



Generation Blockchain Análise & Enquadramento.

Modelo Educacional Blockchain para o ensino de estudantes de economia e gestão

“... A União Europeia tem uma excelente oportunidade de se tornar líder global no campo de DLT [*Distributed Ledger Technology*] e ser um ator credível na formação do seu desenvolvimento e os mercados globalmente, em colaboração com nossos parceiros internacionais.”

Resolução do Parlamento Europeu, 2018



Co-funded by the European Union

Financiado pela União Europeia. Os pontos de vista e as opiniões expressas são as do(s) autor(es) e não refletem necessariamente a posição da União Europeia ou da Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF). Nem a União Europeia nem a ANE+EF podem ser tidos como responsáveis por essas opiniões.



SOBRE O PROJETO

Temos o prazer de anunciar o lançamento de um novo projeto Erasmus + chamado '**Generation Blockchain**', uma colaboração entre a Universidade de Szczecin na Polónia, Frankfurt School Blockchain Center na Alemanha, Momentum Educate+Innovate na Irlanda, Amsterdam University of Applied Sciences na Holanda, Instituto Europeu de E-Learning na Dinamarca e Faculdade de Economia da Universidade do Porto em Portugal.

O nosso objetivo é contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem digital nas Instituições de Ensino Superior (IES) e para o desenvolvimento de competências digitais avançadas nos nossos estudantes para que estejam melhor preparados para contribuir para a transformação digital da sociedade.

Para isso, criaremos um conjunto de recursos de formação que podem ser usados pelos seguintes grupos:

- docentes do Ensino Superior, para desenvolver a sua abordagem pedagógica na implementação da tecnologia Blockchain (BC).
- estudantes de economia e gestão, para conhecerem como a BC funciona e a sua aplicação aos negócios hoje.
- Instituições de Ensino Superior, para adaptarem os materiais disponibilizados conforme necessário para informar, atualizar e reforçar os programas existentes.

Três novos materiais de formação serão entregues pelo projeto:

1. O Generation Blockchain Audit & Framework mostrará a aplicação do ensino da Blockchain na prática nas IES de toda a Europa, destacando áreas onde a BC pode ser facilmente utilizada e delineando uma estrutura sobre como os professores podem melhor incluir nas suas aulas, de uma maneira significativa, o ensino da BC.
2. Os Recursos de Educação Aberta de Aprendizagem Invertida (OERs) são projetados para uso de docentes de economia e gestão das IES em pequenos grupos ou aulas em estilo de seminário; esses recursos capacitarão os docentes na aplicação da Blockchain ao ensino.
3. O Curso Online de Geração Blockchain será um curso de formação multilíngue e interativo no qual os estudantes das áreas de economia e gestão, assim como outros estudantes interessados, poderão aceder à formação em Blockchain diretamente de maneira flexível e autónoma.



TABELA DE CONTEÚDOS

SOBRE O PROJETO	3
TABELA DE CONTEÚDOS.....	4
GLOSSÁRIO DE TERMOS E ACRÓNIMOS.....	5
INTRODUÇÃO	7
I. BLOCKCHAIN. DESAFIOS, TENDÊNCIAS E POTENCIAL DISRUPTIVO.....	9
II. O CONTEXTO LEGAL E REGULAMENTAR DA BLOCKCHAIN NA UNIÃO EUROPEIA	19
III. ESTADO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN EM 2022 E NUM FUTURO PRÓXIMO.....	25
IV. BLOCKCHAIN NA EDUCAÇÃO	32
V. COMO ENSINAR BLOCKCHAIN? PRÁTICAS, CONCEITOS E EXPERIÊNCIAS.....	37
VI. VERIFICAÇÃO ESTATÍSTICA DE HIPÓTESES USANDO O ÍNDICE DE ESTRUTURA.....	43
VII. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO	47
VIII. CARACTERÍSTICAS DOS RESPONDENTES.....	50
IX. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS SELECIONADOS DO ESTUDO	52
X. IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES OCULTAS ENTRE OS FENÓMENOS ESTUDADOS.....	72
XI. MODELO EDUCACIONAL BLOCKCHAIN PARA ESTUDANTES DE ECONOMIA E GESTÃO.....	86
SUMÁRIO	95
APÊNDICE A. LISTA DE PROJETOS BLOCKCHAIN EM CURSO FINANCIADOS PELA UE	98
APÊNDICE B. LISTA COMPLETA DE PROJETOS BLOCKCHAIN FINANCIADOS PELA UE	101
APÊNDICE C. EXEMPLO DE CARTA DE CURSO (ECTS)*	103
APÊNDICE D. QUESTIONÁRIO	104
REFERÊNCIAS	110
LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	121



GLOSSÁRIO DE TERMOS E ACRÓNIMOS

Ant Blockchain – uma plataforma de tecnologia agregadora para soluções baseadas em Blockchain.

Big Data – conjuntos de dados extensos e complexos..

Bitcoin – a primeira criptomoeda introduzida em 2009.

Blockcerts – certificado digital emitido por uma organização e de propriedade de um indivíduo, expresso neste formato e autenticado na Blockchain.

Corda – uma plataforma de código aberto que permite construir redes Blockchain interoperáveis.

Crowdfunding – financiamento social.

DAC (Decentralized Autonomous Corporations) – um tipo de DAO – uma comunidade que opera sob regras codificadas como contratos inteligentes.

DAO (Decentralized Autonomous Organizations) – entidade descentralizada e independente, gerida pela comunidade de acordo com um conjunto de regras aceites, baseadas na Blockchain.

DeFi (Decentralized Finance) – termo coletivo para serviços financeiros descentralizados baseados na Blockchain.

Redes distribuídas – sistema de rede de computação distribuída em que os componentes do programa e os dados estão localizados em vários locais.

DLT (Distributed Ledger Technology) – tecnologia de banco de dados descentralizada que suporta a gravação distribuída de informações criptografadas.

edX – uma plataforma de formação digital.

EEA (Enterprise Ethereum Alliance) – comunidade distribuída na forma de uma organização que promove a tecnologia Enterprise Ethereum e Mainnet Ethereum de código aberto.

Ethereum – moeda digital que também é uma plataforma multifuncional e multisserviço baseada em Blockchain.

GPU (Graphics Processing Unit) – responsável pela renderização digital num sistema computacional.

Halving – um modelo económico para gerenciar múltiplas criptomoedas.

Hashing – uma técnica de implementação de tabelas de hash, garantindo uma pesquisa constante.

Hyperledger – um projeto de código aberto que apoia e melhora as iniciativas Blockchain.

Hyperledger Fabric – uma estrutura modular Blockchain que é o padrão de facto para plataformas corporativas baseadas na tecnologia.

ICO (Initial Coin Offering) – uma forma de crowdfunding para levantar capital inicial para startups e projetos, usando criptomoedas.



ICT (Tecnologias de Informação e Comunicação) – uma família de tecnologias que processam, recolhem e transmitem informações em formato eletrónico.

IoT (Internet of Things) – uma rede de dispositivos que podem se comunicar de forma autónoma e trocar dados.

NFT (Non-Fungible Token) – um valor digital único.

peer-to-peer (P2P) – uma rede de computadores na qual todos os dispositivos são iguais em hierarquia.

Satoshi Nakamoto – um apelido usado pela pessoa/ grupo de pessoas/ instituição que criou a criptomoeda Bitcoin.

Smart contract – um contrato digital protegido e autenticado pela Blockchain.

Space10 – um laboratório de inovação e novas tecnologias criado pela Ikea.

Token – um conjunto de regras codificadas de um contrato inteligente.

Tokenization – um tipo de digitalização de projeto/ negócio/ empresa baseado na Blockchain e envolvendo a atribuição de um valor específico a uma dimensão de token ou criptomoeda.

TracrTM – uma plataforma de agregação dedicada baseada num sistema distribuído.

Quorum – uma plataforma de código aberto para soluções de negócios executadas em Blockchain.

Udemy – uma plataforma de formação digital.

Elaborado baseado em: [1].



INTRODUÇÃO

A utilidade da tecnologia Blockchain, devido às suas inúmeras vantagens na forma de soluções prontas a usar, está a conquistar diversos setores da economia, como finanças, seguros, retalho, indústria, saúde, logística ou administração pública. Todos os relatórios e publicações sobre o assunto concordam com a possibilidade da tecnologia BC aumentar significativamente a eficiência em quase todas as áreas da vida humana e dos processos económicos. Do ponto de vista técnico, a Blockchain é relativamente jovem, mas seu desenvolvimento continua a ganhar aceleração à medida que condições regulatórias favoráveis e políticas de apoio surgiram, além do estímulo económico. Todos os meses, novos aplicativos e projetos estão a ser desenvolvidos que quebram as barreiras de escalabilidade e desempenho, ao mesmo tempo que reduzem surpreendentemente o custo de implantação e operação. A tecnologia Blockchain está em contínua evolução e ainda não exploramos totalmente os limites de suas aplicações. Os mercados estão certamente em fase de pré-consolidação atualmente, mas as primeiras iniciativas de fusão de plataformas privadas com redes públicas já está a surgir. Esses processos não devem ser retidos, mas a ênfase deve ser no estímulo à experimentação e tentativas inovadoras, inclusive na área de integração e migração de sistemas.[2]

O século XXI assistiu ao surgimento de muitas novas ferramentas e soluções da área das TIC mas com aspetos interdisciplinares. Estes podem incluir: Big Data, IoT ou inteligência artificial. No entanto, nenhum deles tem tanto potencial de desenvolvimento no contexto da próxima década quanto a Blockchain.[3][4] As novas tecnologias sempre estiveram na área de interesse de educadores e pedagogos. Isto porque permitiram melhorar o processo educativo, proporcionar novas oportunidades de transmissão de conhecimentos, simplificar e facilitar tarefas organizadas, sendo também uma nova área de conhecimento que pode ser utilizada para familiarizar estudantes ou estudantes.

O principal objetivo deste artigo é apresentar aos leitores as oportunidades trazidas pela implementação da tecnologia Blockchain na área do ensino. Os benefícios podem ser enormes e afetar professores, instituições académicas e de investigação, estudantes e, conseqüentemente, toda a sociedade local. A consideração deste tópico levou à identificação de muitos problemas científicos, tais como: Como ensinar os estudantes de economia e gestão sobre tecnologia de informação avançada? Quanto eles devem saber sobre o aspecto técnico e quanto sobre as implicações e efeitos económicos associados à Blockchain? Esses tópicos devem ser ensinados em cursos ou em



universidades? Quanto tempo deve durar o estudo e o que exatamente está envolvido? Deve haver pré-requisitos e, em caso afirmativo, que tipo de pré-requisitos, etc.?

Para enfrentar o desafio inquestionável de desenvolver um modelo de ensino inovador e esclarecer as muitas incertezas que cercam o assunto, foram realizadas uma investigação quantitativa internacional, pesquisas secundárias, uma análise aprofundada da literatura e uma revisão de boas práticas e experiências. Após análise estatística, os resultados foram apresentados em diversos quadros e gráficos. Métodos analíticos avançados também foram usados. Referências reiteradas foram feitas a implementações reais e exemplos de implementações Blockchain. O contraponto dessas atividades foi o desenvolvimento de uma estratégia para transmitir conhecimentos extensos e tecnicamente difíceis para estudantes não-engenheiros de uma forma que seja acessível, realizável, substantivamente valioso, interessante e um capital de entrada viável no difícil mercado de trabalho.



I. BLOCKCHAIN. DESAFIOS, TENDÊNCIAS E POTENCIAL DISRUPTIVO

A tecnologia Blockchain permanece incipiente com os inovadores continuamente desenvolvendo e descobrindo novas áreas de aplicação. Esse ritmo de inovação está a acelerar, criando desafios para indivíduos, empresas, governos e reguladores entenderem o que está a acontecer e como determinar as respetivas posições: O que é que a Blockchain implica (visão)? Onde é que a Blockchain causará disrupção (casos de uso); Como é que a tecnologia Blockchain será implementada (infraestrutura)?

Escala. Projetar uma tecnologia Blockchain requer considerações de descentralização, segurança e escalabilidade. As Blockchains foram (historicamente) otimizadas para dois destes a custo do terceiro. Isso é conhecido como o trilema blockchain [5]. O Bitcoin, por exemplo, é amplamente considerado como altamente descentralizado e muito seguro, mas possui baixas velocidades de transação, aproximadamente 4,6/segundo, o que limita o dimensionamento. Solana, por outro lado, tem um rendimento teórico de 65.000 transações por segundo, mas teve que comprometer a descentralização para conseguir isso. Um dos desafios duradouros é como dimensionar um Blockchain – ou seja, torná-lo mais rápido – sem comprometer a descentralização ou os princípios de segurança.

Soluções de Nível 1:

- Nível 1 refere-se a protocolos Blockchain nativos como Bitcoin, Litecoin e Ethereum. As soluções neste nível procuram melhorar a velocidade da rede diretamente e são chamadas de dimensionamento 'on-chain'. Exemplos incluem melhorias no protocolo de consenso (por exemplo, passando de *proof-of-work* para *proof-of-stake*) e sharding [6], que divide as transações em conjuntos de dados menores chamados "shards" que são processados pela rede em paralelo.
- Projetos que exploram o potencial do sharding incluem: Ethereum [7], NEAR [8], Polkadot [9] e Zilliqa [10].

Soluções de Nível 2:

- Nível 2 refere-se a um protocolo secundário ou estrutura construída em cima de um Blockchain existente. As soluções de Nível 2 – conhecidas como dimensionamento 'off-chain' – fornecem velocidades de transação muito maiores do que as oferecidas pelas principais redes de criptomoedas, como Bitcoin e Ethereum. Os protocolos de nível 2 processam transações Blockchain independentemente do nível 1 (cadeia principal) usando, por exemplo, canais de estado ou



sidechains. Essas transações fora da cadeia podem ser relatadas posteriormente ou agrupadas antes de serem enviadas à cadeia principal. Dessa forma, o dimensionamento é alcançado no nível 2, enquanto as propriedades de segurança e descentralização do nível 1 ainda são aproveitadas.

- Projetos que oferecem soluções de escalonamento de Nível 2 incluem: o Bitcoin Lightning Network [11] e o Ethereum Plasma [12]. Outras soluções notáveis de escalonamento da Camada 2 são Optimism [13], Immutable-X [14], Polygon [15] e Arbitrum [16].

Interoperabilidade. O rápido desenvolvimento da tecnologia Blockchain resultou num número e variedade crescente de redes onde as diferenças na área de aplicação, modelo de consenso, uso de contrato inteligente e outros recursos resultaram em ativos e dados sendo “bloqueados” em redes específicas. A interoperabilidade refere-se à capacidade de diferentes redes blockchain de interagir, integrar, trocar e alavancar dados entre si, facilitando o fluxo contínuo de tipos únicos de ativos digitais entre os respectivos blockchains das redes sem a necessidade de terceiros.

Parachains:

- Parachains são blockchains personalizadas, específicas de projetos, integradas nas redes Polkadot [9] e Kusama [17]. Parachains são altamente personalizáveis e podem ser adaptadas para qualquer número de casos de uso. Parachains alimentam a blockchain principal, chamado de Relay Chain. Polkadot e Kusama permitem que informações e tokens sejam transferidos neles. Ao contrário do Ethereum, onde aplicativos descentralizados são criados dentro dos limites estabelecidos por seu blockchain, Polkadot e Kusama permitem que os desenvolvedores criem seus próprios blockchains independentes, com parâmetros personalizados, como tempos de bloqueio, taxas de transação, mecanismos de governança e recompensas de mineração.
- Os projetos incluem: Moonriver [18] e Karura [19].

Pontes e trocas atômicas:

- As pontes de cadeia cruzada permitem que um ativo digital de propriedade de uma parte seja bloqueado numa cadeia enquanto um ativo idêntico é “cunhado” (ou seja, criado) em outra cadeia e enviado para um endereço de propriedade do proprietário original. As trocas atômicas, por outro lado, permitem que os usuários troquem tokens de diferentes redes blockchain de maneira descentralizada (ou seja, ponto a ponto). Ambos são habilitados automaticamente usando contratos inteligentes que são fundamentais para facilitar transferências de valor entre cadeias contínuas.



