo de iniciativa conecta teoria e prática, promovendo uma compreensão mais profunda dos princípios da economia circular aplicados ao software e dados.



eliminando informações redundantes ou obsoletas. Isso reduz a demanda por armazenamento e otimiza o uso de

Inspiração: Exemplos Europeus

A Europa tem sido pioneira na implementação de iniciativas que promovem a economia circular no contexto digital.

NL Restart Party (Holanda): Eventos comunitários onde especialistas ajudam pessoas a reparar seus dispositivos, promovendo a cultura do conserto e reduzindo o descarte prematuro.

DE iFixit Europe: Uma plataforma colaborativa que oferece tutoriais detalhados para consertos, capacitando os utilizadores a assumirem o controle de seus dispositivos e prolongarem sua vida útil.

PT Escolas Sustentáveis (Portugal): Iniciativas que integram a manutenção de equipamentos digitais como parte do currículo escolar, ensinando aos alunos a importância da sustentabilidade desde cedo.

Estes exemplos demonstram que pequenas ações coletivas podem ter um impacto significativo na promoção de uma economia circular mais inclusiva e eficaz.

Atividade Sugerida: Diagnóstico Digital Sustentável

Para colocar os princípios da economia circular em prática, proponha um diagnóstico digital sustentável na sua escola.

Atividade 1:

Para colocar os princípios da economia circular em prática e dar continuidade ao “Dia da Limpeza Digital” apresentado no Módulo 2, proponha um diagnóstico digital sustentável na sua escola.

1. Faça um levantamento detalhado dos dispositivos usados, incluindo informações sobre seu estado de conservação, idade e eficiência energética.

2. Avalie quais equipamentos podem ser reaproveitados, reparados ou substituídos por opções mais sustentáveis.

3. Proponha ações concretas baseadas nos princípios da economia circular, como a criação de uma estação de reparo comunitária ou parcerias com iniciativas de reciclagem local.

Os resultados deste diagnóstico podem alimentar ou atualizar a Auditoria de Sustentabilidade da Escola apresentada no Módulo 2, garantindo que a vertente digital (equipamentos, infraestrutura, serviços online) fica plenamente

integrada na estratégia global de sustentabilidade da instituição.

Atividade 2:

Passo 1: Avaliação do Uso de Software

Mapeamento dos softwares utilizados: Faça um levantamento detalhado dos softwares instalados nos dispositivos institucionais. Identifique quais são realmente necessários e quais estão subutilizados ou duplicados.

Análise da eficiência energética: Verifique se os softwares em uso são otimizados para consumo de energia. Softwares mal projetados ou desatualizados podem exigir mais poder de processamento, aumentando o impacto ambiental.

Avaliação da obsolescência: Determine se os softwares atuais ainda atendem às necessidades da organização ou se há alternativas mais leves e escaláveis disponíveis.

Passo 2: Gestão de Dados

Auditoria de armazenamento de dados: Revise os dados armazenados em servidores, nuvens ou dispositivos locais. Identifique arquivos duplicados, desatualizados ou desnecessários que podem ser eliminados.

Classificação de dados: Categorize os dados com base em sua relevância e frequência de uso. Priorize a retenção de informações essenciais e avalie a possibilidade de migrar dados pouco acedidos para sistemas de baixo consumo energético.

Compactação e limpeza: Implemente rotinas regulares de compactação de arquivos e exclusão de dados obsoletos para reduzir a demanda por espaço de armazenamento.

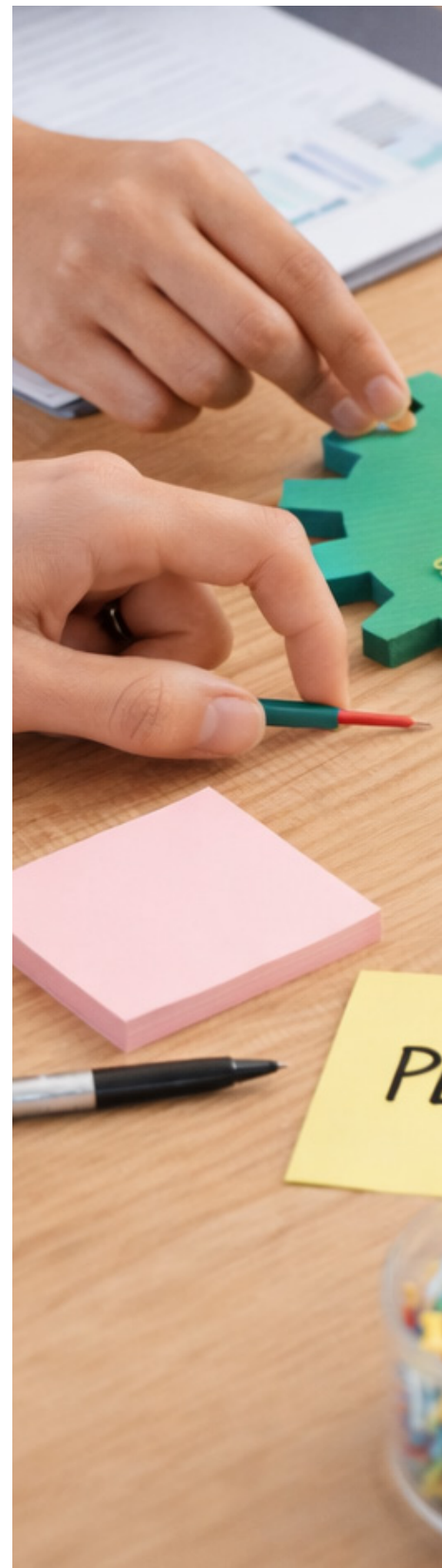
Passo 3: Proposta de Ações Baseadas na Economia Circular

Com base nas descobertas do diagnóstico, proponha ações concretas para promover uma abordagem mais sustentável ao software e dados:

Adoção de softwares modulares e escaláveis: Substitua softwares desatualizados ou ineficientes por soluções que possam ser atualizadas sem a necessidade de novas instalações completas.

Implementação de políticas de gestão de dados: Crie diretrizes claras para organizar, limpar e compartilhar dados de forma responsável, minimizando o desperdício de recursos digitais.

Uso eficiente de plataformas colaborativas: Incentive o uso de



ferramentas de código aberto e plataformas de compartilhamento de recursos digitais para evitar a duplicação de esforços e maximizar o reaproveitamento de softwares e dados.

Treinamento e conscientização: Organize workshops ou sessões de capacitação para educar os usuários sobre práticas sustentáveis no uso de software e dados, como a importância de limpar arquivos regularmente e escolher ferramentas eficientes.

Exemplo Prático:

Imagine que, após realizar o diagnóstico, descubra que a sua escola está armazenando milhares de arquivos duplicados e que muitos softwares instalados nos computadores não são usados regularmente. Com base nesses achados, pode propor:

A criação de uma política institucional para revisar e limpar dados a cada seis meses.

A substituição de softwares pesados e pouco usados por alternativas mais leves e gratuitas, como ferramentas de código aberto.

A organização de uma campanha interna para conscientizar alunos e professores sobre a importância de gerenciar dados e softwares de forma responsável.

Atividade 3:

Passo 1: Avaliação do Uso de Software Pessoal

Faça um levantamento dos aplicativos e programas que usa: Liste todos os softwares instalados no seu celular, tablet ou computador. Inclua apps de redes sociais, jogos, ferramentas de estudo e outros.

Quais são realmente úteis no seu dia a dia?

Há aplicativos que não usa há meses?

Existem alternativas mais leves ou gratuitas para os programas que consomem muita energia ou espaço?

Análise o impacto energético: Pesquise (ou estime) o consumo de energia dos aplicativos que mais utiliza. Por exemplo, aplicativos pesados como jogos ou editores de vídeo podem exigir mais poder de processamento, aumentando o consumo de bateria e energia.

Pode substituir alguns dessas apps por versões mais leves ou usar ferramentas online que não precisam ser instaladas?

Desinstale o desnecessário: Com base na sua análise, desinstale aplicativos que não usa mais ou que têm alternativas mais eficientes.

Passo 2: Gestão de Dados Pessoais

Revise as suas fotos, vídeos e arquivos: Abra seu celular ou nuvem e avalie o que está armazenado lá.

Quantas fotos ou vídeos duplicados tem?

Há arquivos antigos que não acessa, como trabalhos escolares antigos ou downloads desnecessários?

Existe algo que pode ser apagado ou transferido para um armazenamento externo (como um HD ou pen drive)?