- Os projetos incluem: Avalanche [20], Solana [21], Fantom ([22], Polygon [15] Arbitrum [23] e Optimism que são todos compatíveis com EVM (Ethereum Virtual Machine). Outras soluções não-EVM incluem Cosmos [24] e Polkadot [9].

Consumo de energia. As atividades de extração/ mineração e validação, por exemplo, das redes Bitcoin e Ethereum Blockchain são altamente intensivas em energia. Espera-se que o consumo de energia do Bitcoin sozinho exceda 200 terawatts-hora em 2022 [25]. A maior parte do consumo de energia do Bitcoin está relacionada às atividades de extração usando um modelo de consenso de prova de trabalho altamente ineficiente. Em contraste, o consumo de energia do Bitcoin relacionado à validação de transações é mais modesto.

Ao analisar o consumo de energia do Bitcoin, é importante reconhecer que o consumo não é equivalente às emissões de carbono [25]. O consumo de energia é calculado observando o hashrate (ou seja, o poder computacional total combinado necessário para minerar Bitcoin e validar transações na rede). As emissões de carbono são mais difíceis de determinar, pois as organizações que extraem dados têm relutância em compartilhar detalhes operacionais [26]. Um relatório da CoinShares Research sugere que 73% do consumo de energia do Bitcoin foi neutro em carbono em 2019, em grande parte porque os extratores/mineradores e validadores de Bitcoin podem estar localizados em qualquer lugar do mundo, permitindo que eles estabeleçam operações próximas a fontes renováveis e beneficiem do excesso de oferta que, de outra forma, é desperdiçada, como a energia hidro-elétrica de pico que – na estação chuvosa – excede significativamente a procura local [27].

Fontes de energia:

- A energia coletiva e a pegada de carbono do Blockchain continuam a receber atenção como parte de iniciativas mais amplas de governos de todo o mundo para regular esse espaço emergente. Há uma variedade de cenários para as mineradoras reduzirem o consumo de energia e suas emissões de carbono, incluindo mineração movida a energia solar e eólica, mineração hidro-elétrica, *pool* de mineração e uso de conversão de energia residual de outras indústrias.
- Os projetos incluem: Uma colaboração baseada no Texas entre Blockstream [28], The Block [29] e Tesla [30] usando energia solar e tecnologia de armazenamento de bateria em operações de mineração de criptografia. A Genesis Digital Assets [31] implantará uma instalação de mineração de 100 megawatts na Suécia até 2024, que será 100% alimentada por fontes de energia limpa: 54,5% hidrelétrica, 42,8% nuclear e 2,7% eólica. Argo Blockchain [32] está a criar um *pool* de mineração verde alimentado por fontes de energia renováveis.



Modelo de consenso:

- As duas maiores e mais conhecidas blockchains – Bitcoin e Ethereum (atualmente) usam um protocolo de consenso de prova de trabalho/*proof-of-work* (PoW). PoW é o algoritmo de consenso original pelo qual os mineradores competem uns contra os outros para resolver um quebra-cabeça matemático complexo e o vencedor (ou seja, o primeiro a resolver o quebra-cabeça) pode propor e depois escrever um novo bloco e receber a recompensa correspondente. Enquanto os esforços do minerador vencedor são recompensados, os esforços dos mineradores perdedores não são compensados. PoW é considerado altamente ineficiente e um desperdício de energia. Uma alternativa ao PoW, os protocolos de prova de partilha / *proof of sharing* (PoS) são uma classe de mecanismos de consenso para blockchains que funcionam selecionando validadores de transações em proporção à sua quantidade de participações na criptomoeda associada (por exemplo, em proporção à sua participação). Isso é feito para evitar o custo computacional dos esquemas PoW. O PoS recompensa os mineradores por comportamento honesto e impõe penalidades por mau comportamento na forma de redução de tokens de validação (conhecido como 'slashing').
- Os projetos incluem: As maiores blockchains PoS que já executam algoritmos de consenso PoS em 2021 foram Cardano [33], Avalanche [20], Polkadot [9], Solana [21], Tron [34], EOS [35], Algorand [32] , e Tezos [36]. Após a implementação de várias propostas de melhoria do Ethereum (EIPs) em agosto de 2021 (também conhecido como 'hard fork de Londres'), a rede Ethereum [7] abriu o caminho para sua transição de PoW para PoS prevista para o final de 2022 O PoS na blockchain Ethereum aumentará muito a velocidade das transações e ajudará a aumentar a escalabilidade, abordar as altas taxas de transação do Ethereum e exigir 99% menos energia do que o PoW. Assim que a transição PoS ocorrer, o Ethereum implantará sua 'bomba de dificuldade' com o objetivo de tornar impossível - lucrativamente - que os mineradores permaneçam usando o PoW para realizar a validação no blockchain Ethereum. A bomba de dificuldade do Ethereum aumenta exponencialmente a dificuldade de resolver o quebra-cabeça de hash na rede Ethereum e, assim, atua como um impedimento para os mineradores, que podem procurar continuar com o mecanismo PoW mesmo após a transição do Blockchain para PoS.

Moeda. Muitos projetos de criptomoedas continuam a explorar maneiras de reduzir riscos e fortalecer a participação no ecossistema de criptomoedas mais amplo. Uma solução é construir estabilidade de preços diretamente nos próprios ativos usando *stablecoins* para preencher a lacuna entre moedas fiduciárias como o dólar americano e criptomoedas. *Stablecoins* são ativos



digitais de preço estável que se comportam um pouco como Fiat, mas mantêm a mobilidade e a utilidade da criptomoeda. Existem quatro tipos primários de *stablecoin*, identificáveis por sua estrutura de garantia subjacente:

- Apoiado pela Fiat.
- Apoiado em criptografia.
- Apoiado em *commodities*.
- Algorítmica.

Dado o recente colapso da *stablecoin* algorítmica da Terra em maio de 2022 (UST), os reguladores estão a analisar com maior urgência o mercado de *stablecoin*. Nos EUA, os reguladores propuseram o Stablecoin TRUST Act [37], que procura adotar, regular totalmente e aceitar *stablecoins* como parte oficial do sistema financeiro e bancário.

O crescimento da *stablecoin* continuou a acelerar em 2022, com um valor estimado de US\$ 187 bilhões em março de 2022 [38]. O Tether continua a ser a *stablecoin* dominante por capitalização de mercado, chegando a US\$ 78 bilhões no final de 2021. Espera-se que o crescimento da *stablecoin* cresça parabolicamente até 2025, com uma capitulação de mercado prevista superior a US\$ 1 trilhão.

As *stablecoins* fornecem a indivíduos e empresas, independentemente da localização, acesso ao comércio num meio universal de troca sem serem confrontados com obstáculos financeiros herdados. Isso permite que os indivíduos armazenem a poupança em um ativo estável em vez de uma moeda local que sofre desvalorização pela inflação. No entanto, os reguladores continuam preocupados com as circunstâncias em que as *stablecoins* e outras criptomoedas são usadas para evitar sanções governamentais e outros controles.

Muitos bancos centrais estão a ampliar rapidamente seus esforços de investigação e desenvolvimento em moedas digitais do banco central (*central bank digital currencies* - CBDCs) [39]. Em março de 2022, o Atlantic Council [40] estima que 87 países estão a considerar a emissão de uma CBDC. O Atlantic Council Digital Currency Tracker monitora continuamente os projetos nacionais que exploram a implantação da CBDC [41]. Em essência, os CBDCs são tokens digitais, semelhantes às criptomoedas, emitidos por um banco central e atrelados ao valor da moeda fiduciária desse país.

Os CBDCs têm o potencial de oferecer uma infraestrutura pública alternativa de pagamento digital caracterizada por taxas mais baixas, transações e liquidações mais rápidas e fluxos globais simplificados de moedas e mercados de câmbio. Além disso, os CBDCs podem impulsionar uma expansão do foco



da inclusão financeira onde o acesso a serviços financeiros é fornecido, geralmente por meio de um smartphone, para aqueles sem conta bancária.

Os sistemas monetários comunitários ou complementares distribuem-se por todo o mundo [42], permitindo que cidades, vilas e bairros testem suas próprias políticas económicas com base no acordo e envolvimento das partes interessadas locais participantes. O advento do blockchain facilita uma versão digital de uma moeda comunitária de maneira económica, escalável e gerível.

Projetos como o MiamiCoin [43] demonstram como os tokens comunitários podem ser implantados para arrecadar fundos sem a necessidade de aumentar impostos ou assumir dívidas. Outros exemplos são possibilitados por organizações como a organização Grassroots Economics [44] que “– está a construir e apoiar sistemas que capacitam as comunidades a criar digitalmente seus próprios sistemas financeiros baseados em bens e serviços locais de mercados regionais que são construídos a partir do zero.”

Banca. O interesse institucional em criptomoedas está a acelerar desde 2018 [45]. Os gestores de ativos viram o interesse e a pressão dos clientes para fornecer exposição a essa nova classe de ativos. A Chainalysis [46] estima que os investidores institucionais com pelo menos US\$ 10 milhões em ativos representaram aproximadamente 45% do volume de negociação de criptomoedas no final do segundo trimestre de 2021, um aumento anual de 37%.

A aprovação do primeiro ETF de bitcoin em outubro de 2021 [47] é indicativa do crescente apetite por participação institucional nos mercados de criptomoedas. Isso abriu o caminho para um apoio regulatório adicional e espera-se que o ritmo de aprovações de novos produtos de criptografia inovadores aumente. Em junho de 2022, a SEC aprovou seis ETFs de bitcoin e há mais doze a aguardar uma decisão. Prevê-se que as aprovações regulatórias abram as portas para uma vasta gama de fundos que atualmente estão impedidos de exposição à criptomoeda.

De acordo com a Forbes, “os bancos de criptomoedas estão a provisionar contas com juros, depósitos a prazo, cartões de crédito, empréstimos garantidos por depósitos de criptoativos e outros serviços semelhantes às ofertas de produtos dos bancos tradicionais, embora ofereçam taxas de juros/rendimentos muito mais altos [45].” Fornecedores recentes de serviços bancários criptográficos incluem Revolut [48], Monzo [49], Nuri [50], Coinbase [51] e BankProv [52].

Os bancos de criptomoedas continuarão a oferecer uma alternativa atraente e de alto risco para capital em busca de rendimento no clima atual e persistente de rendimentos globais ultrabaixos. Empréstimos algorítmicos baseados em contratos inteligentes, poupança, *staking*, *yield farming*,



empréstimos flash e pools de liquidez continuarão a impulsionar a inovação de serviços e produtos. À medida que o interesse corporativo e de retalho por esses novos produtos se intensifica, também aumentam os esforços dos governos em busca de transparência, controle e supervisão regulatória.

DeFi é uma tecnologia financeira emergente baseada em livros distribuídos seguros, semelhantes aos usados por criptomoedas, em que contratos inteligentes (execução condicional e automatizada de transações) removem ou limitam o controle que bancos e instituições têm sobre dinheiro, produtos financeiros e serviços financeiros [53].

O DeFi continuará a ameaçar e atrapalhar o setor de serviços financeiros estabelecido. O valor total bloqueado do DeFi (TVL) aumentou de US\$ 601 milhões no início de 2020 para US\$ 239 bilhões previstos em 2022. O DeFi institucional é relativamente pouco desenvolvido quando comparado com outras partes da infraestrutura de ativos digitais, criando oportunidades para inovadores e pioneiros capturarem quota de mercado significativa no espaço em rápido crescimento [54].

Tipo de ativos emergentes. NFTs são uma evolução das criptomoedas que permitem representações digitais de ativos físicos usando o padrão ERC721 para representar a propriedade de tokens não fungíveis na blockchain Ethereum. O ERC721 é um padrão mais complexo que o ERC20, com várias extensões opcionais que facilitam a prova de exclusividade ou escassez, prova de proveniência e autoria e prova de propriedade. As áreas de aplicação para NFTs incluem imóveis, mídia criativa [55], passaportes (micro) credenciais acadêmicas, cartões de crédito, jogos [56] e garantias. Os primeiros NFTs notáveis incluem uma versão tokenizada do primeiro tweet do CEO do Twitter, Jack Dorsey, que foi vendido por US\$ 2,9 milhões em 2021, e uma arte digital de Beeple, que foi vendida por US\$ 69 milhões em 2021.

O mercado global de NFT é projetado atingir US\$ 7,63 bilhões até 2028, de US\$ 1,59 bilhão em 2021, uma taxa de crescimento anual composta de 22,05% durante 2022-2028 [57]. Os casos de uso continuarão a desenvolver-se com (mais) aplicativos em jogos e títulos de ativos no jogo, propriedade de fãs e plataformas colecionáveis (por exemplo, NBA Top Shot [58]), bem como no emergente Metaverse.

Synths são derivativos de criptomoeda baseados em Blockchain que agem e parecem derivativos tradicionais. No entanto, em vez de usar contratos para vincular o derivativo a um ativo subjacente (o produto derivativo), os Synths tokenizam o relacionamento. Isso significa que os ativos sintéticos podem oferecer exposição a qualquer ativo no mundo – tudo dentro do ecossistema criptográfico [59].

A dimensão do mercado global de derivativos está projetada atingir US\$ 3,9 bilhões até 2027, de US\$ 2,2 bilhões em 2020, uma taxa de crescimento anual



composta de 8,6% durante 2021-2027 [60]. Os derivativos de criptomoedas – Synth – continuarão a aumentar sua participação no mercado global de derivativos. No entanto, operadores históricos como o CME Group, que entraram nos mercados futuros de criptomoedas em 2017, continuam a pressionar a SEC na tentativa de impedir que novos (mais) participantes, como FTX (ftx.com) sejam autorizados a oferecer produtos derivativos de margem para clientes de retalho [61].

Metaverse. Metaverse refere-se a experiências digitais integradas, interativas e imersivas possibilitadas por desenvolvimentos em realidade virtual e aumentada. Na Metaverse, os usuários normalmente assumem uma identidade digital (implantando um avatar), que atua como um proxy para permitir que eles se envolvam em jogos, compras, socialização, emprego, aprendizado e outras atividades. O termo 'Metaverse', cunhado pela primeira vez em 1993 no romance Snow Crash por Neil Stephenson [62], pode ser melhor entendido através de seus atributos centrais, resumidos pelo capitalista de risco e visionário do Metaverse Matthew Ball [63]:

- Ser persistente – ou seja, nunca “reinicia” ou “pausa” ou “termina”, apenas continua indefinidamente.
- Ser síncrono e vivo – mesmo que eventos pré-agendados e independentes aconteçam, assim como na “vida real”, a Metaverse será uma experiência viva que existe consistentemente para todos e em tempo real.
- Não ter limite de usuários simultâneos, ao mesmo tempo em que fornece a cada usuário uma sensação individual de “presença” – todos podem fazer parte da Metaverse e participar de um evento/ lugar/ atividade específico juntos, ao mesmo tempo e com agência.
- Ser uma economia em pleno funcionamento – indivíduos e empresas poderão criar, possuir, investir, vender e ser recompensados por uma gama incrivelmente ampla de “trabalho” que produz “valor” reconhecido por outros.
- Ser uma experiência que abrange os mundos digital e físico, redes/ experiências públicas e privadas e plataformas abertas e fechadas.
- Oferece interoperabilidade sem precedentes de dados, itens/ ativos digitais, conteúdo e assim por diante em cada uma dessas experiências.
- Ser preenchido por “conteúdo” e “experiências” criados e operados por uma ampla gama de colaboradores, alguns dos quais são indivíduos independentes, enquanto outros podem ser grupos organizados informalmente ou empresas com foco comercial.

A Metaverse não é apenas uma experiência única, mas sim um *continuum* de experiências imersivas conduzidas por empresas inovadoras neste espaço que incluem Roblox [64], Decentraland [65], The Sandbox [66], Second Life [67], Mesh [68], Nvidia Corp [69], Quinzena [70] e Cryptovoxels [71]. Embora se



espere que as criptomoedas e tokenomics formem uma base para o meta-comércio, muitos dos *players* existentes desenvolveram suas próprias moedas no mundo para esses fins (o Second Life, por exemplo, usa o dólar Linden).