Organize seus dados: Crie pastas ou categorias para organizar seus arquivos. Por exemplo:

Fotos importantes → “Memórias”

Trabalhos escolares → “Escola”

Downloads temporários → “Para Apagar”

Limpeza regular: Proponha a si mesmo uma rotina mensal para revisar e limpar seus arquivos, eliminando

o que não é mais necessário.

Passo 3: Reflexão sobre Hábitos Digitais

Quantidade de dados na nuvem: Reflita sobre quanto espaço você ocupa em serviços de armazenamento na nuvem, como Google Drive ou iCloud.

Realmente precisa de tudo o que está lá?

Há arquivos que podem ser baixados e armazenados localmente para liberar espaço na nuvem?

Uso de redes sociais e streaming: Pense em como consome conteúdo online.

Baixa vídeos ou músicas que nunca mais assiste/ouve?

Poderia reduzir o tempo gasto em redes sociais ou em plataformas de streaming para diminuir o consumo de dados e energia?

Passo 4: Proposta de Ações Sustentáveis

Com base nas descobertas do diagnóstico, crie um plano pessoal para tornar seu uso digital mais sustentável:

Adote softwares e apps mais eficientes: Substitua aplicativos pesados por alternativas mais leves. Por exemplo, use navegadores que consumam menos energia ou apps de organização que não ocupem tanto espaço.

Pratique a limpeza digital regularmente: Reserve um momento por mês para revisar e organizar seus arquivos, eliminando o que não é mais necessário.

Reduza o armazenamento na nuvem: Baixe arquivos importantes no seu dispositivo e exclua cópias na nuvem para economizar energia nos servidores.

Partilhe conscientemente: Antes de enviar grandes arquivos por e-mail ou mensagens, compacte-os ou use links de compartilhamento para evitar o envio de dados duplicados.

Exemplo Prático:

Imagine que, ao fazer o diagnóstico, descubra que tem mais de 500 fotos duplicadas no telemóvel e que usa apenas 5 dos 20 aplicativos instalados. Com base nisso, pode:

Criar um álbum chamado “Favoritas” com as fotos mais importantes e excluir as duplicatas.

Desinstalar os aplicativos que não usa mais e substituir alguns deles por versões mais leves ou gratuitas.

Estabelecer uma meta pessoal de revisar seus arquivos a cada 30 dias para manter tudo organizado e sustentável.

Esta atividade ajuda os jovens a entenderem como seus hábitos digitais impactam o meio ambiente e os incentiva a adotar práticas mais responsáveis no uso de software e dados. Ao aplicar essas mudanças no dia a dia, eles estarão contribuindo para um mundo digital mais sustentável e eficiente. Se a sua turma já participou no “Dia da Limpeza Digital” (Módulo 2), esta atividade funciona como um seguimento natural: o objetivo é que cada estudante transforme essa experiência num plano pessoal contínuo, assumindo a responsabilidade pelos seus hábitos digitais ao longo do tempo e revendo regularmente o seu consumo de dados, aplicações e armazenamento.

Professores que trabalham projetos de IA e dados descritos no Módulo 3 podem usar este plano pessoal como referência ética e ambiental para discutir com os alunos o impacto dos seus hábitos digitais quando recorrem a modelos de IA, armazenam grandes volumes de dados ou utilizam intensivamente serviços online.

Atividade 1: Oficina “Da Gaveta à Sala de Aula”

Duração: 1-2 horas

Objetivo:

- Compreender o ciclo de vida dos equipamentos eletrônicos.
- Estimular a cultura da reutilização e da reparação.
- Desenvolver senso crítico sobre descarte sustentável.

Recursos necessários:

- Exemplos de dispositivos antigos (telemóveis, tablets, carregadores, etc.).
- Quadro/cartolina ou mural digital (Padlet, Jamboard, Canva).
- Materiais de desenho e colagem (se em formato físico).

Passos: 1. Apresentar conceitos de economia circular e lixo eletrônico.

2. Organizar grupos de alunos para analisar os dispositivos (ou pesquisar exemplos).

3. Identificar:

- o Estado de conservação.
- o Formas de reaproveitamento.
- o Alternativas corretas de descarte.

4. Criar um “mapa de soluções circulares” em cartaz ou mural digital.

5. Apresentar as soluções em plenário

Critérios de avaliação:

Participação ativa nas discussões. | Clareza e criatividade nas soluções apresentadas. | Capacidade de relacionar o conceito de economia circular com exemplos reais.

Atividade 2: Desafio “Gestão de Dados Sustentável”

Duração: 1-2 horas

Objetivo:

- Refletir sobre os impactos ambientais do armazenamento digital.
- Desenvolver hábitos de organização de dados.
- Incentivar escolhas conscientes no uso de softwares e aplicações.

Recursos necessários:

- Dispositivos pessoais dos alunos (computadores/telemóveis).
- Acesso à internet (opcional, para pesquisa de apps alternativos).
- Modelo de relatório/infográfico (em Canva, Google Docs ou cartaz físico).

Passos: 1. Explicar como dados digitais e softwares impactam consumo energético.

2. Pedir aos alunos que façam uma auditoria digital (apps, fotos, vídeos, arquivos).

3. Orientar a identificar duplicados, dados obsoletos e apps pesados.

4. Criar um plano pessoal de limpeza digital.

5. Cada aluno apresenta os resultados antes e depois (quantos GB liberados, apps substituídos, etc.)

Critérios de avaliação:

Qualidade do diagnóstico individual. | Organização e clareza do relatório/infográfico. | Reflexão crítica sobre como pequenas mudanças reduzem impacto ambiental.

Atividade 3: Projeto Colaborativo “Escola Circular Digital”

Duração: 3-4 horas

Objetivo:

- Aplicar os princípios da economia circular em contexto escolar.
- Desenvolver competências de trabalho colaborativo.
- Criar soluções reais de sustentabilidade digital na comunidade educativa.

Recursos necessários:

- Acesso a equipamentos da escola (computadores, tablets, servidores).
- Planilhas para levantamento de dados.
- Ferramentas digitais colaborativas (Docs, Sheets, Trello, Miro, etc.).

Passos: 1. Dividir a turma em 3 equipes:

- o Hardware – Levantar equipamentos reaproveitáveis ou passíveis de reparo.
- o Software – Avaliar programas utilizados e buscar alternativas mais leves.
- o Dados – Criar propostas de organização, backup e limpeza digital.

2. Cada equipa elabora um diagnóstico e propostas de ação.

3. Reunir as propostas num plano coletivo para a escola.

4. Apresentar em formato de pôster, apresentação ou vídeo

Critérios de avaliação:

Trabalho em equipa e colaboração. | Pertinência e aplicabilidade das propostas. | Criatividade na apresentação final. | Capacidade de conectar teoria (economia circular) com a realidade da escola.







MÓDULO 5

IMPACTO AMBIENTAL DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS

A DIGITALIZAÇÃO TORNOU-SE UMA DAS FORÇAS DETERMINANTES DO SÉCULO XXI. ELA MOLDA A FORMA COMO AS SOCIEDADES PRODUZEM, COMUNICAM E CONSOMEM, AO MESMO TEMPO QUE INFLUENCIA A EDUCAÇÃO, O EMPREGO E O INTERCÂMBIO CULTURAL. NO ENTANTO, APESAR DA PERCEÇÃO DE QUE AS TECNOLOGIAS DIGITAIS SÃO INTANGÍVEIS, ELAS ESTÃO BASEADAS EM INFRAESTRUTURAS FÍSICAS QUE CONSOMEM GRANDES QUANTIDADES DE ENERGIA, ÁGUA E MATÉRIAS-PRIMAS. TODAS AS ATIVIDADES ONLINE — DESDE O STREAMING DE UM FILME ATÉ À PARTILHA DE UM DOCUMENTO NA NUVEM — DEPENDEM DE UMA CADEIA DE SERVIDORES, REDES E DISPOSITIVOS QUE DEIXAM UMA MARCA MENSURÁVEL NO PLANETA.