O que a Metaverse eventualmente se venha a tornar permanece especulativo, apesar do exagero. A ampla implementação da Metaverse ainda pode demorar meses ou anos e dependerá em parte das velocidades da rede, do acesso para uma ampla base de usuários e da qualidade da 'realidade' oferecida. No entanto, as expectativas em torno da Metaverse já levaram as organizações a investir na criação de infraestrutura de hardware e software para facilitá-lo ou adaptar seus produtos e serviços para rodar nele. Um dos exemplos mais conhecidos é a Meta Platforms, anteriormente conhecida como Facebook, que investirá bilhões na Metaverse nos próximos 5 anos e comprometeu-se a criar 10.000 empregos de elevada qualificação na UE para realizar sua visão Metaverse [62].

Web 3.0 representa a próxima fase da evolução da web/ internet anunciando uma versão da internet baseada em Blockchains públicos [63]. A natureza descentralizada da Web 3.0 permite que os consumidores que acessam à internet por meio de serviços mediados por empresas como Google, Apple ou Facebook, criem, possuam e governem de forma independente seções da internet. Nesse paradigma, as autoridades centrais não conseguem determinar quem tem acesso a serviços específicos, nem é necessária a "confiança" (via intermediários) para que as transações ocorram entre uma ou mais partes de maneira que a execução e a integridade da transação sejam garantidas.

O princípio central da Web 3.0 diz respeito à cessão de poder centralizado e propriedade de ativos por empresas (principalmente de tecnologia) para comunidades e indivíduos descentralizados em todo o mundo. Uma implicação desse desenvolvimento é que a censura governamental e corporativa será reduzida, assim como a eficácia dos ataques de negação ou serviço. Ambas as tecnologias da Web 3.0 e Metaverse suportam uma à outra. Enquanto Metaverso é um espaço digital e a Web 3.0 favorece uma web descentralizada, esta última poderia servir de base para a conectividade na Metaverso. Por outro lado, a economia criadora na Metaverso pode complementar a visão da Web 3.0 desenvolvendo um mundo financeiro totalmente novo com a implementação de soluções descentralizadas [177].

Organizações Autónomas Descentralizadas (Decentralized Autonomous Organizations) (DAOs) and Governança. DAO é uma organização digital operada por uma comunidade de partes interessadas cujos interesses são alinhados usando tokens, mecanismos económicos e teoria dos jogos aplicada. Uma DAO é regida por regras codificadas (e consagradas) em



contratos inteligentes executados na blockchain Ethereum. Como tal, uma DAO tem a capacidade de funcionar de forma autónoma, sem a necessidade de uma autoridade central [64]. Em essência, as DAOs fornecem uma arquitetura para colaboração aberta e governança automatizada. Essa arquitetura permite que indivíduos e instituições colaborem sem precisar de se conhecer ou confiar uns nos outros e, como as transações são registradas no blockchain, a operação das DAOs é totalmente transparente. Os primeiros exemplos de DAOs incluem PleaserDOA [65], BitDAO [66] e LexDAO, com sede na metaverse Cryptovoxels [67].

As DAOs permanecem experimentais. Organizações não hierárquicas sem jurisdições legais, ou pelo menos fluidas, criam desafios para os reguladores que já se esforçam para entender e controlar um espaço de blockchain em movimento rápido. Apesar da falta de clareza regulatória, espera-se que as DAOs interrompam as estruturas tradicionais de negócios [68] à medida que reinventam a governança, a participação, a recompensa e o envolvimento das partes interessadas.

A velocidade de evolução imprevisível e hiper-rápida do espaço blockchain torna as previsões de longo prazo difíceis de determinar com um alto grau de certeza. Muitas das tendências identificadas sobrepõem-se e impulsionam, ou cruzam-se, com outras tendências. Este capítulo focou os principais desafios que a blockchain precisa abordar, enquanto analisa algumas das tendências emergentes junto com o seu potencial disruptivo num ecossistema dinâmico, vibrante e volátil.



II. O CONTEXTO LEGAL E REGULAMENTAR DA BLOCKCHAIN NA UNIÃO EUROPEIA

O whitepaper de 2008 'A Peer-to-Peer Electronic Cash System', de autoria sob pseudónimo de Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008), descreveu uma arquitetura de pagamentos descentralizada através da qual transações peer-to-peer são executadas, com sua integridade garantida, sem a necessidade de supervisão. A blockchain Bitcoin – cuja primeira transação ocorreu em janeiro de 2009 – é o exemplo mais conhecido.

Embora os princípios de Blockchain tenham sido inicialmente desenvolvidos com transações financeiras em mente, os casos de uso de Blockchain cresceram exponencialmente com utilidade e aplicação em muitos setores, como saúde (Blockchain Applications in the Healthcare Sector, 2022) e segurança alimentar (Blockchain Food Safety Management, s.d.).

A Blockchain é considerada por muitas das principais instituições políticas, sociais e financeiras do mundo como uma tecnologia disruptiva. A OCDE, as Nações Unidas, o Banco Mundial, o Fórum Económico Mundial, a Organização Internacional do Trabalho e a União Europeia (entre outras instituições), bem como a maioria dos estados-nação, estão a desenvolver estratégias, políticas e estruturas regulatórias destinadas a entender e envolver-se com esse paradigma em rápida evolução.

A estratégia Blockchain da União Europeia. A União Europeia (UE) tem a ambição de se tornar líder e inovador na tecnologia Blockchain. Ao concretizar esta ambição, a UE procura atrair as principais plataformas, aplicações e empresas (Shaping Europe's Digital Future, s.d.) para estabelecerem-se no grupo de 27 estados membros.

A estratégia da Comissão Europeia adotou um “padrão ouro” para a tecnologia Blockchain projetada para facilitar a ambição da UE e que incorpora valores e ideais europeus em sua estrutura legal e regulatória emergente. No que diz respeito ao DLT, os aspectos deste 'padrão ouro' abrangem o alinhamento com os regulamentos de privacidade e proteção de dados da Europa, respeito e aprimoramento da estrutura de identidade digital (auto soberana) da Europa, altos níveis de segurança cibernética e a interoperabilidade de plataformas e soluções em DLT e sistemas legados.

A Comissão Europeia apoia Blockchain em políticas, financiamento e desenvolvimentos legais e regulatórios. Os principais elementos da estratégia de Blockchain da Comissão incluem:

- Construir uma Blockchain de serviços públicos pan-europeu: O setor público europeu está a construir a sua própria infraestrutura de



Blockchain. Essa infraestrutura será interoperável com plataformas do setor privado.

- Promover a segurança jurídica: A Comissão está a desenvolver um quadro jurídico para aplicações baseadas em Blockchain, incluindo tokenização e contratos inteligentes, para proteger consumidores e empresas. A Comissão apoia firmemente um quadro pan-europeu para evitar a fragmentação jurídica e regulamentar.
- Aumentar o financiamento para investigação e inovação: A UE fornece financiamento para investigação e inovação em Blockchain por meio de subsídios e apoios a investimentos em startups e projetos de IA e Blockchain.
- Promover a Blockchain para a sustentabilidade: A UE apoia o potencial da Blockchain na promoção do desenvolvimento económico sustentável, no combate às alterações climáticas e no apoio ao European Green New Deal.
- Apoiar os padrões de interoperabilidade: A Comissão acredita firmemente na importância dos padrões na promoção da tecnologia Blockchain. Está envolvida no trabalho da ISO TC 307, ETSI ISG PDL, CEN-CENELEC JTC19 e IEEE e na ITU-T no que diz respeito à Blockchain. Adicionalmente, a Comissão procura envolver-se com entidades globalmente relevantes como a International Association of Trusted Blockchain Applications (INATBA).
- Apoiar o desenvolvimento de competências em Blockchain: Iniciativas focadas no desenvolvimento de competências relevantes incluem o Programa Europa Digital e o CHAISE.
- Interação com a comunidade: A Comissão interage com o setor privado, a academia e a comunidade Blockchain principalmente através do INATBA e do European Blockchain Observatory and Forum (um projeto-piloto financiado pelo Parlamento Europeu).

A Tabela 1 a seguir resume várias iniciativas a nível da UE destinadas a promover (in)diretamente as ambições Blockchain da UE.

Tabela 1. As iniciativas Blockchain da UE

INICIATIVA	DESCRIÇÃO
The Digital Europe Programme	O Programa Europa Digital (com um orçamento de 580 milhões de euros para competências digitais ao longo de 7 anos) fornece financiamento estratégico para enfrentar os principais desafios que incluem supercomputação, inteligência artificial, cibersegurança, competências digitais avançadas e garantir uma ampla utilização de tecnologias digitais em toda a economia e sociedade.
CHAISE	A iniciativa Sector Skills Alliance é financiada pelo programa Erasmus+ com o objetivo de desenvolver uma abordagem estratégica no desenvolvimento de competências em Blockchain para a Europa, bem como fornecer soluções de



INICIATIVA	DESCRIÇÃO
	<p>formação à prova de futuro, combater a escassez de competências em Blockchain e responder às necessidades de competências atuais e futuras em Blockchain da força de trabalho europeia.</p>
European Blockchain Partnership (EBP)	<p>A EBP é uma iniciativa para desenvolver uma estratégia da UE em Blockchain e construir uma infraestrutura Blockchain para serviços públicos. Ao usar a própria blockchain, os formuladores de políticas europeus obtêm conhecimento em primeira mão de como a tecnologia funciona. A EBP serve como um <i>sandbox</i> tecnológico e regulatório voltado para uma regulamentação mais informada na frente tecnológica e de casos de uso.</p>
European Blockchain Services Infrastructure (EBSI)	<p>A EBSI consiste em uma rede <i>peer-to-peer</i> de nós interconectados executando uma infraestrutura de serviços baseada em Blockchain compreendendo camadas distintas: uma camada base contendo a infraestrutura básica, conectividade, Blockchain e armazenamento necessário; uma camada de serviços centrais que permitirá todos os casos de uso e aplicativos baseados em EBSI; camadas adicionais dedicadas a casos de uso e aplicativos específicos.</p> <p>O conjunto inicial de casos de uso da EBSI inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autenticação: trilhas de auditoria digital confiáveis, verificações de conformidade automatizadas em processos urgentes e integridade de dados comprovada. • Diplomas: devolvendo o controle aos cidadãos ao gerir as suas credenciais educacionais, reduzindo significativamente os custos de verificação e melhorando a confiança na autenticidade. • Identidade digital europeia: Implementação de um recurso genérico de identidade digital, permitindo que os usuários criem e controlem sua própria identidade além-fronteiras sem depender de autoridades centralizadas e permitindo a conformidade com a estrutura regulatória eIDAS. • Compartilhamento confiável de dados: Compartilhamento seguro de dados entre autoridades na UE, começando com os números de identificação de IVA da IOSS e balcões únicos de importação entre autoridades alfandegárias e fiscais.
EU Blockchain Observatory and Forum	<p>O Observatório e Fórum de Blockchain da UE é uma comunidade para discutir e destacar os principais desenvolvimentos da tecnologia Blockchain.</p> <p>Os principais objetivos incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapear as principais iniciativas na Europa e além. • Monitorizar desenvolvimentos, tendências e abordar questões emergentes. • Servir como um <i>hub</i> de conhecimento global em Blockchain.

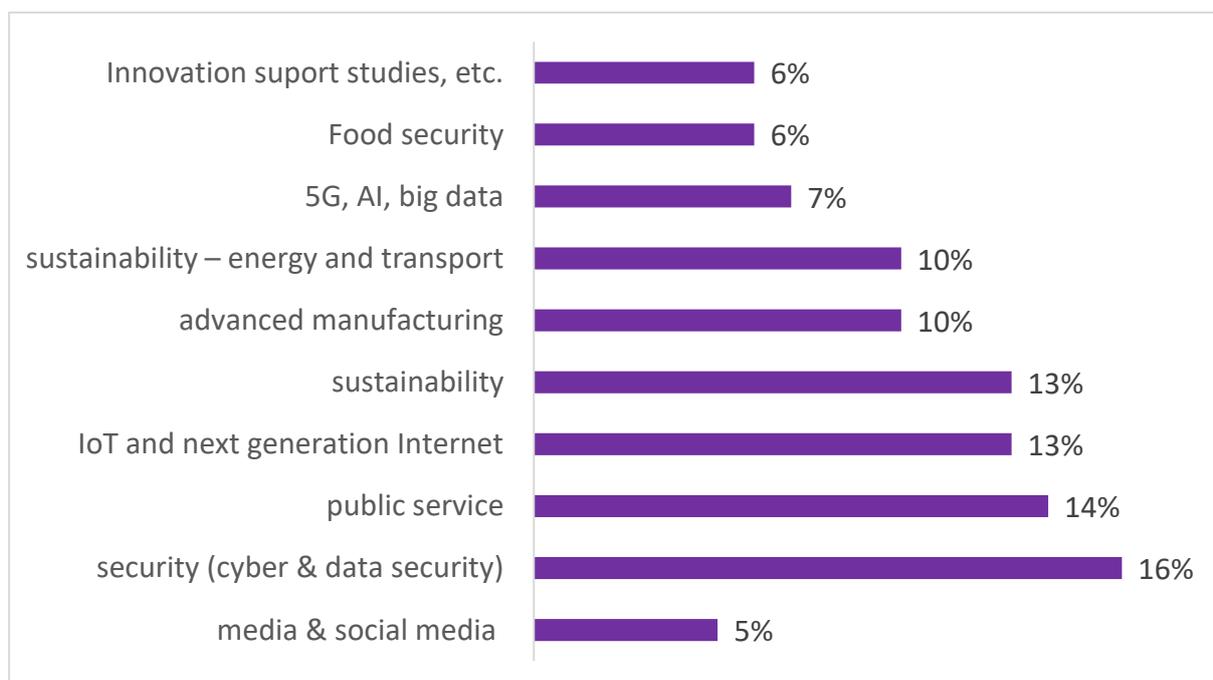


INICIATIVA	DESCRIÇÃO
	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um fórum atraente e transparente para compartilhar informações e opiniões de especialistas. • Promover os atores europeus enquanto promove o envolvimento com a comunidade global de Blockchain. • Representar uma importante oportunidade de comunicação para a Europa expor a sua visão e ambição na cena internacional. • Inspirar ações comuns com base em casos de uso específicos. • Fazer recomendações sobre o papel que a UE pode desempenhar na aceleração da inovação e adoção de Blockchain.
MiCA Regulation	O Regulamento de Mercados de Criptoativos (MiCA) da UE, introduzido em 2020, fornece uma estrutura legal sólida para o desenvolvimento de mercados de criptoativos na UE. Visa proteger consumidores e investidores e prevenir a lavagem de dinheiro e o financiamento do terrorismo.
Connecting Europe Facility — CEF Digital	A parte digital do Mecanismo Ligar a Europa (CEF Digital) apoiará e catalisará investimentos públicos e privados em infraestruturas de conectividade digital entre 2021 e 2027.

Fontes: [72, 73, 74, 75, 76, 77, 78].

Nos últimos anos, a Comissão Europeia apoiou e financiou ativamente uma série de projetos relacionados com a Blockchain em vários setores. A alocação de fundos até fevereiro de 2022 totalizou 347 milhões de euros alocados conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1. O financiamento da UE para a Blockchain (€ 347 milhões) por setor até fevereiro 2022



Fonte: [79].



A UE financiou uma infinidade de projetos de investigação e inovação nos quais a DLT contribui para soluções de confiança, sociais, técnicas e infraestruturais. O orçamento de 80 mil milhões de euros do programa Horizonte 2020 [80] foi um dos principais contribuintes para este financiamento. O Horizonte 2020 foi sucedido pelo Horizonte Europa [81, 82] com um orçamento de 96 mil milhões de euros para o período 2021-2027.

Em 2019, o Fundo Europeu de Investimento (FEI) [83] lançou um esquema para aumentar o financiamento para start-ups europeias usando inteligência artificial e tecnologia Blockchain. O esquema foi muito bem-sucedido e forneceu mais de 700 milhões de euros em 2020 para serem investidos como fundos de capital de risco em start-ups europeias. O apoio ao capital de risco para tecnologia profunda, incluindo Blockchain, continuará durante o período 2021-2027, adicionalmente apoiado pelo programa InvestEU [84].