É FUNDAMENTAL COMPREENDER OS CUSTOS OCULTOS DA DIGITALIZAÇÃO, ESPECIALMENTE NUM MOMENTO EM QUE A UNIÃO EUROPEIA SE COMPROMETEU COM A DUPLA TRANSIÇÃO: AVANÇAR EM PARALELO COM AS AGENDAS VERDE E DIGITAL. EMBORA AS FERRAMENTAS DIGITAIS OFEREÇAM OPORTUNIDADES PARA MELHORAR A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, PROMOVER PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR E CONECTAR COMUNIDADES, ELAS TAMBÉM GERAM PRESSÕES AMBIENTAIS E RISCOS SOCIAIS SE NÃO FOREM GERIDAS. ESSA DUALIDADE TORNA O DEBATE SOBRE O IMPACTO DIGITAL DAS NOVAS TECNOLOGIAS PARTICULARMENTE RELEVANTE PARA EDUCADORES, DECISORES POLÍTICOS E PROFISSIONAIS.

NO CONTEXTO DO ENSINO E FORMAÇÃO PROFISSIONAIS (EFP), O TEMA TORNA-SE AINDA MAIS ESTRATÉGICO. OS ESTUDANTES E FUTUROS TRABALHADORES PRECISAM DE COMPREENDER COMO O SETOR DIGITAL SE CRUZA COM OS OBJETIVOS DE SUSTENTABILIDADE, NÃO SÓ PORQUE OS SEUS FUTUROS EMPREGOS DEPENDERÃO DESSAS COMPETÊNCIAS, MAS TAMBÉM PORQUE AS ESCOLHAS FEITAS HOJE DEFINIRÃO SE A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL APOIA OU PREJUDICA OS OBJETIVOS DO PACTO ECOLÓGICO EUROPEU. ESTE CAPÍTULO EXPLORA AS PRINCIPAIS DIMENSÕES DO IMPACTO DIGITAL: A NOÇÃO DE PEGADA DIGITAL, AS CAMADAS SISTÊMICAS DAS INFRAESTRUTURAS DIGITAIS, OS CUSTOS AMBIENTAIS DOS CENTROS DE DADOS E DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, O AUMENTO DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS E OS RISCOS ÉTICOS E SOCIAIS ASSOCIADOS À DIGITALIZAÇÃO. CONCLUI COM UM CONJUNTO DE ESTRATÉGIAS E UMA DISCUSSÃO SOBRE COMO O EFP PODE FUNCIONAR COMO UMA PONTE ENTRE A INOVAÇÃO E A SUSTENTABILIDADE.

Pegada digital, pegada de dados e resíduos digitais

O conceito de pegada digital destaca o facto de que a digitalização não é imaterial. Por trás de cada ação online — enviar um e-mail, participar numa videoconferência ou assistir a um filme — existem servidores, redes e dispositivos que consomem eletricidade, água e matérias-primas. A pegada digital é comumente dividida em três dimensões. A pegada de carbono refere-se às emissões de gases de efeito estufa ligadas ao consumo de eletricidade e às cadeias de produção. A pegada hídrica está associada aos enormes volumes de água necessários para os sistemas de refrigeração em centros de dados e para o fabrico de dispositivos. Por fim, a pegada material provém da extração e utilização de matérias-primas críticas, como lítio, cobalto e elementos de terras raras, que são essenciais para baterias e componentes eletrónicos. Estas dimensões deixam

claro que o mundo digital tem consequências físicas muito concretas.

Estima-se que o impacto do carbono do setor das TIC represente atualmente uma parte das emissões globais semelhante, ou em alguns casos superior, à da aviação. As plataformas de streaming, os serviços em nuvem e os jogos online estão entre as atividades que mais consomem energia, pois exigem fluxos constantes de dados e armazenamento permanente. Embora tenha havido ganhos de eficiência graças a hardware melhor e software otimizado, a procura cresceu tão rapidamente que as emissões globais continuam a aumentar. Este fenómeno é conhecido como efeito rebote: as melhorias na eficiência são superadas pelo crescimento exponencial do consumo digital.

A dimensão da água é frequentemente menos visível, mas igualmente significativa. Os grandes centros de dados utilizam milhões de litros de água doce todos os dias para arrefecer os seus servidores. Em regiões já afetadas pela seca, isto cria uma concorrência direta entre a economia digital e as comunidades locais ou a agricultura. Além disso, a água também é consumida durante o processo de produção dos dispositivos: desde as operações de mineração até ao fabrico de chips, cada etapa deixa uma pegada hídrica que raramente é tida em conta nas escolhas dos consumidores.

Outro elemento crucial é a pegada material. Os dispositivos digitais modernos dependem de dezenas de minerais e metais que são extraídos e transportados por todo o mundo. A extração desses materiais frequentemente causa desmatamento, contaminação do solo e da água e conflitos sociais nas comunidades onde as minas estão localizadas. A dependência de matérias-primas não renováveis expõe a fragilidade de uma economia digital linear baseada em produtos com vida útil curta e substituição constante de equipamentos. Essa dependência também levanta preocupações estratégicas, uma vez que as cadeias de abastecimento de matérias-primas críticas estão altamente concentradas em alguns países, criando vulnerabilidades para a Europa e além.

Além destas dimensões físicas, a **pegada de dados** surgiu como um desafio urgente. Refere-se ao grande volume de informações que as sociedades produzem, armazenam e replicam. Embora os dados possam parecer

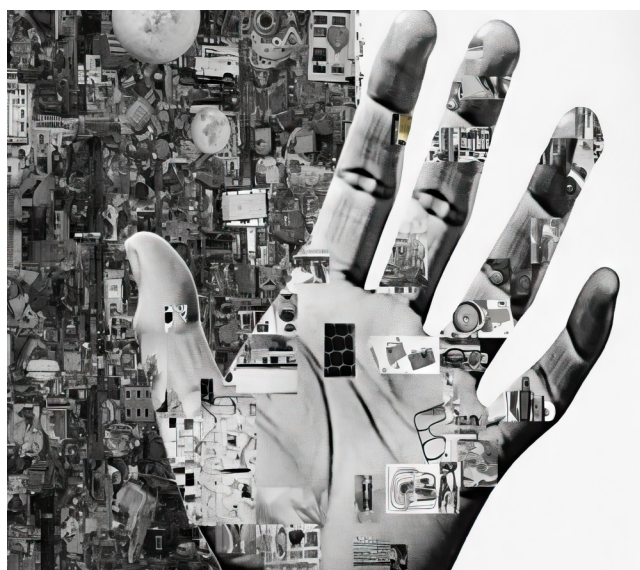


imateriais, as infraestruturas que os mantêm — servidores, cabos, sistemas de segurança — exigem uma quantidade significativa de energia e água. A tendência de armazenar tudo indefinidamente, muitas vezes em várias cópias, multiplica a demanda por capacidade. Previsões de instituições europeias mostram que os volumes de dados devem crescer várias vezes nesta década, levando a um aumento correspondente no uso de recursos.

Ligado a isso está o problema do **lixo digital**, por vezes descrito como a «matéria escura» do mundo digital. Isso inclui e-mails que nunca são abertos, ficheiros duplicados, aplicações desatualizadas, backups não utilizados e vídeos armazenados indefinidamente em servidores. Embora invisíveis para a maioria dos utilizadores, esses dados consomem energia e requerem infraestruturas permanentes para permanecerem acessíveis.

Pesquisas sugerem que apenas uma pequena fração dos dados armazenados é usada ativamente, enquanto a grande maioria se enquadra nessa categoria de lixo digital. Além do impacto ambiental, o lixo digital também levanta preocupações de segurança cibernética, pois dados esquecidos ou sistemas desatualizados podem se tornar vulneráveis a violações.

A perspectiva combinada da pegada digital, da pegada de dados e dos resíduos digitais demonstra que a digitalização é profundamente material, com consequências para a energia, a água, os ecossistemas e as sociedades. Reconhecer estes impactos é um primeiro passo para integrar a sustentabilidade nas políticas e práticas digitais. Para a Europa, isto está diretamente ligado aos objetivos do Pacto Ecológico Europeu e da dupla transição, que exigem o alinhamento da transformação digital com a responsabilidade ambiental e social.





CAMADAS SISTÉMICAS DO IMPACTO DIGITAL

As consequências ambientais e sociais da digitalização podem ser melhor compreendidas quando examinadas em várias camadas sistêmicas. Cada camada — desde dispositivos até práticas culturais — representa uma etapa diferente na cadeia de infraestruturas que tornam a vida digital possível. A análise dessas camadas mostra como os sistemas digitais dependem de redes globais de energia, materiais e comportamento humano, e por que as estratégias de sustentabilidade devem abordar o setor como um todo, em vez de se concentrarem em componentes isolados.

A primeira camada consiste em **dispositivos e seus processos de produção**. Todos os smartphones, computadores portáteis e servidores começam a sua jornada com a extração de matérias-primas, como lítio, cobalto, cobre e terras raras. As operações de mineração consomem muita

energia, muitas vezes localizadas em ecossistemas frágeis e associadas à degradação ambiental e a conflitos sociais. Uma vez extraídos, esses recursos passam por cadeias de abastecimento globais que envolvem refinação, transporte e montagem. A fabricação consome grandes quantidades de energia e água e produz emissões muito antes de um dispositivo chegar às mãos do consumidor. Além disso, os rápidos ciclos de inovação e marketing criam obsolescência planejada e percebida: os dispositivos são substituídos após apenas alguns anos, levando a uma pressão contínua sobre os ecossistemas e a um aumento constante do lixo eletrônico.

A segunda camada é constituída pelas **redes de transmissão** que permitem o fluxo de dados em todo o mundo.

Teachers and schools are the driving force behind the Twin Transition, transforming education through sustainable digital practices, updated curricula, and learning applied to the real challenges of the green and digital economy.

Esta camada inclui cabos de fibra ótica terrestres e submarinos, infraestruturas móveis, como antenas 4G e 5G, e sistemas de satélite. A manutenção destas redes requer eletricidade 24 horas por dia, uma vez que a procura por conectividade constante não permite pausas. A implantação do 5G e a expansão da Internet das Coisas multiplicaram o número de dispositivos conectados e aumentaram exponencialmente o tráfego de dados. Embora as redes mais recentes sejam mais eficientes em termos energéticos por unidade de dados, o consumo geral continua a aumentar devido à enorme escala da procura, um fenómeno conhecido como efeito rebote. Isso demonstra que os ganhos de eficiência por si só não podem garantir a sustentabilidade, a menos que sejam acompanhados por reduções sistêmicas no consumo.

A terceira camada é constituída pelos **data centres**, que servem como espinha dorsal das infraestruturas digitais. Eles hospedam armazenamento em nuvem, executam aplicações empresariais e processam modelos de inteligência artificial. Operando continuamente, os centros de dados são responsáveis por entre 1% e 1,5% do consumo global de eletricidade, com impactos adicionais decorrentes do uso de água nos sistemas de refrigeração. A sua intensidade de carbono varia de acordo com o mix energético da região em que estão localizados: as instalações em países que dependem fortemente do carvão ou do gás natural têm emissões muito mais elevadas do que aquelas alimentadas principalmente por energias renováveis. Embora as empresas estejam a investir em eficiência energética e energias renováveis, o rápido crescimento da procura digital corre o risco de ultrapassar essas melhorias.

A quarta camada diz respeito ao **software e à arquitetura lógica** dos serviços digitais. A eficiência do software desempenha um

papel fundamental na determinação da quantidade de energia necessária para realizar tarefas digitais. Quando as aplicações são mal otimizadas, exigem mais poder de processamento e memória, obrigando os utilizadores a adquirir novo hardware mais cedo do que o necessário. Este fenómeno, frequentemente descrito como «inchaço do software», leva à obsolescência e ao consumo de recursos. Por outro lado, uma codificação enxuta e eficiente pode prolongar a vida útil dos dispositivos e reduzir a energia necessária para as operações diárias. Ao mesmo tempo, o crescimento exponencial dos dados armazenados — muitos dos quais não são utilizados — aumenta ainda mais a procura por infraestruturas e perpetua o problema do desperdício digital.

Por fim, a quinta camada é composta por práticas humanas e comportamentos culturais. As infraestruturas digitais só existem porque as sociedades exigem acesso constante à comunicação, entretenimento e serviços. Hábitos cotidianos — como assistir a vídeos em ultra-alta definição, manter dispositivos permanentemente conectados ou usar armazenamento em nuvem como opção padrão — criam impactos ambientais significativos que raramente são visíveis para os utilizadores. As expectativas sociais de imediatismo e conveniência reforçam esses comportamentos. Dessa perspectiva, a sustentabilidade da digitalização não é apenas uma questão técnica, mas também cultural. Abordá-la requer conscientização, mudança de comportamento e integração dos princípios de sustentabilidade na educação e na formação profissional.

Em conjunto, essas camadas sistémicas mostram que o mundo digital está incorporado nos sistemas materiais, energéticos e sociais. Qualquer abordagem séria à sustentabilidade digital deve ir além de elementos isolados, como a reciclagem de dispositivos ou a eficiência da rede, e abordar as interdependências que ligam a produção, as infraestruturas, o software e o uso cultural. Essa perspectiva sistémica é o que permite que os formuladores de políticas, empresas e educadores identifiquem onde as intervenções podem ter os efeitos mais transformadores.



CENTROS DE DADOS: ENERGIA, ÁGUA E EMISSÕES

Os centros de dados são a espinha dorsal da economia digital. Eles hospedam os serviços em nuvem que indivíduos e empresas utilizam diariamente, fornecem armazenamento para o crescimento exponencial de dados e fornecem o poder computacional necessário para inteligência artificial, análise de big data e transações de alta frequência. No entanto, por trás desse serviço invisível, existe uma infraestrutura que consome quantidades extraordinárias de energia e água e gera emissões substanciais de carbono.

A **dimensão energética** é a mais amplamente reconhecida. Globalmente, estima-se que os centros de dados consumam entre 220 e 320 terawatts-hora (TWh) de eletricidade por ano, o equivalente a cerca de 1-1,5% da procura global total. Este

valor é comparável ao consumo de eletricidade de um país industrializado de média dimensão. A energia é necessária não só para alimentar milhões de servidores, mas também para manter condições operacionais ideais, incluindo refrigeração, iluminação e segurança. Algumas das maiores instalações de hiperescala consomem tanta eletricidade quanto uma cidade com várias centenas de milhares de habitantes. Embora os avanços em eficiência, como a adoção de contratos de compra de energia renovável e hardware aprimorado, tenham ajudado a estabilizar o crescimento do consumo, a trajetória geral continua ascendente devido ao aumento da procura por



ECOLOGY
THINKGREEN



streaming, serviços em nuvem e aplicações de IA.

A **dimensão da água** has tem recebido menos atenção, mas é igualmente significativa. O arrefecimento é uma função crítica nos centros de dados, uma vez que os servidores geram calor substancial durante o funcionamento. Muitas instalações dependem do arrefecimento por evaporação, que consome milhões de litros de água potável todos os dias. Isto cria tensões crescentes em regiões que já enfrentam escassez de água, onde os centros de dados competem com a agricultura e as comunidades pelos recursos limitados. Novas abordagens, como o arrefecimento por imersão líquida, o uso de água reciclada e a localização em climas mais frios, estão a ser exploradas, mas a escala da demanda global significa que o problema continua grave. Por

exemplo, os clusters de centros de dados em regiões áridas, como o oeste dos Estados Unidos ou partes do sul da Europa, estão a levantar questões sobre a sustentabilidade a longo prazo das decisões de localização.

As emissões de carbono representam a terceira questão crítica. O impacto climático de um centro de dados depende fortemente da matriz energética local. As instalações que operam em regiões dominadas por combustíveis fósseis, como carvão ou gás, têm uma pegada de carbono muito maior do que aquelas alimentadas por energias renováveis. Mesmo onde a integração de energias renováveis é elevada, a procura contínua por um fornecimento estável de eletricidade significa que os combustíveis fósseis muitas vezes continuam a fazer

parte da matriz. Empresas como Google, Microsoft e Amazon comprometeram-se a alcançar operações neutras em carbono ou mesmo negativas em carbono, mas a sua rápida expansão levanta preocupações sobre se os ganhos de eficiência e o abastecimento renovável acompanharão o ritmo do crescimento. A União Europeia estabeleceu uma meta de que todos os centros de dados europeus devem ser neutros em termos climáticos até 2030, tornando isso uma referência central para o setor.

Além dos impactos diretos da energia, água e emissões, há também efeitos sistêmicos mais amplos. A concentração de centros de dados em regiões específicas cria pressões localizadas nas redes de energia e no abastecimento de água. Essas infraestruturas também têm implicações económicas e geopolíticas: os países que podem fornecer energia barata, estável e renovável estão a tornar-se ímãs para o investimento, enquanto outros correm o risco de exclusão deste setor estratégico. Além disso, o calor residual gerado pelos centros de dados representa tanto um desafio como uma oportunidade. Em algumas cidades europeias, esse calor está a ser capturado e utilizado para fornecer aquecimento urbano, mostrando como soluções inovadoras podem mitigar parcialmente os custos ambientais.