Resolução do Parlamento Europeu de 3 de outubro de 2018 sobre distributed ledger technologies (DLT) e blockchains: construir confiança com desintermediação



“O Parlamento Europeu,

- destaca o potencial das DLT para verificação de qualificações académicas, certificação educacional criptografada (por exemplo, 'blockcerts') e mecanismos de transferência de crédito;
- salienta que a falta de conhecimento sobre o potencial das DLT desencoraja os cidadãos europeus a utilizar soluções inovadoras para as suas empresas;
- destaca a necessidade de estabelecer entidades sem fins lucrativos, por exemplo centros de investigação, que seriam centros de inovação especializados em tecnologia DLT para desempenhar funções educativas sobre a tecnologia nos Estados-Membros;
- insta a Comissão a explorar a possibilidade de criar uma rede à escala da UE, altamente escalável e interoperável, que utilize os recursos tecnológicos das instituições de ensino da União, com vista à adoção desta tecnologia para a partilha de dados e informações, contribuindo assim ao reconhecimento mais efectivo das qualificações académicas e profissionais; encoraja também os Estados-Membros a adaptarem os currículos especializados a nível universitário para incluir o estudo de tecnologias emergentes como a DLT;
- reconhece que para que a DLT seja confiável, a consciencialização e a compreensão da tecnologia precisam ser aprimoradas; insta os Estados-Membros a abordarem esta questão através da formação e educação direcionadas.”[85].



Para além dos projetos de Blockchain financiados pela UE, a Comissão gere projetos-piloto do Parlamento da UE, como o Observatório e Fórum Europeu de Blockchain (veja acima) e estabeleceu prémios na UE, como o prémio Blockchain for Social Good [86].

Outros projetos e relatórios incluem: Blockchain4EU [87], Blockchain para governo digital [88], Blockchain Now and Tomorrow [23] e DLTs for Social and Public Good [89] (uma visão geral dos projetos de Blockchain financiados pela UE em curso é fornecida no Apêndice A; uma visão geral dos projetos Blockchain financiados pela UE é fornecida no Apêndice B).

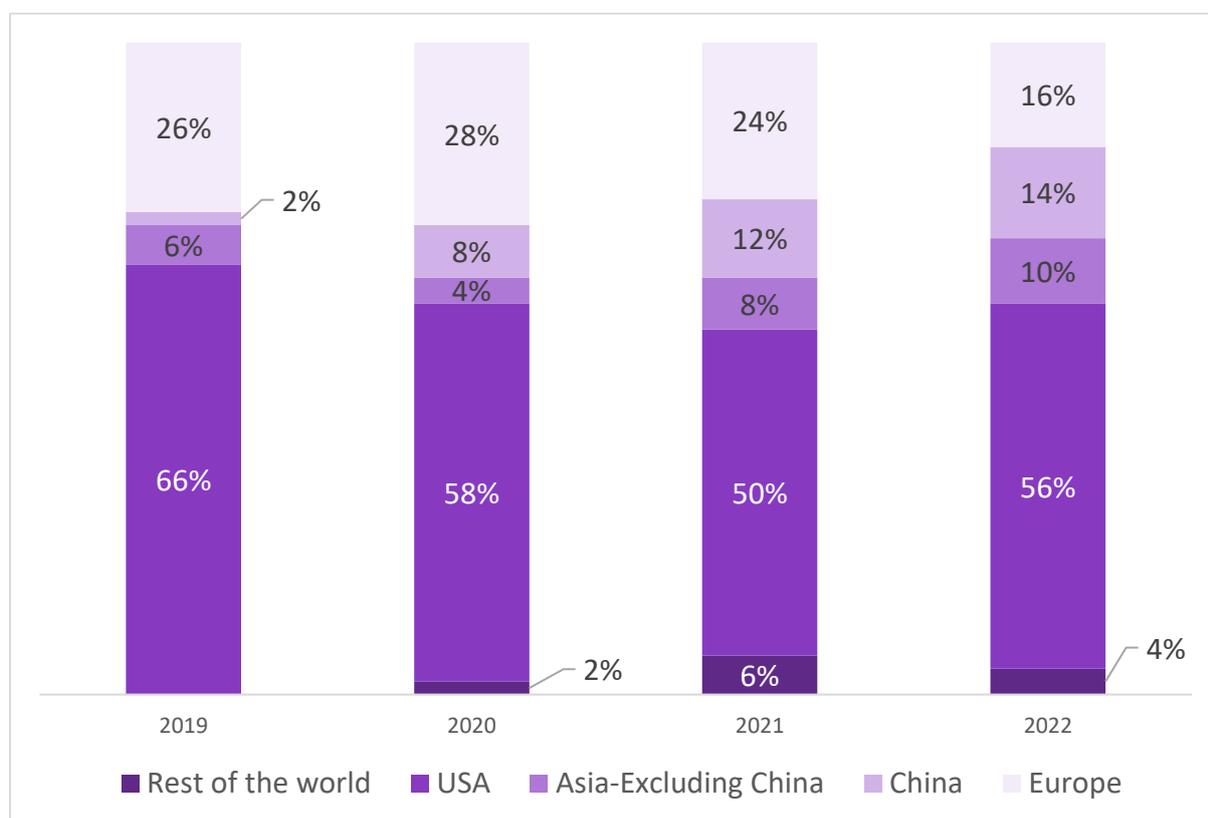
A ambição da UE de se tornar líder e inovadora na tecnologia Blockchain exige o estabelecimento de uma infraestrutura do setor público, o apoio a padrões de interoperabilidade, a promoção da segurança jurídica, o financiamento de investigação, a garantia de que as competências relevantes estejam disponíveis e que o desenvolvimento económico permaneça alinhado com a agenda de sustentabilidade da UE. Para facilitar esta ambição, a UE envolve-se numa série de iniciativas a vários níveis, desde projetos e pilotos estratégicos financiados pela UE até ao financiamento de projetos específicos de escala mais limitada.



III. ESTADO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN EM 2022 E NUM FUTURO PRÓXIMO

Com base em uma análise de dados recolhidos entre 2018 e 2022 a partir de envios de empresas para o Forbes Blockchain 50, pode-se concluir que a maior dinâmica do trabalho Blockchain está a ocorrer atualmente na Ásia. Na China, por exemplo, já em 2019, o presidente Xi Jinping indicou que Blockchain: “desempenha um papel importante na próxima rodada de inovação tecnológica e transformação industrial” [90]. No entanto, a região geográfica com o maior número de empresas envolvidas nesta tecnologia continua a ser os Estados Unidos, dominando significativamente o resto do mundo (Figura 2).

Figura 2. Empresas de Blockchain por geografia.



Fonte: Elaboração própria baseada em [90].

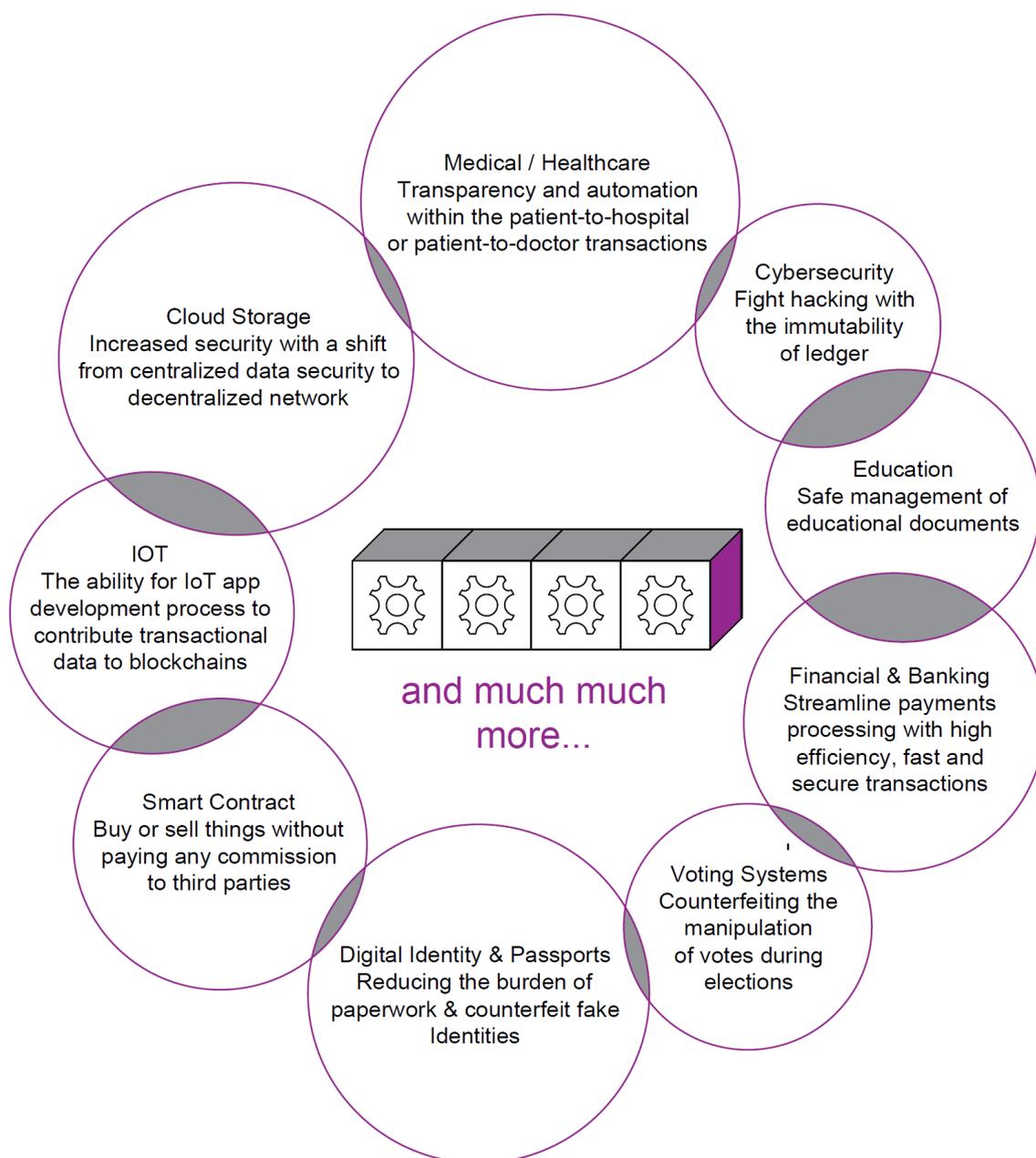
O altíssimo nível de interesse pela Blockchain nos EUA gerou uma espécie de rivalidade entre os dois principais centros de aglomeração de empresas envolvidas na tecnologia. Estes são Silicon Valey, no norte da Califórnia, e o Silicon Alley, com sede em Nova York. O primeiro inclui grupos como Twitter e Adobe, por exemplo, e o último inclui Coinbase e J.P. Morgan. A Costa Oeste respondeu por até: 24% em 2019, 16% em 2020, 10% em 2021 e 16% em 2022 do total de stakeholders Blockchain do mundo, enquanto a configuração de



Nova York representou 16% em 2019, 16% em 2020 , 10% em 2021 e 14% em 2022, com foco em serviços financeiros e tecnologia. [90]

Logo após as primeiras tentativas de implementar a nova tecnologia em soluções não-criptomoedas, houve tentativas de classificar a utilidade do fenómeno em soluções financeiras e não financeiras. [91] Outra tentativa de sistematização foi o agrupamento em relação às versões Blockchain [92]. Na era atual e na lista multifacetada e cada vez maior de possibilidades de aplicação, tais classificações parecem insuficientes ou incompletas [93]. Um conceito expandido é fornecido na Figura 3.

Figura 3. Principais áreas da tecnologia Blockchain

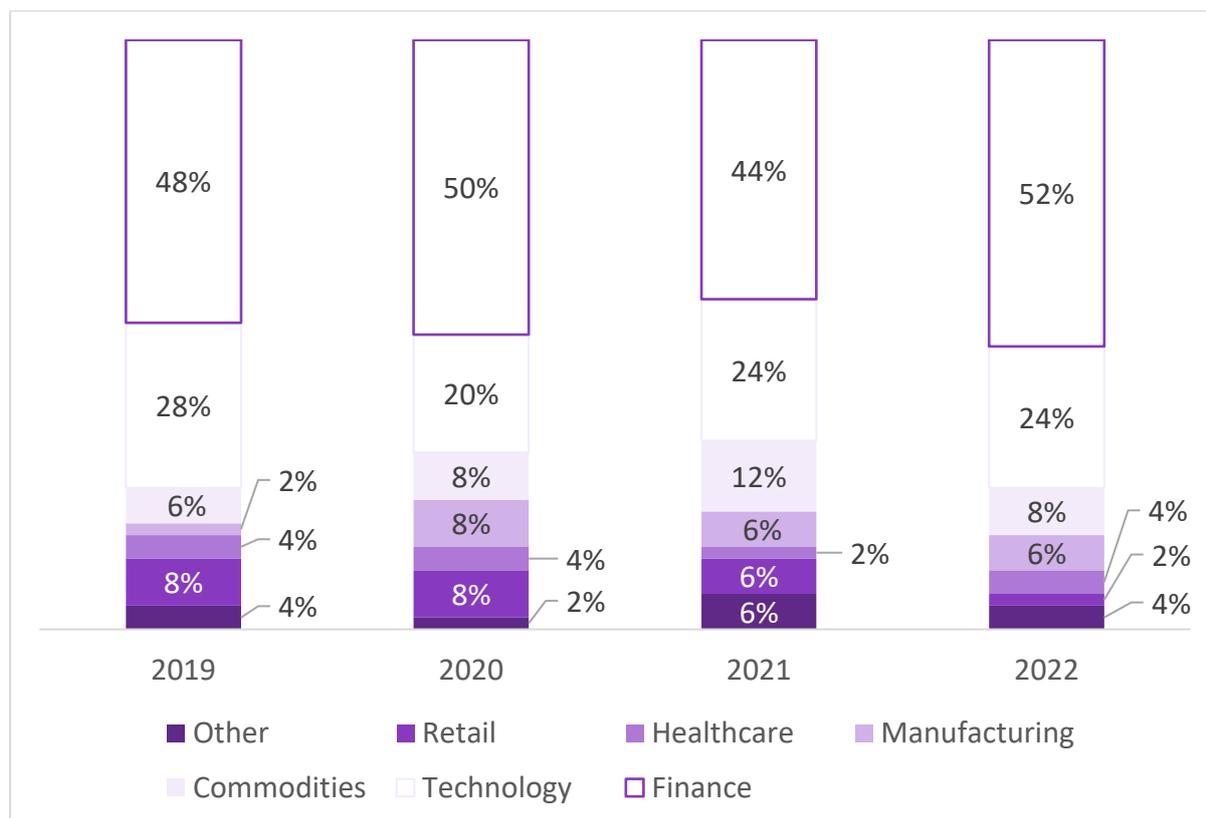


Fonte: Elaboração própria baseada em [94].



Entre as cinquenta iniciativas mais promissoras da área Blockchain 2018 – 2022, o maior e mais numeroso grupo é de longe o dos aplicativos financeiros, o que certamente se deve de certa forma à conexão com os mercados de criptomoedas. Em segundo lugar estão as aplicações tecnológicas, incluindo hardware, software e aplicações web. Estas são seguidas por melhorias de processo na cadeia de fornecimentos, fabricação e saúde (Figura 4).

Figura 4. Área de aplicação da Blockchain



Fonte: Elaboração própria baseada em [90].