Em suma, os centros de dados simbolizam o paradoxo da digitalização: são essenciais para permitir a inovação e os serviços dos quais as sociedades dependem cada vez mais, mas os seus custos ambientais são substanciais e crescentes. Enfrentar este desafio requer uma combinação de inovação tecnológica, normas regulamentares e consciência social. Para os educadores e estudantes do ensino e formação profissionais, compreender o funcionamento e os impactos dos centros de dados é fundamental para se prepararem para um mercado de trabalho em que as práticas digitais sustentáveis se tornarão uma necessidade e uma vantagem competitiva.



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E NOVAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS

A inteligência artificial (IA) é uma das tecnologias mais transformadoras do nosso tempo, remodelando a forma como interagimos com a informação, automatizamos processos e tomamos decisões. O seu impacto ambiental é cada vez mais motivo de preocupação. A rápida expansão da IA, particularmente dos modelos de aprendizagem automática em grande escala, exige vastos recursos computacionais, gerando um consumo sem precedentes de energia e água. Embora a IA tenha o potencial de contribuir para a sustentabilidade através de sistemas energéticos otimizados, estejam investindo em chips especializados projetados para eficiência, o grande crescimento na demanda por modelos de IA usados nas áreas de saúde, finanças, educação e indústrias criativas significa que o consumo total de energia deve continuar aumentando. O paradoxo é evidente: à medida que os modelos se tornam mais poderosos, seu treinamento requer exponencialmente mais energia, mesmo que a eficiência por operação melhore.

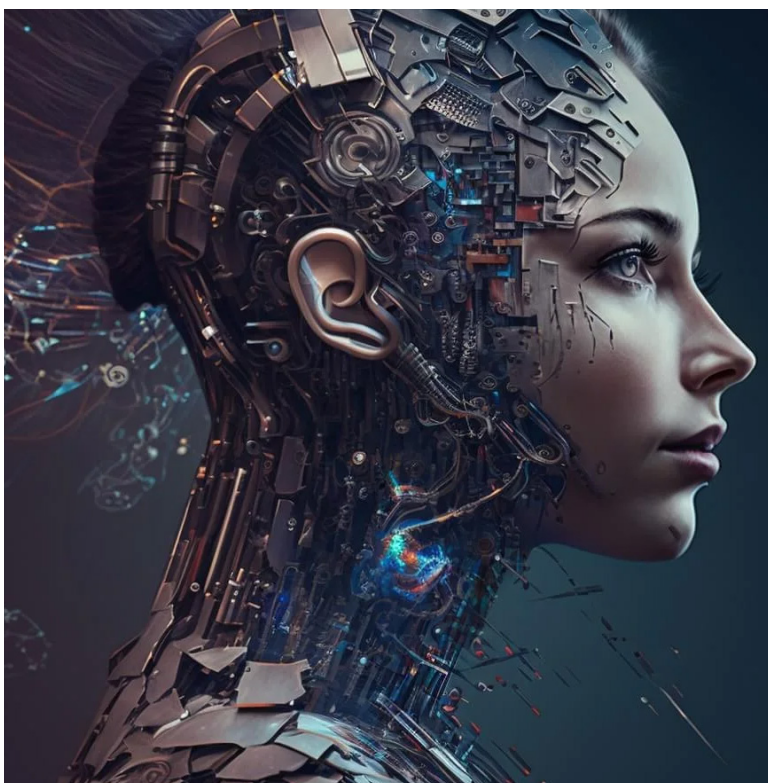
A IA também tem uma **pegada hídrica**, substancial, em grande parte oculta do público. Os centros de dados que hospedam operações de treino e inferência de IA dependem de sistemas de refrigeração que consomem enormes quantidades de água. Pesquisas recentes mostraram que o treinamento de um único modelo de linguagem de última geração pode usar centenas de milhares de litros de água doce para fins de refrigeração. Além disso, a IA não é apenas intensiva em energia na fase de treinamento: uma vez implantada, o processo de inferência, que consiste em aplicar o modelo treinado a tarefas do mundo real, ocorre bilhões de vezes todos os dias em plataformas de nuvem e dispositivos de consumo. Isso significa que os impactos da IA sobre a água e a energia são contínuos, não ocasionais.

Além da energia e da água, a IA levanta **dilemas sistêmicos**, mais amplos em termos de **sustentabilidade**. O efeito rebote é particularmente visível aqui: quanto mais eficiente e acessível a IA se torna, mais amplamente é aplicada. Em vez de reduzir a procura, a eficiência muitas vezes alimenta a expansão para novos setores e serviços. Esse padrão corre o risco de prender as sociedades a um uso cada vez maior de recursos. Considerações éticas agravam essa questão. A alocação de grandes quantidades de eletricidade e água para treinar chatbots, sistemas de recomendação ou geradores de imagens automatizados levanta questões sobre prioridades,

especialmente em um mundo onde o acesso à energia e à água potável continua desigual.

Ao mesmo tempo, a IA oferece oportunidades para a sustentabilidade. Quando aplicada de forma responsável, a aprendizagem automática pode ajudar a otimizar as redes elétricas, reduzir o desperdício alimentar através de logística preditiva e projetar edifícios energeticamente eficientes. A IA também pode acelerar a modelagem climática, melhorando as previsões e o planeamento da resiliência. O desafio não é, portanto, simplesmente limitar o desenvolvimento da IA, mas garantir que ela esteja alinhada com os objetivos ambientais e regulamentada para evitar impactos desproporcionais. Iniciativas como a Lei da IA da União Europeia buscam equilibrar inovação com segurança, transparência e sustentabilidade.

Para o ensino e a formação profissionais (EFP), é essencial compreender a pegada ambiental da IA. Os profissionais do futuro não só utilizarão ferramentas de IA, como também gerirão a sua implementação nos locais de trabalho. Ensinar-lhes a avaliar criticamente as implicações da IA em termos de energia, água e materiais prepara-os para tomar decisões informadas que equilibram a eficiência com a responsabilidade. Este conhecimento é vital para que a Europa possa prosseguir uma transformação digital que apoie, em vez de prejudicar, o Pacto Ecológico Europeu.



RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Os resíduos eletrônicos, ou e-waste, tornaram-se o fluxo de resíduos com o crescimento mais rápido no mundo. Todos os anos, são geradas milhões de toneladas de computadores, telemóveis, televisões e outros dispositivos eletrônicos descartados, e apenas uma pequena parte é devidamente recolhida e reciclada. O restante acaba frequentemente em aterros, é incinerado ou enviado para países com regulamentações ambientais mais fracas. Isto cria não só desafios ambientais, mas também desigualdades sociais e económicas. O Acordo Verde Europeu identifica a gestão do ewaste como uma questão crítica para alcançar uma economia circular, sublinhando a necessidade de prolongar a vida útil dos dispositivos e recuperar materiais valiosos.

As **consequências ambientais** dos resíduos eletrônicos são graves. Os dispositivos contêm substâncias perigosas, como chumbo, mercúrio e retardantes de chama bromados, que podem contaminar o solo e a água. Métodos informais de reciclagem, como queima a céu aberto ou lixiviação ácida, liberam gases tóxicos e poluem os ecossistemas. Ao mesmo tempo, os resíduos eletrônicos representam uma oportunidade perdida: os dispositivos descartados contêm ouro, prata, cobre e metais raros que poderiam ser reintegrados à produção. A falta de reciclagem eficaz resulta em uma dupla perda: degradação ambiental e desperdício de valor econômico.