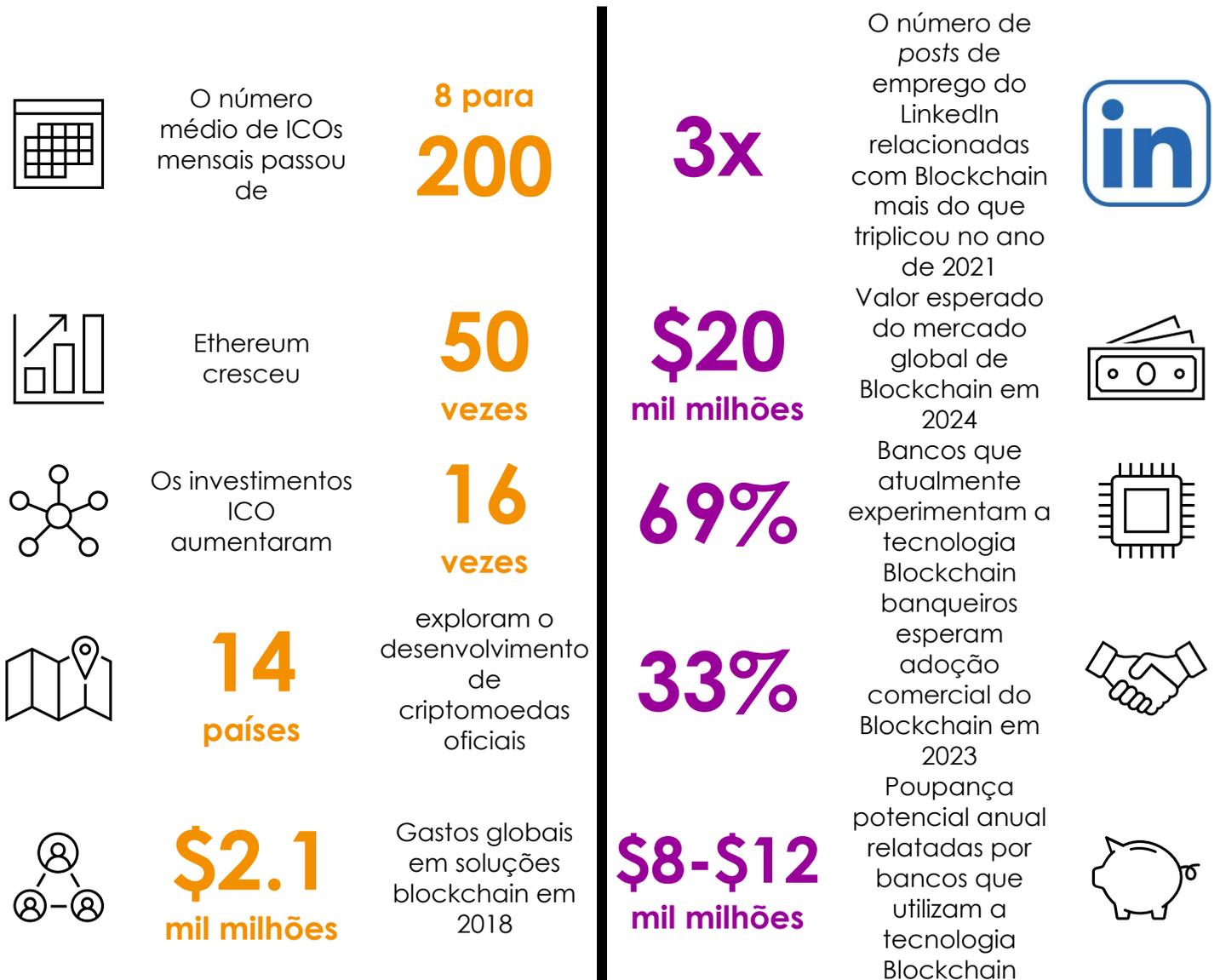
A Figura 4 confirma a afirmação de que as finanças estão atualmente a assumir a liderança indiscutível em termos de número de empresas que procuram a Blockchain. Mas em que subsectores específicos a tecnologia é mais bem-sucedida? Serviços bancários e pagamentos. Um pouco menos comum é o uso da Blockchain em investimentos e câmbios [90].

Observando o ambiente de mercado da Blockchain, é possível estar muito otimista quanto ao seu desenvolvimento e propagação no futuro. A Figura 5 mostra a situação não só da tecnologia, mas também de soluções e fenómenos de convocação. Todas essas áreas, que incluem, entre outras: os países envolvidos, o desenvolvimento de ICOs ou o crescente interesse dos bancos, tiveram um crescimento muito dinâmico.



Nos primeiros anos do surgimento das criptomoedas, o setor bancário como um todo mostrou uma atitude muito cética e até hostil. No entanto, essa situação tem vindo a mudar ao longo do tempo e hoje é possível observar uma tentativa dos bancos de envolver-se na intermediação de transações de criptomoedas. A abordagem da Blockchain também mudou. Os maiores bancos do mundo aderiram à “corrida digital” na procura de oportunidades nesta área, realizando investigações e testando aplicativos inovadores [91].

Figura 5. A tecnologia Blockchain e o desenvolvimento do mercado



Fonte: Elaboração própria baseada em [86].

Mesmo as flutuações significativas e a imprevisibilidade dos mercados de criptomoedas [95] não são atualmente um obstáculo que possa ameaçar a expansão da Blockchain, pois os inúmeros lucros que podem ser alcançados por meio dela estão numa ampla gama de campos e são altamente diversificados [96]. Os principais são apresentados na Figura 6.

Figura 6. Atributos essenciais da tecnologia

- Registra e valida cada transação realizada, o que o torna seguro e confiável
- ★
- Descarta a necessidade de terceiros para transações ponto a ponto
- ★
- Os utilizadores estão no controle de todas as suas informações e transações
- ★
- Completo, consistente, oportuno, preciso e amplamente disponível
- ★
- Reduz os tempos de transação para minutos e são processados 24 horas por dia, 7 dias por semana
- ★
- O sistema descentralizado, portanto, é menos arriscado ser acedido ilegalmente ('hacked')

Fonte: Elaboração própria baseada em [94].

A implementação de projetos Blockchain ocorre com composições de equipas muito diversas, variando de poucos a alguns milhares de pessoas. É bastante difícil discutir tendências claras a este respeito, uma vez que é bastante difícil encontrar dados sobre este assunto. As empresas têm problema em categorizar inequivocamente um determinado funcionário como especialista nesta área. No entanto, na maioria das vezes esses grupos estão entre 50 e 200 pessoas (22% do total) ou entre 10 e 49 funcionários (18% do total). Considerando apenas as cinquenta iniciativas de Blockchain mais promissoras recolhidas e publicadas pela Forbes [90], a soma de sua capitalização em 2022 chegou a US\$ 6,3 milhão de milhões (apesar de uma queda de 35% em relação ao ano anterior – 2021). A mediana para 2022 atingiu um valor de US\$ 66 mil milhões.

A visão para o futuro é muito promissora. Uma previsão feita pelo Gartner [97], usando uma nova metodologia de previsão de valor, estimou o valor agregado total resultante da implementação da tecnologia Blockchain em US\$ 176 mil milhões em 2025 e mais de US\$ 3,1 milhão de milhões em 2030. Em comparação com publicações mais recentes (como [90, 98]), verifica-se o quão grande foi uma subestimação, pois a dinâmica do desenvolvimento da Blockchain acabou por ser muito maior do que o esperado.



EXEMPLOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN POR GRANDES EMPRESAS



Aplicação Blockchain principalmente em cadeias de abastecimento para aumentar a rastreabilidade e a frescura dos alimentos. Os primeiros passos foram dados já em 2017 [99].



O Carrefour também usou a Blockchain para monitorizar a sua cadeia de abastecimento de alimentos. Os primeiros testes começaram em 2017. Em 2018, o sistema foi usado pela primeira vez na prática para monitorizar a cadeia de abastecimento de aves na Europa. Um novo desenvolvimento ocorreu um ano depois e foi incluído na monitorização de mais quatro produtos alimentícios. Em 2022, a tecnologia foi ampliada para todos os produtos da Linha de Produtos de Qualidade do Carrefour [100].



A Amazon criou e lançou um serviço totalmente gerível: o Amazon Managed Blockchain. Usando plataformas de código aberto Hyperledger Fabric e Ethereum, tornou-se fácil ingressar nas redes públicas ou criar e gerir redes privadas escaláveis [101].



O Alibaba Group lançou um serviço BaaS digital (Blockchain as a Service). Ele é usado para construir um ambiente Blockchain seguro e estável. As tecnologias que suporta são: Hyperledger Fabric, Ant Blockchain e Quorum [102].



Em 2017, a Nestlé tornou-se membro fundador do IBM Food Trust. Este foi o ponto em que começou a testar e usar a tecnologia Blockchain em pequena escala na prática. Desde então, a empresa expandiu e diversificou o uso da tecnologia para aumentar a transparência contra produtos alimentícios particularmente “sensíveis”, como alimentos para bebés [103].





Home Depot usou a solução Blockchain da IBM para resolver problemas de desconfiança nas suas cadeias de fornecimento. Atrasos emergentes e outros obstáculos que não podiam ser monitorizados em tempo real faziam com que a empresa ficasse prejudicada aos olhos de seus clientes. A tecnologia Blockchain aumentou significativamente a transparência de todos os processos e forneceu a capacidade de rastrear remessas em tempo real, sem a necessidade de inúmeras interações adicionais e construção de confiança meticulosa e aplicação de padrões de colaboração [104].



Para verificar a autenticidade dos diamantes e rastreá-los até sua origem, por meio de intermediários e transporte até a loja, a De Beers decidiu desenvolver e implementar uma plataforma especial Tracr™ baseada em um sistema Blockchain distribuído. A investigação e os primeiros testes foram realizados em 2018 [105].



Para enfrentar os desafios da revolução digital, a fabricante e distribuidora sueca de móveis e acessórios abriu um laboratório de design e inovação chamado Space10, que aborda, entre outras, a possibilidade de uso efetivo de tecnologias como inteligência artificial, Blockchain ou IoT. O projeto Everyday Experiments usa o conceito visual de inteligência artificial, usando a Blockchain para compartilhar informações sobre produtos e materiais individuais (como como e onde foram feitos) [106, 107].



Os exemplos mais recentes que abrangem implementações comerciais bem-sucedidas de Blockchain em 2022 podem ser encontrados numa revisão da Forbes intitulada: Forbes Blockchain 50 2022. A revisão está disponível gratuitamente on-line em:

<https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2022/02/08/forbes-blockchain-50-2022/> [90]



IV. BLOCKCHAIN NA EDUCAÇÃO

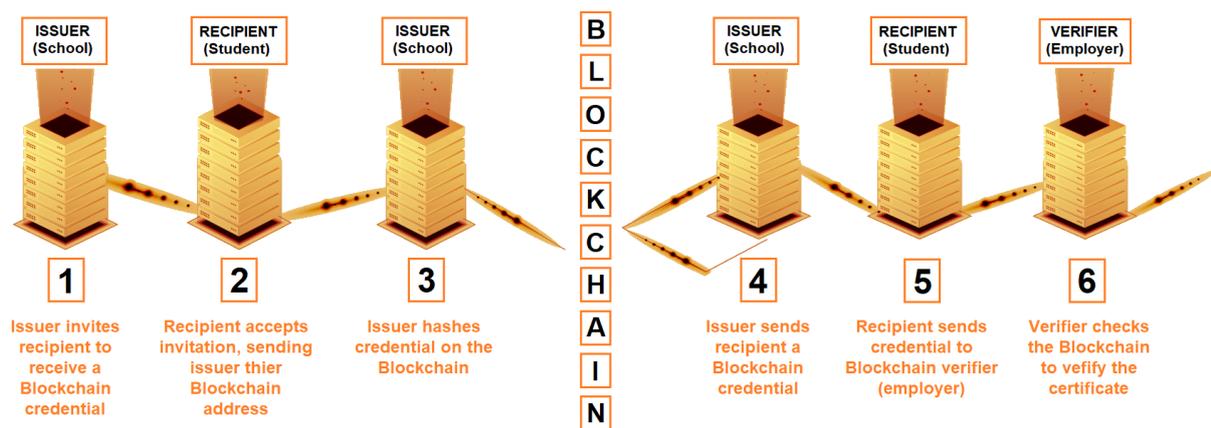
A tecnologia Blockchain envolve um novo paradigma para gestão e aprendizagem de dados digitais. Muitos investigadores assumem a posição de que representa uma nova grande tendência do mundo digital [108]. Mas, será que pode desempenhar um papel importante no processo de educação? Não há dúvida de que isso acontece em vários níveis. Por exemplo, encontra-se aplicação na organização da educação, através da implementação de plataformas descentralizadas contendo classificações, documentos ou diplomas de graduados, ou a autenticação e segurança de processos relacionados com a verificação de conhecimentos como exames [109]. Além disso, representa um conhecimento valioso, que pode e deve ser ensinado.

A Blockchain funciona na interface com outras tecnologias como inteligência artificial, IoT, Big Data. Estas soluções estão lentamente a infiltrar-se na prática do ensino, por exemplo, apoiando tecnicamente a classificação, a supervisão ou o perfil. Isso faz com que essas técnicas, apesar dos seus benefícios indiscutíveis, pareçam culturalmente invasivas e possam implicar sérias questões éticas. A tradicional transmissão e transferência de conhecimento, principalmente por meio de escolas e universidades é um determinante antigo, valorizado e importante, representando desenvolvimento intelectual, progresso e aprimoramento da vida quotidiana. No entanto, para funcionar eficazmente num ambiente moderno, dinâmico e convergente, as entidades educativas devem caracterizar-se pela abertura e elevado dinamismo na absorção de novas ideias e inovações, sobretudo da área da TIC [110].

Apesar do seu grande potencial e da sua natureza muito expansiva e agregadora, a Blockchain permanece mais fortemente ligada às dimensões de TI e económica [111]. Pode ser interpretada como: “Uma base de dados, semelhante a um cadastro de títulos imobiliários, estendido a eventos, pactos, patentes, licenças ou outros registos permanentes. Todos são agrupados matematicamente desde a origem da série, cada registo distribuído e divulgado em nós descentralizados da Internet” [108]. A sua função mais importante continua a ser a eliminação da incerteza sobre a autenticidade da identidade e da informação, graças à partilha desses dados por todas as partes envolvidas e ao uso de ferramentas criptográficas virtuais adicionais, meticulosamente planeadas e poderosas [112]. Um exemplo de tal cadeia de autenticação usando micro-credenciais na relação entre escola, estudante, empregador é apresentado na Figura 7.



Figura 7. Cadeia de micro-credenciais



Fonte: elaboração própria com base em: [113].

Apoiar a educação por meio da implementação de soluções baseadas em Blockchain envolverá a necessidade de armazenar e gerir dados pessoais altamente confidenciais numa rede descentralizada. Este facto determina que todos os esforços devem ser feitos para minimizar qualquer risco de acesso não autorizado por entidades não autorizadas. Isso levanta a questão de saber se esse tipo de informação não deve ser protegido de acordo com os regulamentos do sistema estabelecido desenvolvido por especialistas. Boas práticas nesse sentido podem ser observadas, por exemplo, na Índia, onde os “Princípios SPDI” (Processamento de Dados/ Informações Pessoais e/ ou Dados/ Informações Pessoais Sensíveis) foram introduzidos já em 2011 [114, 115]. Segundo estes últimos, as entidades empresariais e outras instituições que recolhem, recebem, possuem, armazenam ou tratam dados pessoais sensíveis em formato eletrónico devem cumprir uma série de princípios estabelecidos por lei. Face a isto, qualquer entidade de educação que pretenda utilizar a tecnologia Blockchain terá de informar os seus estudantes/ formandos sobre as implicações da utilização desta ferramenta como o facto de uma vez armazenada, a informação não poder ser eliminada [116].



Harvard
Business
Review

“A tecnologia com maior probabilidade de mudar a próxima década dos negócios não é a web social, big data, a nuvem, robótica ou até mesmo inteligência artificial. É a blockchain, a tecnologia por trás de moedas digitais como a Bitcoin.” [117]

A Blockchain está em constante evolução. Está a melhorar e a mudar não apenas o seu código-fonte e arquitetura de TI, mas também novas áreas de

aplicação [118, 119]. Esta evolução multidimensional é correlacionada e impulsionada mutuamente. As suas etapas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Evolução da tecnologia Blockchain

NÍVEL	APLICAÇÃO
Tecnologia Blockchain 1.0	Criptomoedas como um sistema de pagamento em dinheiro ponto a ponto
Tecnologia Blockchain 2.0	Aplicativos em ações, títulos, empréstimos, propriedades e contatos inteligentes, DAPPs (Aplicações Descentralizadas), DOAs (Organizações Autónomas Descentralizadas), DACs (Corporações Autónomas Descentralizadas)
Tecnologia Blockchain 3.0	Governo, saúde, educação, ciência, literacia, cultura, cibersegurança, IoT, serviços web, votação, cadeias de abastecimento e arte
Tecnologia Blockchain 4.0	Plataforma utilizável de negócios para criar e executar aplicativos, convertendo assim a tecnologia em mainstream

Fonte: Própria elaboração com base em: [112, 120].