A **dimensão social** dos resíduos

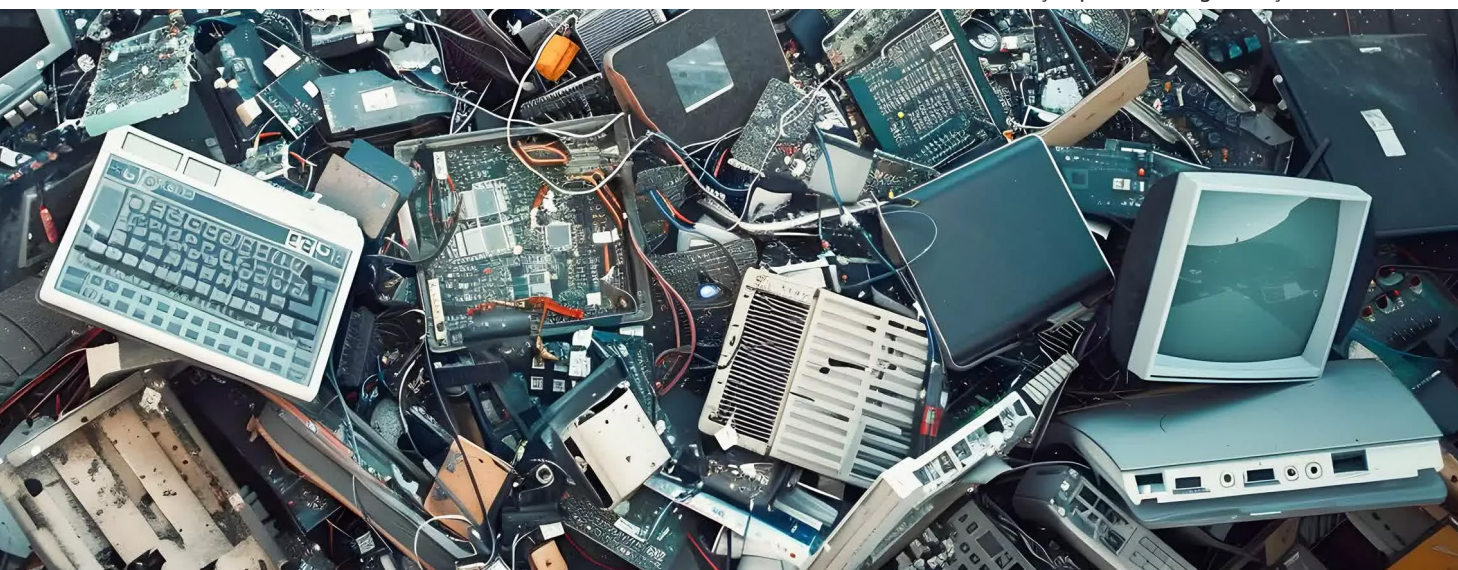
eletrônicos é igualmente premente. Grande parte dos resíduos gerados em países de alta renda é exportada, legal ou ilegalmente, para regiões da África, Ásia e América Latina. Nesses locais, trabalhadores informais, muitas vezes incluindo crianças, desmontam aparelhos sem equipamento de proteção, expondo-se a produtos químicos perigosos e metais pesados. Essas práticas criam sérios riscos à saúde, como doenças respiratórias, danos neurológicos e doenças crônicas de longo prazo. As comunidades que vivem perto de locais informais de resíduos eletrônicos também sofrem com a contaminação das fontes de água e a redução da produtividade agrícola. Assim, os resíduos eletrônicos não são apenas uma questão ambiental, mas também uma questão de justiça global.

A **economia circular** oferece uma estrutura para reverter essa tendência. Em vez do modelo linear «pegar, fabricar, descartar», ela promove estratégias para reduzir, reutilizar, reparar e reciclar. Redução significa evitar o consumo desnecessário, como substituir dispositivos antes do fim da sua vida útil. Reutilização envolve prolongar a vida útil dos dispositivos por meio de mercados de segunda mão e doações. Reparação busca consertar componentes quebrados em vez de descartar dispositivos inteiros. Por fim, a reciclagem permite que materiais valiosos sejam recuperados e reintroduzidos em novos ciclos de produção. Juntas, essas estratégias visam fechar ciclos de materiais, conservar recursos e reduzir o desperdício.

A Europa já tomou medidas para incorporar esses princípios nas políticas. A iniciativa **reduzir, reutilizar, reparar e reciclar**. Redução significa evitar o consumo desnecessário, como substituir dispositivos antes do fim da sua vida útil. Reutilização envolve prolongar a vida útil dos dispositivos por meio de mercados de segunda mão e doações. Reparação busca consertar componentes quebrados em vez de descartar dispositivos inteiros. Por fim, a reciclagem permite que materiais valiosos sejam recuperados e reintroduzidos em novos ciclos de produção. Juntas, essas estratégias visam fechar ciclos de materiais, conservar recursos e reduzir o desperdício.

A Europa já tomou medidas para incorporar esses princípios nas políticas. A iniciativa **Direito à Reparação** obriga os fabricantes a disponibilizar peças sobressalentes por períodos mais longos e a projetar produtos mais fáceis de consertar. As regulamentações de design ecológico incentivam a modularidade e a durabilidade, garantindo que os produtos sejam fabricados para durar. Os esquemas de responsabilidade do produtor impõem às empresas a obrigação de recolher e reciclar dispositivos no final da sua vida útil. Essas medidas refletem uma mudança sistêmica no sentido de tornar a sustentabilidade um padrão, em vez de uma opção.

Do ponto de vista da educação e formação profissional (EFP), os resíduos eletrônicos são particularmente relevantes. Os jovens profissionais em áreas como TI, eletrônica e engenharia precisam de ser formados não só para trabalhar com novas tecnologias, mas também para prolongar a vida útil dos equipamentos existentes e integrar princípios circulares na sua prática. Ao dotar os alunos de conhecimentos e competências para reduzir o desperdício digital e conceber soluções fáceis de reparar, a EFP torna-se um ator central na transformação para uma digitalização sustentável.



RISCOS SOCIAIS E ÉTICOS DA DIGITALIZAÇÃO

A digitalização não é apenas uma questão ambiental, mas também um profundo desafio social e ético. A rápida disseminação das tecnologias digitais transformou o acesso à informação, à comunicação e aos serviços, mas também gerou novos riscos que afetam indivíduos, comunidades e sociedades como um todo. Esses riscos abrangem desde questões de privacidade e segurança até desigualdade e erosão do bem-estar. Compreendê-los é essencial para que a transformação digital esteja alinhada com os princípios da justiça social e dos direitos humanos.

Uma das questões mais urgentes é a **cibersegurança e a privacidade**. Quanto mais dados as sociedades geram e armazenam, maior é o risco de violações, roubo de identidade e vigilância. Grandes quantidades de informações pessoais são recolhidas através das redes sociais, transações online e dispositivos móveis. Quando mal geridos, esses dados tornam-se vulneráveis ao uso indevido por criminosos, empresas ou mesmo governos. As práticas de vigilância em massa levantam preocupações sobre o equilíbrio entre segurança e liberdade, especialmente quando ferramentas digitais são usadas para monitorar populações ou influenciar processos democráticos. Esses riscos demonstram que as infraestruturas digitais não são neutras: elas incorporam relações de poder e escolhas de governança.

A **exclusão digital** é outro desafio importante. Enquanto alguns grupos desfrutam de conectividade constante e dos benefícios das tecnologias avançadas, outros não têm acesso a internet confiável, dispositivos ou alfabetização digital. Essa exclusão reforça as desigualdades existentes com base na renda, geografia, idade e educação. Por exemplo, as comunidades rurais enfrentam frequentemente uma conectividade mais fraca, limitando as oportunidades de educação online e trabalho remoto. Da mesma forma, as populações mais idosas ou indivíduos com menos recursos podem ter dificuldade em adquirir as competências digitais necessárias para participar plenamente na economia e na sociedade. Abordar a exclusão digital não é, portanto, apenas uma questão técnica, mas também uma questão de equidade social e inclusão.

O **impacto no bem-estar** também é cada vez mais evidente. A conectividade constante e as pressões da cultura digital podem levar a

problemas de saúde mental, como stress, ansiedade e fadiga visual. Os algoritmos das redes sociais são projetados para maximizar o envolvimento, muitas vezes incentivando comportamentos viciantes e reforçando a polarização. A dependência das tecnologias digitais reduz a autonomia pessoal, pois os indivíduos se sentem compelidos a permanecer permanentemente online para acompanhar as exigências sociais, educacionais ou profissionais. Esses desafios nos lembram que a transformação digital nem sempre é sinónimo de progresso e pode prejudicar a qualidade de vida se não for cuidadosamente gerenciada.

Uma questão ética particularmente complexa surge com a **inteligência artificial (IA)**. Os algoritmos são treinados em grandes conjuntos de dados que podem conter preconceitos, levando a resultados discriminatórios em áreas como emprego, finanças, policiamento ou acesso a serviços. Dados tendenciosos reproduzem desigualdades sociais, muitas vezes de maneiras sutis e opacas. Por exemplo, sistemas de recrutamento automatizados podem penalizar injustamente candidatos de certas origens, enquanto algoritmos de pontuação de crédito podem discriminar grupos minoritários. A opacidade da tomada de decisões da IA, frequentemente descrita como o «problema da caixa preta», dificulta a responsabilização. Isso levanta questões urgentes sobre transparência, justiça e supervisão humana nos sistemas de IA.