Na maioria dos casos, a tecnologia em questão é usada na educação principalmente como elemento de apoio aos processos de administração e ensino ou no contexto de interação administrativa com estudantes [121] (por exemplo, “contratos inteligentes geridos em sistemas blockchain podem estabelecer condições sob as quais um estudante receberia um certificado de um provedor, e uma série desses contratos poderia definir um programa de graduação completo. À medida que esses estudantes progredem em direção à conclusão do curso, os seus registros de blockchain podem ser rastreados automaticamente e compartilhados em tempo real com potenciais empregadores” [122]). O sucesso no apoio aos aspetos técnicos do ensino usando Blockchain vieram muito cedo. Como exemplo, uma implementação bem-sucedida por uma empresa japonesa em fevereiro de 2016 incluiu “a partilha aberta e segura de desempenho académico e registros de progresso” [123].

Semelhante à autenticação em transações de criptomoedas, um ensino Blockchain pode promover e garantir abertura, igualdade, segurança, acessibilidade, eficiência e até justiça [124]. Algumas das considerações mais avançadas levaram a projetos mais aventureiros e abstratos. Uma delas é a tokenização de resultados educacionais, por exemplo, na forma de unidades digitais obtidas pela conclusão de tarefas específicas, que podem ser mantidas em “portfólios de aprendizagem” digitais especiais. A sua dimensão ganha numa unidade de tempo específica pode servir de base para promoção e classificação [125].



WOOLF – 1ª UNIVERSIDADE BLOCKCHAIN MUNDIAL

WOOLF/

“Como a primeira universidade construída inteiramente numa arquitetura blockchain, Woolf promete revolucionar a economia do ensino superior, oferecendo novas oportunidades para estudantes e académicos” [126].

Um grupo de académicos de Oxford tomou a iniciativa de criar a primeira universidade do mundo organizacionalmente baseada na tecnologia Blockchain. Foi assim que a Universidade WOOLF foi estabelecida. A Blockchain tem sido usado para garantir a consistência regulatória e honrar os regulamentos, minimizar e até eliminar processos burocráticos por meio da sua automação computadorizada e gerir e proteger efetivamente os dados confidenciais dos estudantes enquanto autentica as suas conquistas e competências adquiridas. Tutoriais no estilo Oxbridge são o principal material de ensino [126, 127].

“Uber para estudantes e airbnb para académicos” [128].

“Espero muito que seja o futuro da educação. Woolf visa resolver dois grandes problemas no ensino superior: ensino complementar e acesso aos estudantes.”

– Joshua Broggi, fundador e diretor da Woolf [128].

A fraude relacionada aos registros escolares e académicos é um problema sério em todo o mundo. Estudos realizados sobre esta questão mostram que mais de 100 000 diplomas de ensino superior são comprados nos EUA todos os anos [129] (observando que grande parte desse número pode ser documentos que certificam títulos de doutoramento). Um número tão grande atesta a baixa segurança desses documentos e o difícil e demorado processo de estabelecer sua autenticidade. Isso deve-se à multiplicidade de formas de realizar a fraude: comprar um documento falso numa escola falsa, comprar um documento que falsifica o original, comprar um documento original usando práticas ilegais emitidas por uma entidade educacional genuína e, por fim, comprar um diploma ou graduação de uma universidade “inexistente” que nada mais é do que uma empresa com fins lucrativos e uma “impressora” de documentos académicos [130]. Todas essas práticas são muito perigosas e representam uma ameaça real à vida e à saúde das pessoas, especialmente se uma pessoa com diploma falso for contratada para um cargo de responsabilidade. É de grande preocupação que, com base em dados recolhidos num estudo da Ohio State University, possa haver apenas nos Estados Unidos dois milhões de médicos a praticar que possuem documentos falsos que permitem o exercício de profissão (diplomas ou



licenças) [131]. Apesar de várias iniciativas para reduzir essa prática, a sua eficácia deixou muito a desejar. No entanto, a Blockchain pode vir em socorro, que, com base numa infraestrutura de verificação descentralizada e transnacional, impedirá que os fraudulentos se passem por profissionais. Se uma solução baseada na Blockchain tivesse uma dimensão global, seria possível verificar cada funcionário e verificar a credibilidade das suas credenciais em tempo real de qualquer lugar do mundo [132].



V. COMO ENSINAR BLOCKCHAIN? PRÁTICAS, CONCEITOS E EXPERIÊNCIAS

Uma das características fundamentais das sociedades da informação é a necessidade de possuir constantemente competências profissionais, garantindo que a reciclagem seja fácil e rápida [133]. Quanto mais importante for a posição e o valor de um funcionário no mercado de trabalho, mais importante será para ele aprimorar seu *know-how* e adquirir experiência. No mundo dos profissionais de alta tecnologia, a mudança acontece muito rapidamente. O que foi crucial ontem e permitiu uma vantagem competitiva hoje é irrelevante. Do ponto de vista do empregador, um profissional que falha constantemente em aprender coisas novas torna-se dispensável.

Um setor que engloba TIC e conhecimento económico, que se caracteriza por uma dinâmica de implantação muito alta e perspectivas de desenvolvimento ainda maiores num futuro próximo, é o relacionado com a tecnologia Blockchain. É claro que, dependendo das necessidades específicas, não é necessário assimilar todo o conhecimento relacionado a essa tecnologia, mas apenas informações gerais e aquela parte que é extremamente necessária para a tarefa em questão. No entanto, apesar do facto de que: “a Blockchain é uma ferramenta nova, mas poderosa, que tem o potencial de mudar a maneira como pensamos sobre finanças, engenharia e, talvez o mais importante, direito (...), faltam recursos educacionais” [134].

No entanto, ser um especialista neste campo exige conhecimento profundo, com todos os aspectos da Blockchain – desde a sua história e princípio de operação, até o seu papel em sistemas de criptomoedas, startups e novos projetos, até a capacidade de efetivamente “ler”, editar e criar um novo código. Além disso, para procurar oportunidades de forma mais eficaz, é necessário conhecer todas as possíveis interações interdisciplinares desta solução com outras áreas, bem como acompanhar constantemente as inovações técnicas e desenvolver as suas habilidades através da prática.

O conceito de aprender Blockchain em seis etapas parece muito interessante. Estas são [135]:

- ETAPA 1: conhecimento básico e princípio da tecnologia Blockchain (definições, recursos, tipos de Blockchain, contratos inteligentes),
- ETAPA 2: como funcionam as plataformas baseadas em Blockchain de grandes corporações (por exemplo, Hyperledger, Ethereum, Corda),
- ETAPA 3: O papel do Blockchain na melhoria de vários serviços, tecnologias e áreas económicas (quais são as melhores soluções, quais empreendimentos



estão em andamento, como os serviços financeiros mudarão no futuro próximo),

- ETAPA 4: inscreva-se num curso profissional e certificado em Blockchain (saiba como o Blockchain pode melhorar o seu negócio, obtenha um certificado pela conclusão do curso, trate o conhecimento adquirido como capital),
- ETAPA 5: procure oportunidades para alavancar o seu conhecimento e encontrar áreas potenciais no seu setor que podem ser aprimoradas com Blockchain (buscar autoaperfeiçoamento e autoeducação, realizar pesquisas e ler notícias),
- ETAPA 6: explore e conheça as transformações de negócios envolvendo Blockchain (confira as soluções disponíveis no mercado, acompanhe como foi o processo de implantação do Blockchain em novas entidades e projetos).



“A Blockchain está a mudar profundamente a forma como o mundo funciona. Se já comprou uma casa, provavelmente teve que assinar uma enorme pilha de papéis de várias partes interessadas para que essa transação acontecesse. Se já registrou um veículo, provavelmente entende como esse processo pode ser doloroso. Eu nem vou começar sobre o quão desafiador pode ser rastrear os seus registros médicos” [136].

Este conceito implica a diferenciação do nível de iniciação, não só pela dificuldade mas também pelos âmbitos de conhecimento pretendidos. Em termos económicos, esta abordagem elimina a necessidade de criar especializações, pois parece completa, mas ao mesmo tempo utópica, porque prevê uma aprendizagem multifacetada e a aquisição de competências que um grupo muito reduzido de pessoas possui e que foram acumuladas por um longo período de tempo. Apesar da cobertura holística relativamente correta dos aspectos económicos e da identificação dos pressupostos funcionais e aplicações do Blockchain, o modelo de seis etapas não é e não pode ser um modelo de ensino eficaz e viável, mas apenas uma ferramenta auxiliar indicando diversos métodos de conhecimento. Existem muitos modelos práticos para ensinar Blockchain. As suas principais premissas estão agregadas na Tabela 3.



Tabela 3. Exemplos de métodos de ensino da Blockchain

INSTITUIÇÃO	curso (C)/estudo (E)	estacionário (E)/online (O)	multilevel	dedicado	materiais adicionais	curso introdutório	problemas relacionados com criptomoedas	certificado, diploma
iMi, [137]	C	O	sim	não	sim	sim	sim	sim
CEBP, 101Blockchains, [138]	C	O	não	não	sim	sim	sim	sim
Coursera, Princeton University, [139]	C	O	não	não	não	não	sim	sim
edX, Berkeley University of California, [140]	C	O	não	sim	sim	não	sim	sim
Udemy, [141]	C	O	não	sim	não	não	sim	sim
Columbia Engineering, [142]	C	O	não	sim	sim	não	sim	sim
IMD, [143]	C	O	não	não	sim	não	sim	sim
University of Cape Town, [144]	C	O	não	não	sim	não	sim	sim
NUS, National University of Singapore [145]	E/C	E/O	não	sim	sim	não	sim	sim
RMIT, Royal Melbourne Institute of Technology [146]	E	E/O	não	não	sim	não	sim	sim
UZH, University of Zurich, [147]	outro	E	não	sim	não	não	sim	sim
MIT, Massachusetts Institute of Technology, [148]	C	O	não	sim	sim	não	sim	sim
Hong Kong Polytechnic University, [149]	E	E	não	sim	sim	não	sim	sim
UCL University College London, [150]	E/C	E/O	não	sim	sim	sim	sim	sim
CUHK, Chinese University of Hong Kong [151]	E	E	sim	sim	sim	não	sim	sim
UNSW Sydney [152]	E	E	não	não	não	não	sim	sim
California State University, Chico [153]	C	O	sim	não	não	não	sim	sim

Fonte: elaboração própria baseada em inquéritos.

A Tabela 3 está dividida em 9 secções. A procura por unidades curriculares que oferecem ensino Blockchain foi realizada exclusivamente pela Internet. Os seguintes aspectos foram levados em consideração:



- O conteúdo é oferecido na forma de um curso ou estudos oficiais (outras formas devem ser consideradas não profissionais e não confiáveis sendo omitidas dessas considerações)?
- O ensino ocorre exclusivamente à distância, ou seja, existe a possibilidade de transferência de conhecimento presencial tradicional?
- A natureza multinível do conteúdo didático oferecido – ou seja, há material específico para estudantes iniciados, intermediários e avançados, ou foi criado um material para todos os interessados?
- Especificação – ou seja, especificar o material para um dado público (por exemplo, uma pessoa numa profissão específica). O material foi dividido em grupos temáticos abrangendo diferentes cursos/ estudos?
- Disponibilidade de material de aprendizagem adicional, por exemplo, na forma de webinars, podcasts, vídeos no YouTube ou documentos postados em plataformas de e-learning, etc.
- O provedor preparou um curso introdutório para familiarizar o usuário com conhecimentos muito preliminares? Isso é especialmente importante na aprendizagem online.
- O curso/estudo fornecido inclui tópicos ou material específico sobre criptomoedas e o mercado de criptomoedas?
- Certificação da conclusão do curso com documento adequado e confiável (certificado ou diploma).

Plataformas como Udemy ou edX contêm uma variedade de cursos mais frequentemente apoiados por entidades académicas. A tabela inclui dados relacionados a cursos de amostra específicos. Por vezes, o ensino Blockchain era oferecido de uma forma diferente de um curso ou programa de graduação, por exemplo, como disciplinas opcionais – palestras sobre programação Blockchain na Universidade de Zurique [147]. Os cursos eram geralmente programados para 5-6 semanas, mas também eram oferecidos minicursos de algumas horas - estes, no entanto, foram indicados para não serem incluídos nesta compilação (por exemplo, Nanyang Technological University, NTU-FTA Series - Enterprise Blockchain course, agendado para 8 horas num formulário online e concluindo com um certificado [154]). As universidades ofereciam estudos (dependendo da organização) com duração de 1 a 2 anos. A oferta educacional mais equilibrada e transparente está na University College London, onde há um curso online gratuito para iniciados (Introdução ao Blockchain e Distributed Ledger Technology (DLT)), um curso profissional certificado (DEC, Online Certifications for Blockchain, Digital Assets & Web3 Professionals), e diplomas para engenheiros (Mestrado em Tecnologias Digitais Emergentes) e economistas (Mestrado em Tecnologia Financeira) [150]. Apenas no caso da Universidade Chinesa de Hong Kong, foram oferecidos programas de graduação em vários níveis permitindo a continuação e exploração adicional: pós-graduação e doutoramento [151].



Em 2021, a plataforma de informação CoinDesk [155] realizou uma pesquisa envolvendo 230 universidades, com o objetivo de criar um ranking geral que incluía o ensino da Blockchain. As instituições acadêmicas representavam todos os continentes, exceto a Antártica. A metodologia incluiu uma avaliação de cinco critérios: qualidade e contribuição para a investigação na área, ofertas educacionais Blockchain, colaboração com profissionais e empresas, custo do estudo e reputação acadêmica da instituição. Com base nos resultados, foi criado um mapa mostrando a localização geográfica das universidades mais apetrechadas no contexto Blockchain. Isso está representado na Figura 8.

Figura 8. Localização de universidades que oferecem educação Blockchain



Fonte: [156].

Os maiores agrupamentos foram encontrados nos Estados Unidos, Ásia e Europa. Este facto pode ser identificado com a manifestação de maior interesse e número de implementações da tecnologia Blockchain nessas regiões. As 5 primeiras do ranking (ou seja, entidades que obtiveram mais de 90 pontos em 100 possíveis) estão incluídas na Tabela 4. É interessante notar que em apenas 9% dos casos o ensino foi concluído com possibilidade de obtenção de diploma: 6% – bacharelato e 3% – mestrado [156].

Tabela 4. Top 5 das melhores universidades no ensino da Blockchain

RANKING	ESCOLA	PONTUAÇÃO
1	National University of Singapore	100,00
2	Royal Melbourne Institute of Technology	97,65
3	University of California Berkeley	93,26
4	University of Zurich	91,66
5	Massachusetts Institute of Technology	91,57

Fonte: [156].



A Internet contém uma grande variedade de formas para explorar o conhecimento Blockchain por conta própria. Um dos mais populares e extensos é o site oficial da IBM dedicado à tecnologia Blockchain. Lá é possível encontrar diversos materiais e ferramentas gratuitas, que incluem: publicações, conteúdos postados no site, webinars, vídeos postados no YouTube, newsletters, blog, etc. [157].

De acordo com especialistas da AACSB (“uma associação global sem fins lucrativos, que liga educadores, estudantes e empresas para alcançar um objetivo comum: criar a próxima geração de grandes líderes”), o sucesso no ensino da Blockchain pode ser alcançado através da colaboração entre profissionais, economistas e cientistas da computação. A combinação dessas três fontes de conhecimento deve ser adaptada ao campo específico de estudo – pouca economia e muita ciência da computação para engenheiros, cientistas da computação e especialistas técnicos, e muita economia, muito estudo de caso e pouca ciência da computação para futuros economistas e executivos. Com relação a este último, considerando potenciais tarefas profissionais no futuro, pode-se concluir que apenas uma pequena fração dos graduados em economia ou gestão precisará explorar mecanismos criptográficos avançados ou dominar programação em nível avançado. Para a maioria, para atuar efetivamente no mercado e participar de empreendimentos envolvendo ou baseados em Blockchain, bastará um conhecimento técnico básico dos princípios de funcionamento e possibilidades oferecidas por essa tecnologia. Eles não precisam ser cientistas da computação ou criptógrafos responsáveis por projetar uma plataforma/ aplicativo/ serviço específico, mas apenas garantir que implementam essas soluções e procuram oportunidades de mercado. Isso porque as implicações econômicas e os novos contextos de aplicação são mais importantes para eles do que o perfeito conhecimento, compreensão e transformação do código-fonte [158].