Por fim, a **governança das tecnologias digitais** apresenta um dilema ético global. As empresas de tecnologia costumam operar além das fronteiras, enquanto as regulamentações permanecem em grande parte nacionais ou regionais. Isso cria incompatibilidades entre a escala das atividades digitais e os mecanismos disponíveis para garantir a responsabilidade. Iniciativas como a Lei de IA da União Europeia ou a Lei de Serviços Digitais tentam enfrentar esses desafios estabelecendo padrões de transparência, segurança e uso ético das tecnologias digitais. No entanto, a coordenação global continua limitada, deixando muitos riscos sem solução.

No que diz respeito ao ensino e formação profissionais (EFP), é fundamental abordar os riscos sociais e éticos. Os alunos precisam de estar cientes não só dos aspetos técnicos da digitalização, mas também das suas implicações mais amplas para a privacidade, a equidade e o bem-estar. Incorporar a ética e a responsabilidade na formação em competências digitais garante que os futuros profissionais estejam preparados para tomar decisões que equilibrem a inovação com os valores sociais. Desta forma, o EFP contribui para a construção de uma sociedade digital que não seja apenas eficiente e inovadora, mas também justa e humana.



ALGUMAS ESTRATÉGIAS PARA PRÁTICAS DIGITAIS SUSTENTÁVEIS

O reconhecimento dos custos ambientais, sociais e éticos da digitalização deve ser acompanhado por estratégias concretas para a mudança. As práticas digitais sustentáveis não são um conjunto único de soluções técnicas, mas uma abordagem multifacetada que combina inovação tecnológica, políticas organizacionais, transformação cultural e responsabilidade pessoal. Ao adotar essas estratégias, as sociedades podem alinhar a digitalização com os objetivos do Acordo Verde Europeu e garantir que o progresso tecnológico contribua para a sustentabilidade, em vez de prejudicá-la.

Uma das estratégias mais imediatas é a promoção da **higiene digital**. Isso envolve a manutenção regular dos sistemas digitais: eliminar ficheiros desnecessários, desinstalar aplicações não utilizadas, limpar dados duplicados e rever as práticas de armazenamento. Embora essas ações possam parecer insignificantes, o seu efeito cumulativo é significativo. Milhões de ficheiros não utilizados armazenados em servidores na nuvem traduzem-se num consumo substancial de energia. Incentivar indivíduos, organizações e instituições a adotar uma higiene digital sistemática reduz a carga sobre os centros de dados e ajuda a minimizar o desperdício digital. Para as empresas, incorporar a higiene digital nas políticas de TI também pode melhorar a cibersegurança, limitando a exposição de dados desatualizados ou esquecidos.

Outra estratégia é o desenvolvimento de **sistemas eficientes de armazenamento e gestão de dados**. Isso significa priorizar formatos de ficheiros compactados, aplicar datas de validade aos dados armazenados e usar plataformas colaborativas que evitem duplicações desnecessárias. Por exemplo, em vez de criar várias versões do mesmo ficheiro, plataformas com controlo de versão garantem que exista apenas uma cópia. Em maior escala, as organizações podem implementar políticas de governança de dados que estabeleçam critérios claros sobre quais dados devem ser armazenados, por quanto tempo e em que formato. Essas medidas não apenas reduzem o consumo de energia, mas também otimizam a eficiência organizacional, demonstrando que sustentabilidade e produtividade podem andar de mãos dadas.

A **videoconferência responsável e a comunicação digital** também são essenciais. Durante a pandemia da COVID-19, as reuniões online tornaram-se a norma, mas o seu impacto ambiental é frequentemente ignorado. A transmissão de vídeo em alta definição requer uma largura de banda e energia substanciais, especialmente quando multiplicada por milhões de reuniões diárias. Estratégias como reduzir a resolução do vídeo, desligar as câmaras quando não for estritamente necessário e evitar gravações automáticas podem reduzir drasticamente o consumo de energia sem comprometer a qualidade da comunicação. Incorporar estas práticas nas diretrizes institucionais garante que as escolhas sustentáveis se tornem um comportamento padrão, em vez de complementos opcionais.

Prolongar a vida útil dos dispositivos digitais é um dos pilares das práticas digitais sustentáveis. A reparação e a modernização dos equipamentos adiam a necessidade de nova produção e reduzem o fluxo de resíduos eletrónicos. A renovação e os mercados de segunda mão permitem que os dispositivos sejam utilizados por períodos mais longos, garantindo a maximização dos recursos incorporados. Políticas como a iniciativa Direito à Reparação da União Europeia apoiam esta abordagem, exigindo que os fabricantes disponibilizem peças sobressalentes e concebam produtos que possam ser facilmente reparados. Para as instituições de EFP, o ensino de competências de reparação e manutenção prepara os alunos para se envolverem diretamente nas práticas da economia circular e promove uma cultura de eficiência de recursos.

O **consumo consciente** é igualmente importante. Isso significa avaliar criticamente se novos dispositivos ou serviços são realmente

necessários e resistir à pressão cultural de atualizações constantes. Campanhas como o Dia da Limpeza Digital ilustram como a ação coletiva pode mudar atitudes, lembrando indivíduos e organizações que a sustentabilidade também depende de escolhas comportamentais. No nível organizacional, as políticas de aquisição podem favorecer fornecedores sustentáveis, equipamentos energeticamente eficientes e designs modulares que prolongam a vida útil do produto. No nível pessoal, escolhas simples, como manter um smartphone por mais um ano, podem reduzir a demanda acumulada por matérias-primas e energia.

Por fim, práticas digitais sustentáveis exigem **conscientização, educação e transformação cultural**. Sem uma compreensão generalizada dos impactos materiais da digitalização, as estratégias permanecerão superficiais. Incorporar a sustentabilidade nos programas de literacia digital garante que os alunos, trabalhadores e cidadãos compreendam as consequências das suas escolhas e tenham autonomia para agir de forma responsável. Para o EFP, esta é uma oportunidade para integrar a sustentabilidade nos currículos, garantindo que os futuros profissionais de TI, engenharia e gestão vejam a responsabilidade digital como uma competência essencial. Esta mudança cultural não se resume apenas à redução dos impactos ambientais, mas também ao reforço dos valores de equidade, responsabilidade e resiliência nas sociedades digitais.

Em conjunto, estas estratégias demonstram que a digitalização sustentável é viável, mas apenas se for perseguida de forma holística. Melhorias técnicas, como servidores mais eficientes ou centros de dados alimentados por energias renováveis, são importantes, mas insuficientes por si só. Devem ser combinadas com mudanças comportamentais, quadros regulamentares e transformação cultural. Só integrando estas camadas é que as sociedades podem avançar para um futuro digital que apoie os objetivos do Pacto Ecológico Europeu e da dupla transição.



O PACTO ECOLÓGICO EUROPEU E O ENSINO E FORMAÇÃO PROFISSIONAIS

O Pacto Ecológico Europeu é a estratégia emblemática da União Europeia para alcançar a neutralidade climática até 2050. Estabelece um roteiro para reduzir as emissões, promover práticas de economia circular e proteger a biodiversidade, garantindo ao mesmo tempo que a transição seja socialmente justa e inclusiva. A digitalização desempenha um papel central nesta visão. Por um lado, as ferramentas digitais são essenciais para monitorizar as emissões, gerir as energias renováveis e desenvolver a mobilidade inteligente. Por outro lado, o próprio setor digital gera impactos ambientais e sociais crescentes que não podem ser ignorados. O desafio reside em alinhar a transição digital com os objetivos do Pacto Ecológico, criando o que a UE denomina a dupla transição: ecológica e digital ao mesmo tempo.

A dupla transição reconhece que a digitalização e a sustentabilidade estão profundamente interligadas. Sistemas de dados avançados, inteligência artificial e a Internet das Coisas podem otimizar as redes de energia, reduzir o desperdício e permitir uma utilização mais eficiente dos recursos. No entanto, estas tecnologias também consomem grandes quantidades de energia, água e materiais, contribuindo para as alterações climáticas e o esgotamento dos recursos. Este paradoxo sublinha a necessidade de uma governação cuidadosa: a digitalização deve ser aproveitada como um motor da sustentabilidade, e não como uma fonte adicional de impacto ambiental. O quadro político da UE reflete esta dualidade, com medidas como a exigência de que todos os centros de dados europeus sejam neutros em termos climáticos até 2030, a promoção de normas de ecodesign para dispositivos digitais e a regulamentação do desenvolvimento da inteligência artificial através da Lei da IA.