VI. VERIFICAÇÃO ESTATÍSTICA DE HIPÓTESES USANDO O ÍNDICE DE ESTRUTURA

O estudo adota duas hipóteses, que são apresentadas na “Introdução”. Ambos são: “...julgamentos sobre a população em geral, sem pleno conhecimento dessas populações” [159], e são de natureza paramétrica porque dizem respeito às características da população em estudo. A sua verificação será realizada em duas etapas: estatística (que decidirá se aceita as hipóteses para consideração) e substantiva (que decidirá se são verdadeiras ou falsas) [160].

O teste estatístico a que serão submetidos os dados será baseado na determinação subjetiva do nível de significância do teste em relação ao qual, e após os cálculos necessários, será possível aceitar ou rejeitar a hipótese nula a favor da hipótese alternativa. Em alguns casos, mais de uma hipótese alternativa pode ser formulada. A adoção de pressupostos subjetivos – o nível de significância do teste – envolve o risco de dois tipos de erros. Estes são referidos como erros do primeiro e do segundo tipo [161].

Um erro do primeiro tipo ocorre quando a hipótese nula (H_0), que é de facto verdadeira, é rejeitada. A probabilidade da sua ocorrência é identificada como o nível de significância do teste e denotada pelo símbolo α . Um erro do segundo tipo ocorre se a hipótese alternativa (H_1), que é falsa, for aceite. Essas probabilidades, por sua vez, são identificadas pelo símbolo β . [162]

A realização da verificação fracionária exige que para cada hipótese sejam adotados alguns valores de referência específicos. A forma como H_1 e H_2 são formuladas e construídas significa que elas só podem ser aceites para consideração substantiva se as hipóteses nulas forem rejeitadas em favor de hipóteses alternativas.

As hipóteses são as seguintes:

H1 (hipótese principal): A maioria dos académicos que ministram aulas de economia e gestão não possuem o conhecimento e as competências necessárias para ensinar tópicos relacionados com a Blockchain, mas ao mesmo tempo entendem e reconhecem o enorme potencial dessa tecnologia.

H2 (hipótese complementar): A maioria dos académicos que ensinam economia e gestão concorda com o conceito e a necessidade de educar os estudantes dessas áreas sobre a tecnologia Blockchain.

Um desafio adicional é a complexidade e a natureza multifacetada do H_1 . Para que seja aceite e aceite estatisticamente como um todo, cada subtese



que nele ocorre deve ser considerada. Como ocorrem simultaneamente, duas hipóteses nulas separadas ($H1_{10}$ e $H1_{20}$) e duas hipóteses alternativas ($H1_{11}$ e $H1_{21}$) devem ser aceites.

O nível de significância $\alpha=0,05$ foi utilizado para teste. Os parâmetros de verificação inicial estão listados na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros da verificação estatística da hipótese

HYPOTHESIS	H1	H2
Hipótese nula	$H1_{10}$ and $H1_{20}$	$H2_0$
Hipótese alternativa	$H1_{11}$ and $H1_{21}$	$H2_1$
Nível de significância do teste	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,05$
Teste estatístico	Teste indicador de estrutura	Teste indicador de estrutura

Fonte: elaboração própria.

Verificação do H1

A hipótese principal (H1) consiste em duas afirmações equivalentes, portanto, ambas devem ser verificadas estatisticamente e separadamente. A primeira é a afirmação de que: “a maioria dos académicos que ensinam economia e gestão não tem conhecimento e competências suficientes para ensinar tópicos relacionados com a Blockchain”. A segunda diz: “a maioria dos académicos que ensinam economia e gestão entende e reconhece o enorme potencial da tecnologia Blockchain”. Às subteses foram atribuídas as designações: $H1_1$ e $H1_2$. Em ambos os casos, aparece a palavra “mais”, que prejudica a dimensão do valor de referência populacional (p) em 0,5 (já que a maioria é superior a 50% ou superior a 0,5).

A verificação de H1 exigiu a introdução de um procedimento adicional de agregação dos resultados obtidos, que foram recalculados e atribuídos a faixas específicas. Por exemplo, para aumentar o grau de confiabilidade, optou-se por categorizar as respostas “com certeza sim” e “sim” ou “relevante” e “muito relevante” em grupos consistentes com $H1_{20}$, enquanto o restante, incluindo a resposta “não não sei” ou “moderadamente relevante” num grupo inconsistente com $H1_{21}$. Entre as questões relacionadas a $H1_1$, foram identificadas as cinco respostas mais consistentes, enquanto no aspecto de $H1_2$, três afirmativas foram selecionadas.

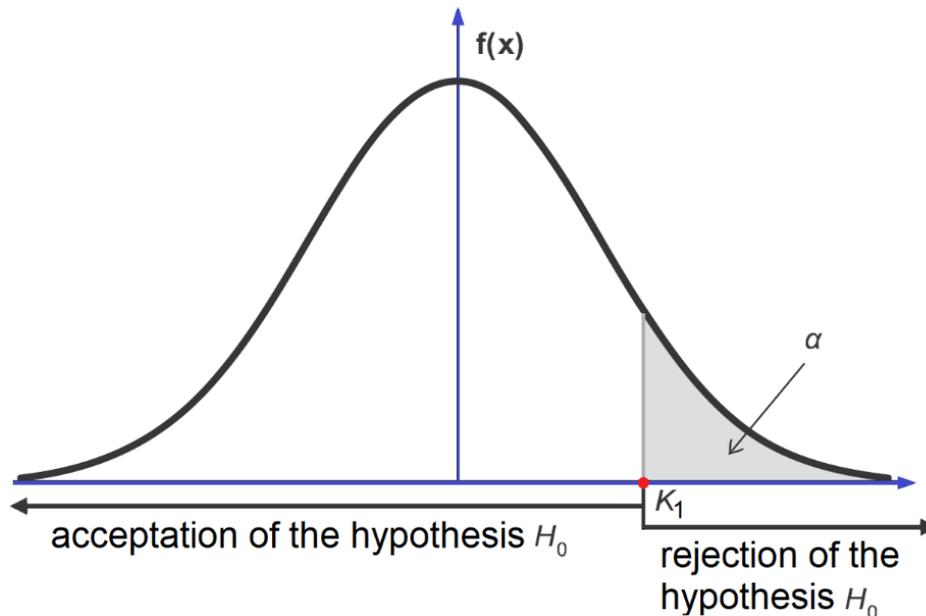
Para que H1 seja considerada substancialmente, $H1_1 \cap H1_2$ deve ser estatisticamente aceite e isso acontecerá quando as hipóteses nulas aceites ($H1_{10}$ e $H1_{20}$) forem rejeitadas em favor das hipóteses alternativas ($H1_{11}$ e $H1_{21}$).

Para $H1_1$, a hipótese nula apresenta-se da seguinte forma: $H1_{10}$: $p=0,5$. A hipótese alternativa, por outro lado, assume a forma de: $H1_{11}$: $p > 0,5$.



A área crítica à direita para o teste é considerada, conforme ilustrado na Figura 9. O valor K_1 é o valor crítico para o teste.

Figura 9. Diagrama da área crítica da direita



Fonte: elaboração própria.

A área crítica à esquerda foi a seguinte: $K = (-\infty; K_1]$, $K_1 = 1 - \alpha = 0,95 \rightarrow$ após leitura do valor da distribuição das tabelas estatísticas $\rightarrow K_1 = 1,65 \rightarrow K = (-\infty; 1,65]$. A estatística de teste escolhida (teste estatístico) é o teste de índice de estrutura, que é expresso pela equação:

$$U = \frac{\frac{m}{n} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 * (1 - p_0)}{n}}}$$

onde:

U - teste de indicador de estrutura,

m/n - índice de estrutura da amostra,

P_0 - valor de referência da população,

n - valor da amostra,

m - número de elementos distinguidos na amostra.

Após a agregação, os valores de m e n foram, respetivamente: 82 e 127. Após os cálculos, obteve-se o valor de $U=3,28$.

$U=3,28 \notin (-\infty; 1,65]$ \rightarrow U pertence à área crítica.



Há uma base estatística para rejeitar H_{10} em favor de aceitar H_{11} , o que é consistente com a primeira tese da hipótese principal H_1 .

O procedimento para H_2 é análogo. A hipótese nula é apresentada da seguinte forma: $H_{20}: p=0,5$. A hipótese alternativa, por outro lado, assume a forma: $H_{21}: p>0,5$. $K=<K_2;+\infty)$, $K_2 = 1-\alpha=0,95 \rightarrow K_2 = 1,65 \rightarrow K=<1,65;+\infty)$. Para $m=75$ e $n=127$, U foi $2,04 \rightarrow \epsilon < 1,65;+\infty) \rightarrow U$ pertence à área crítica.

Há uma base estatística para rejeitar H_{20} em favor de aceitar H_{21} , o que é consistente com a segunda tese da hipótese principal H_2 . Como não há justificativa estatística para desqualificar H_1 , pode-se verificar seus méritos.

Verificação H2

Mais uma vez, a expressão “mais” contida em H_2 determina a consideração do intervalo à direita e a adoção de valores p idênticos aos outros casos. Para H_2 , a hipótese nula é expressa pela equação: $H_{20}: p=0,5$, enquanto a hipótese alternativa: $H_{21}: p>0,5$. $K=<K_2;+\infty)$, $K_2 = 1-\alpha=0,95 \rightarrow K_2 = 1,65 \rightarrow K=<1,65;+\infty)$. Foram consideradas as declarações de duas questões e, com base nisso, foram determinados $m=74$ e $n=127$. $U=1,86$ está dentro da faixa crítica: $<1,65;+\infty)$.

Há uma base estatística para rejeitar H_{20} em favor de aceitar H_{21} , o que é consistente com a hipótese complementar H_2 . Como não há justificativa estatística para desqualificar H_2 , pode-se verificar seus méritos.



VII. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

A investigação foi realizada em caráter piloto, o que permite testar o procedimento de pesquisa adotado e também conhecer os resultados preliminares a partir dos quais podem ser extraídas conclusões e tendências gerais relacionadas aos fenômenos auditados. Um questionário de pesquisa foi escolhido como técnica de investigação básica para recolher as informações necessárias – uma ferramenta comprovada que se mostrou eficaz nas ciências sociais.

Os pressupostos gerais, a seleção de ferramentas analíticas e técnicas, o desenho e o alcance substantivo do questionário foram discutidos internacionalmente entre parceiros oriundos de seis países europeus. Os comentários fundamentados aceites pela maioria foram incorporados ao formulário final do questionário, que foi aceite por todos os interessados.

O inquérito foi anónimo. A versão final do questionário continha um total de 22 perguntas, que visavam conhecer opiniões e experiências sobre a tecnologia Blockchain. As perguntas foram atribuídas a cinco grupos temáticos: demografia, secção um: conhecimento sobre Blockchain, secção dois: competências e capacidades práticas relativamente à Blockchain, secção três: experiências Blockchain e secção quatro: atitudes e opiniões. A investigação foi quantitativa, mas focou na identificação de características qualitativas e opiniões. Foram utilizadas apenas questões fechadas de simples e múltipla escolha, assim como matrizes multiníveis de escolha simples baseadas em uma escala Likert de cinco pontos (em uma questão – a oitava questão – a escala de cinco pontos foi ampliada por um grau adicional; isso foi necessário devido ao aspeto substantivo desta questão, pois levantou a questão do conhecimento de técnicas e conhecimentos avançados de TI, e com base na especificidade dos respondentes, assumiu-se a obtenção de declarações de um nível de conhecimento muito baixo nesta área ou nenhum conhecimento; o grau extremo: “muito baixo” foi insuficiente e foi acrescentada uma opção adicional: “falta de conhecimento”).

Foi utilizado o método CAWI (Computer Assisted Web Interview) e o formulário foi distribuído por meio do Google Forms. Análises mais complexas foram realizadas usando o MS Excel. A recolha de respostas começou na última semana de março de 2022 e durou um mês. Este artigo apresenta apenas resultados selecionados da investigação.

Por fim, o questionário foi preenchido por 129 respondentes. Dos 129 questionários, 128 foram qualificados para processamento analítico, pois um estava amplamente incompleto e foi rejeitado. Algumas das questões eram complexas e multifacetadas. Devido a este facto, bem como ao assunto



especializado e difícil da investigação, o tempo médio de preenchimento do questionário foi de 27 minutos.

A clássica análise e visualização das informações recolhidas foi estendida à identificação de regularidades na correlação estatística dos fenómenos. Como o foco estava na identificação da politomia das características qualitativas, foi utilizada a estatística λ^2 (qui-quadrado) [163]. Ele é usado para determinar coeficientes de correlação como Txy Czuprow, V-Cramer, coeficiente de correlação C-Pearson ou ϕ Yule. Os autores, devido à experiência positiva em outros estudos, decidiram utilizar uma combinação de métodos: V-Cramer, coeficiente de correlação C-Pearson e Txy Czuprow. Embora todos os métodos mencionados sejam semelhantes, o uso simultâneo desses três métodos reduz a probabilidade de erros e enganos. Além disso, oferece a oportunidade de verificar os resultados obtidos e aumenta o nível de confiabilidade de todo o procedimento.

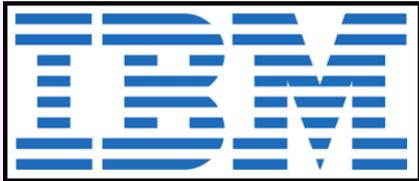
Os métodos selecionados permitem medir a relação entre variáveis cujos valores são expressos em escalas nominais. Os resultados aceites estão na faixa [0, 1]. Se o resultado obtido for próximo da unidade, significa a presença de relações muito fortes entre as variáveis qualitativas. Se for zero ou próximo de zero – significa independência das características analisadas [164].

O nível de significância para o teste λ^2 (qui-quadrado) foi estabelecido em $\leq 0,05$. Os seguintes limites foram adotados para os coeficientes V-Cramer e Txy Czuprow para determinar a correlação: $<0;0,25>$ – nenhuma correlação entre as variáveis, $(0,25;0,35>$ – correlação fraca, $(0,35;0,45>$ – correlação moderada, $(0,45 ;0,55>$ correlação forte, $(0,55;1>$ – correlação muito forte. Porém, para o coeficiente de correlação C-Pearson a escala adotada precisa ser corrigida, pois esta ferramenta não é tão sensível quanto os dois índices anteriores às dimensões das tabelas de contingência e geralmente fornece resultados ligeiramente superiores com o mesmo valor do teste de qui e estatística de qui-quadrado. Uma correção adequada foi definida em +0,1, portanto, os limites de interpretação para o índice do coeficiente de correlação de C-Pearson assumiram a forma: $<0;0,35>$ – nenhuma correlação entre as variáveis, $(0,35;0,45>$ – correlação fraca, $(0,45;0,55>$ – correlação de força moderada, $(0,55;0,65>$ correlação forte, $(0,65;1>$ – correlação muito forte).

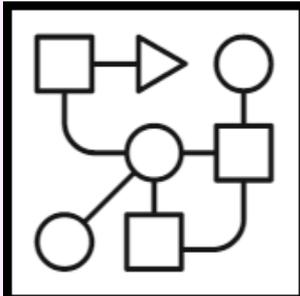
Destaca-se o facto dos intervalos estabelecidos serem subjetivos e determinados pelos autores com base em: comparações, modelos e referências da literatura, comparações dos resultados obtidos com as correlações assumidas resultantes de análises substantivas e lógicas, bem como experiência de investigação e conhecimento estatístico.



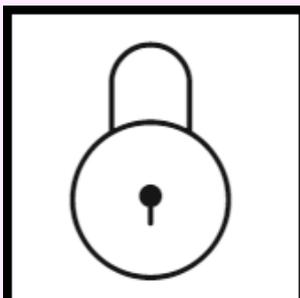
BLOCKCHAIN É ADEQUADO PARA SEGURANÇA PRIVADA E REDES PÚBLICAS



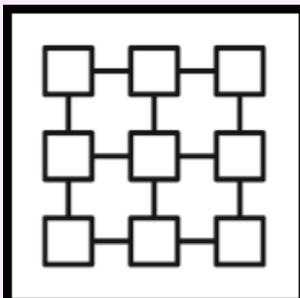
Embora o Blockchain possa proteger efetivamente redes públicas e privadas, ao projetar um aplicativo é muito importante determinar com precisão para qual tarefa específica ele deve ser usado. As redes privadas ou autorizadas geralmente são mais seguras. No entanto, as redes públicas podem atingir um maior grau de descentralização e distribuição [164].