Outro pilar importante do Acordo Verde é a reciclagem, que é diretamente relevante para o setor digital. Iniciativas como o Direito à Reparação e a responsabilidade alargada do produtor exigem que os fabricantes concebam dispositivos que durem mais tempo, possam ser reparados e sejam mais fáceis de reciclar. Estas políticas não só reduzem o fluxo de resíduos eletrónicos, como também criam novas exigências em termos de competências em todo o mercado de trabalho. Os técnicos capazes de reparar, recondicionar e reciclar equipamentos digitais estarão em alta demanda, tornando isso uma oportunidade para o EFP preparar os

alunos para empregos sustentáveis. Ao incorporar os princípios da economia circular na formação, o ensino profissional torna-se uma ferramenta crítica para implementar os objetivos do Pacto Ecológico na prática.

O Pacto Ecológico também enfatiza a dimensão social da transição, garantindo que nenhuma comunidade ou trabalhador seja deixado para trás. A digitalização tem o potencial de criar novas formas de desigualdade se o acesso a dispositivos, conectividade e competências continuar desigual. As instituições de EFP podem desempenhar um papel transformador, dotando os alunos de diversas origens de competências ecodigitais, reduzindo assim o risco de exclusão. Desta forma, o EFP funciona como uma ponte entre as políticas de alto nível e as realidades locais, traduzindo as ambições do Pacto Ecológico em competências práticas e oportunidades inclusivas.

Para o ensino e a formação profissionais, as implicações do Pacto Ecológico são de grande alcance. Os currículos devem incorporar conhecimentos sobre pegadas digitais, práticas sustentáveis e considerações éticas, garantindo que os alunos não só sejam proficientes em tecnologia, mas também conscientes dos seus impactos. Os professores e formadores precisam de desenvolvimento profissional para integrar a sustentabilidade nos seus métodos de ensino. As parcerias entre prestadores de EFP, empresas e instituições públicas são essenciais para garantir que a formação reflete as necessidades do mundo real. Ao promover estas colaborações, o EFP contribui não só para a empregabilidade dos indivíduos, mas também para a resiliência e sustentabilidade de economias inteiras.

Em conclusão, o Pacto Ecológico Europeu fornece um quadro para repensar a transição digital como parte de um compromisso mais amplo com a neutralidade climática e a justiça social. Ao alinhar a inovação digital com os objetivos de sustentabilidade, a Europa procura liderar uma transformação que seja tecnologicamente avançada e ambientalmente responsável. O ensino e a formação profissionais têm um papel decisivo a desempenhar neste processo: preparar profissionais capazes de conceber, implementar e gerir sistemas digitais sustentáveis e incorporar os valores da responsabilidade e da resiliência na futura força de trabalho. Só através desta integração entre políticas, tecnologia e educação é que a dupla transição se poderá tornar uma realidade.



Atividade 1: O desafio da limpeza de dados

Duração: 60 minutos

Objetivo: Desenvolver competências de higiene digital e reduzir o desperdício digital.

Materiais: Computadores portáteis ou smartphones (para cada aluno), lista de verificação de limpeza preparada pelo professor.

Passos:

1. Introdução (5 min): O facilitador explica o conceito de lixo digital (aplicativos não utilizados, arquivos duplicados, «dark data»).
2. Auditoria pessoal (15 min): Os alunos verificam os seus próprios dispositivos utilizando a lista de verificação. As tarefas incluem:
 - o Elimine aplicações que não utiliza.
 - o Remova fotos e ficheiros duplicados.
 - o Limpe a caixa de entrada do e-mail (cancele a subscrição de newsletters desnecessárias, elimine spam).
 - o Verifique o armazenamento na nuvem em busca de cópias de segurança desatualizadas.
3. Discussão em grupo (15 min): Em pequenos grupos, os alunos calculam quanto espaço libertaram e discutem como essas pequenas mudanças poderiam reduzir as necessidades de energia e armazenamento se fossem multiplicadas por toda a sociedade.
4. Partilha de resultados (15 min): Os grupos apresentam os dados totais limpos (por exemplo, «O nosso grupo eliminou 18 GB no total») e propõem três regras para manter uma boa higiene digital.
5. Relatório (10 min): O facilitador relaciona a atividade com os benefícios ambientais e de segurança mais amplos da redução do lixo digital.

Recursos: Dia da Limpeza Digital - digitalcleanupday.org.

Atividade 2: Dramatização – A vida de um smartphone

Duração: 75 minutos

Objetivo: Explorar os desafios ambientais e sociais no ciclo de vida dos dispositivos eletrónicos.

Materiais: Monitor Global de Resíduos Eletrónicos da ONU; Iniciativa «Direito à Reparação» da UE.

Passos:

1. Introdução (10 min): O facilitador explica que cada smartphone tem um ciclo de vida complexo, envolvendo extração, produção, consumo e descarte.
2. Atribuição de funções (10 min): Cada aluno ou grupo recebe um cartão de função com informações básicas sobre a sua parte interessada.
3. Simulação de mesa redonda (30 min): Os alunos encenam um debate sobre a produção e o descarte de smartphones. Cada papel defende os seus interesses:
 - o Mineiro: condições de trabalho e sobrevivência económica.
 - o Fabricante: lucro e concorrência global.
 - o Designer: inovação e obsolescência.
 - o Consumidor: acessibilidade e desempenho.
 - o Recicladora: falta de instalações e custos.
 - o Formulador de políticas: regulamentação ambiental e social.
4. Negociação (15 min): As partes interessadas são convidadas a chegar a um acordo sobre três soluções conjuntas para reduzir a pegada ecológica dos smartphones.
5. Relatório (10 min): O facilitador destaca as tensões entre as prioridades económicas, sociais e ambientais e relaciona a discussão com a economia circular.

Recursos: Monitor Global de Resíduos Eletrónicos da ONU; Iniciativa «Direito à Reparação» da UE. <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/ewaste>



Atividade 3: Política de TI sustentável para uma escola de EFP

Duração: 60 minutos

Objetivo: Envolver os alunos do ensino profissional na conceção de uma política de sustentabilidade digital realista para a sua própria escola ou centro de formação.

Materiais: Quadros brancos, marcadores, modelo com categorias de políticas (uso de energia, dispositivos, armazenamento, conscientização).

Passos:

1. Introdução (10 min): O professor ou formador do ensino e formação profissionais explica que as instituições, e não apenas os indivíduos, podem adotar práticas digitais sustentáveis.
2. Brainstorming em grupo (20 min): Os grupos recebem um modelo de política dividido em categorias:
 - o Redução do consumo de energia (por exemplo, desligar os dispositivos à noite, videoconferências eficientes).
 - o Gestão de dispositivos (reutilização, reparação, evitar atualizações desnecessárias).
 - o Armazenamento de dados (eliminar cópias de segurança desnecessárias, utilizar plataformas partilhadas).
 - o Sensibilização (formar o pessoal e os alunos sobre higiene digital).
3. Elaboração (20 min): Cada grupo desenvolve 2–3 medidas concretas para cada categoria e as escreve num flipchart.
4. Apresentação (10 min): Os grupos apresentam a sua «Carta de Sustentabilidade Digital Escolar». O professor de EFP destaca ideias viáveis e associa-as ao Pacto Ecológico Europeu e à dupla transição

Recursos:

- Comissão Europeia – Digital Education Action Plan. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/plan>

- Visão geral do Pacto Ecológico Europeu (comunicação da Comissão Europeia). <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/european-green-deal/>



<https://erasmusprojects.pt/edpvet>



<https://www.facebook.com/edpvet>



<https://www.instagram.com/edpvet>



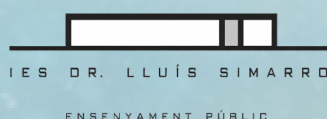
<https://x.com/edpvet>

Erasmus+

EDP-VET

Eco-Digital Pathways for VET

2024-2-ES01-KA210-VET-000280277



The Project **Eco-Digital Pathways for VET** is an Erasmus+ Project - N° **2024-2-ES01-KA210-VET-000280277**. This co-funded by the European Union. The views and opinions expressed in this publication are those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Spanish Service for the Internationalisation of Education (SEPIE). Neither the European Union nor the National Agency SEPIE can be held responsible for them.

Graphic design: Alberto Brochado