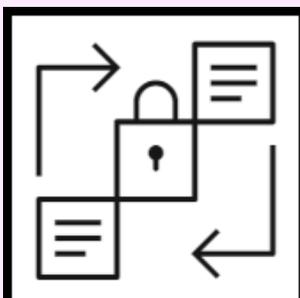
Blockchains públicos são públicos e qualquer pessoa pode-se juntar a eles e validar transações.



Blockchains privados são restritos e, geralmente, limitados a redes comerciais. Uma única entidade, ou consórcio, controla a associação.



Blockchains sem permissão não têm restrições sobre processadores.



Blockchains permitidos são limitados a um conjunto selecionado de usuários que recebem identidades usando certificados.

VIII. CARACTERÍSTICAS DOS RESPONDENTES

O inquérito foi realizado entre académicos oriundos de mais de seis países europeus. Os portugueses foram os mais numerosos, seguidos pelos holandeses, polacos e alemães. Na Dinamarca e na Irlanda, menos de dez pessoas preencheram o inquérito. Dois inquiridos eram de nacionalidade diferente das indicadas acima. Os dados relativos à procedência, nível de experiência e setor específico de ensino dos respondentes são apresentados na Figura 10.

Os entrevistados eram principalmente professores muito experientes. As respostas de que tinham experiência de trabalho de mais de vinte anos foram dadas por até 32% do total. As demais declarações foram distribuídas de forma mais ou menos uniforme entre os demais grupos de tempo: menos de cinco anos de experiência – 21,9%, cinco a dez anos de experiência – 18,8%, onze a quinze anos de experiência – 17,2% e, finalmente: 16 a 20 anos de experiência – 10,2%. Esta distribuição das características dos inquiridos faz com que as declarações que prestam possam ter um valor mais representativo em termos de comparação com a população em geral, minimizando assim o valor do erro de ajuste dos resultados [165].

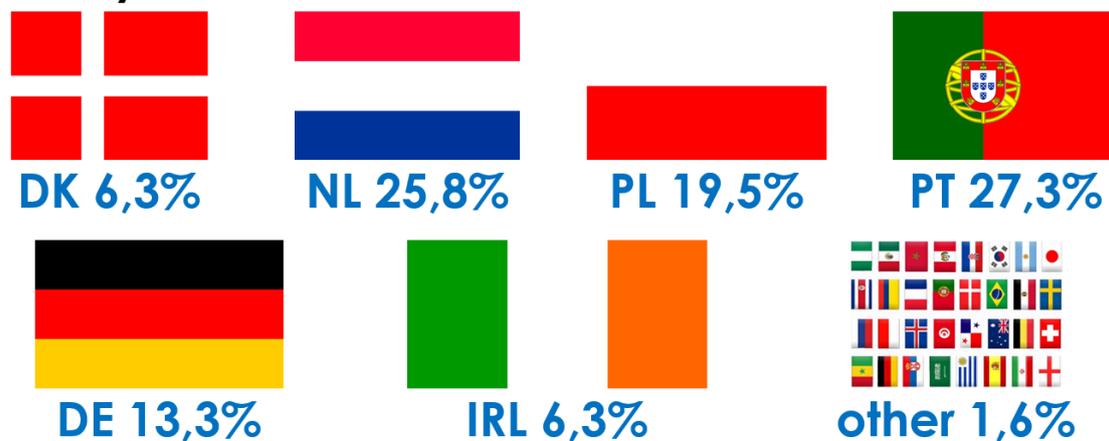
Cerca de 33% dos inquiridos declararam que em matéria de ensino, eram multidisciplinares, o que significa que indicaram mais de uma opção. As escolhas foram: economia, gestão, TI e outras. A escolha de tais grupos estreitamente definidos foi deliberada, relacionada aos pressupostos subjacentes ao projeto. A investigação respeitava a possibilidade e método de implementação da tecnologia Blockchain nas faculdades de economia e gestão. Assim, baseou-se nas opiniões e experiências de professores envolvidos nesses setores de estudo, mas que também possuíam pelo menos um conhecimento básico de informática.

Em conclusão, do ponto de vista puramente estatístico, o maior número de respostas foi dado por portugueses, com mais de vinte anos de experiência profissional e que lecionam disciplinas da área da economia.

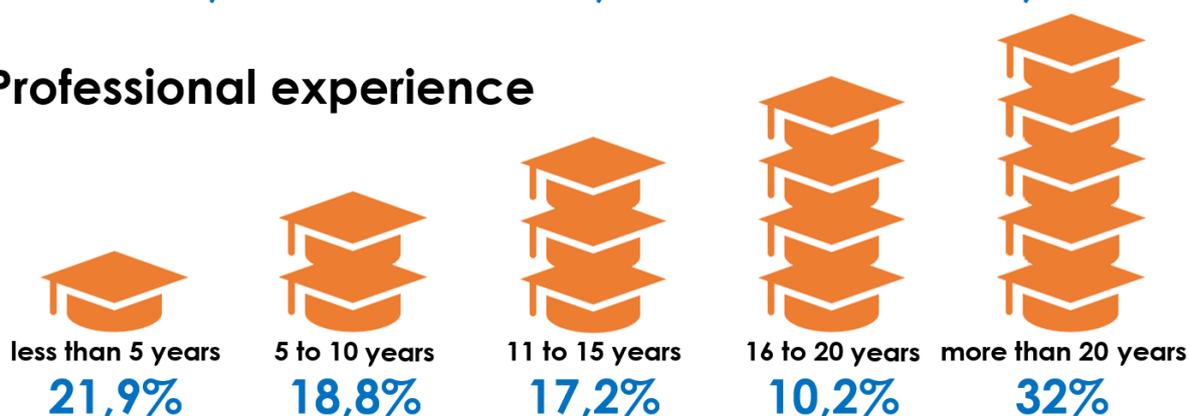


Figura 10. Caracterização dos inquiridos*

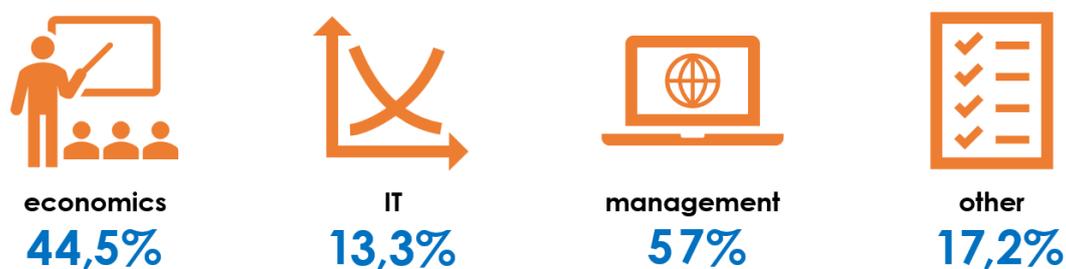
Country



Professional experience



Topics of conducted lectures



* alguns resultados não somam 100% devido a arredondamentos ou técnicas estatísticas.

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.



IX. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS SELECIONADOS DO ESTUDO

Na história da Blockchain, existem algumas datas importantes e inovadoras correspondentes aos principais eventos através dos quais o mundo se familiarizou com a solução e começa a usá-la em larga escala. A ideia surgiu já em 1991. Foi apresentada por dois cientistas: Stuart Haber e W. Scott Stornet como uma ferramenta para segurança de documentos digitais usando uma blockchain criptograficamente segura para esta finalidade. Em 1992, o projeto foi ampliado para incluir as chamadas Árvores Merkle, que permitiam a recolha de vários documentos num único bloco. No entanto, as entidades interessadas na tecnologia não foram encontradas e a patente expirou em 2004. A data oficial que marca o nascimento do Bitcoin é 3 de janeiro de 2009. Foi neste dia que Satoshi Nakamoto desenterrou o primeiro bloco e, conseqüentemente, recebeu uma recompensa de 50 Bitcoins. A primeira transação, por outro lado, foi feita em 12 de janeiro de 2009 – Hal Finney recebeu 12 Bitcoins de Satoshi Nakamoto. Outra data importante foi 2013 – nessa época, Vitalik Buterin criou uma nova plataforma distribuída e descentralizada para processamento de dados, designando-a de Ethereum [166].

Os resultados do inquérito, determinando o momento em que os inquiridos ouviram falar pela primeira vez sobre Blockchain (Figura 11), devem ser interpretados de forma otimista. 3,1% deles declararam ter ouvido falar da tecnologia em questão antes mesmo de 2009, portanto podem ser considerados entusiastas de TI acompanhando ativamente qualquer novidade técnica na área e, assim, possuindo um conhecimento amplo e continuamente atualizado. 19,5% declararam que foi entre 2009 e 2014, que foi a época do desenvolvimento do Bitcoin e o surgimento do Ethereum que foi o arauto da era Blockchain 2.0.

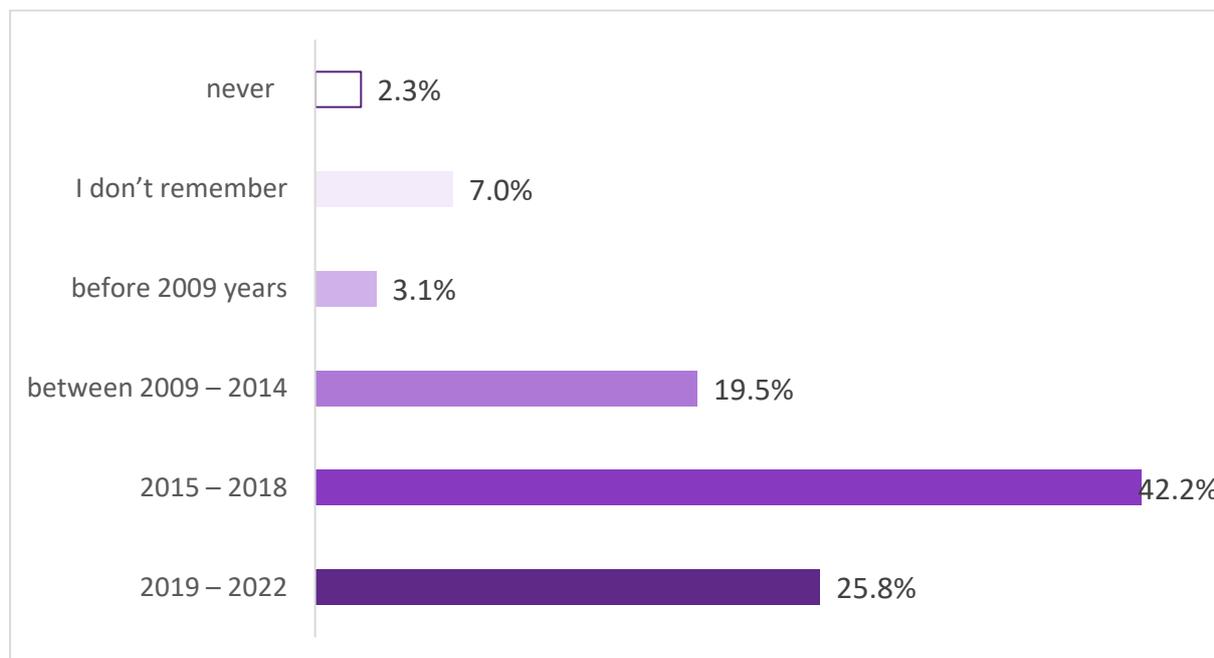
Os anos de 2015 a 2018 foram um verdadeiro “big bang” no mundo das criptomoedas. De vez em quando surgiram novas moedas e novas plataformas de câmbio, mas também houve muitos escândalos relacionados a várias fraudes e ilegalidades. Este foi o período mais turbulento, mas também dinâmico deste jovem mercado. Nessa época, a Blockchain foi ouvida pela primeira vez pelo maior grupo de entrevistados, 42,2%. Foi então que o mundo entendeu o enorme potencial por trás dessa solução, e novos conceitos e projetos assumindo a sua aplicação num espaço diferente dos serviços de criptomoedas, por exemplo, para monitorar mercadorias em cadeias de abastecimento, começaram a surgir.



A tecnologia Blockchain foi significativamente melhorada nos últimos 3 anos. A versão 4.0 apareceu, aumentando significativamente o espectro de implementações e benefícios potenciais. Os serviços reais baseados nesta solução difundiram-se, o que aumentou realisticamente a sua qualidade e segurança para os usuários. Além disso, o interesse de todo o mundo aumentou, o que, por sua vez, tornou o número de novos projetos e ideias nunca antes foi tão significativo. A Blockchain causou uma revolução no setor criativo e artístico ao transferir e proteger obras de arte para o espaço virtual (NFT). Com tanta publicidade, as informações sobre o fenômeno chegaram ao restante dos acadêmicos que lecionavam disciplinas de economia e gestão, que representavam 25,8% do total.

Apenas 2,3% afirmaram que o Blockchain não era familiar para eles, o que, como está apenas a começar e a estar diretamente ligado à sua profissão, pode ser considerado um preditor muito bom.

Figura 11. Conhecimento da tecnologia Blockchain – período de tempo*.



* alguns resultados não somam 100% devido a arredondamentos.

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

A Tabela 6 inclui dados, diferenciados pelo tempo, de aquisição das primeiras informações sobre Blockchain e o país em que trabalham as pessoas que participaram no inquérito. As indicações que ultrapassaram 10 pessoas estão destacadas em cores. A distribuição mais proporcional foi observada para os polacos. Na Alemanha, o registo dominante recaiu sobre o desenvolvimento mais dinâmico dos mercados de criptomoedas e, portanto, entre 2015 e 2018. Os holandeses aumentaram o interesse no setor um pouco mais cedo, desde



2009. Os portugueses, por outro lado, fizeram-no principalmente em anos recentes.

Tabela 6. Conhecimento da tecnologia Blockchain– ponto no tempo e países dos inquiridos

TEMPO	PAÍS						
	Dinamarca	Alemanha	Irlanda	Países Baixos	Polónia	Portugal	outro
2019 – 2022	3	3	2	3	5	16	1
2015 – 2018	4	12	5	14	9	10	
entre 2009 – 2014	1	2		13	2	6	1
antes 2009 years					3	1	
Não me lembro			1	2	4	2	
Nunca				1	2		

Fonte: elaboração própria com base no inquérito realizado.

A investigação teve uma amostra muito pequena para tirar conclusões claras sobre a correlação no contexto da experiência de professores e outros académicos. Da Tabela 7 fica claro apenas que, independentemente da antiguidade na profissão, as informações sobre Blockchain com maior publicidade chegaram aos inquiridos entre 2015 e 2018. Essa é uma conclusão lógica, pois foi quando a capitalização do mercado de criptomoedas aumentou significativamente, chamando a atenção dos economistas.

Tabela 7. Conhecimento da tecnologia Blockchain– ano e experiência

ANO	EXPERIÊNCIA				
	menos de 5 anos	5 a 10 anos	11 a 15 anos	16 a 20 anos	mais de 20 anos
2019 – 2022	8	6	2	2	15
2015 – 2018	13	11	10	7	13
2009 – 2014	4	7	6		8
antes de 2009			2	1	1
Não me lembro	3		1	2	3
Nunca			1	1	1

Fonte: própria elaboração com base nos estudos conduzidos.



Serviços financeiros e de criptomoedas (função de moeda, por exemplo, criptomoedas, finanças descentralizadas (DeFi) – 77% e transações e serviços bancários, por exemplo, pagamentos e micropagamentos ou compra e venda de ações, títulos digitais – quase 75%) são os mais difundidos e bem-estudados refletem a popularidade de tais soluções e o histórico do Blockchain relacionado às criptomoedas, o que é consistente com a profissão dos inquiridos. Seguiram-se NFT [167](46%) e segurança cibernética (segurança da troca de informações eletrónicas – 38,1%), que estão a conquistar o mercado e a ganhar popularidade.

Implementações não económicas são menos conhecidas. Elas são a maioria no grupo de aplicativos Blockchain marcados com a cor mais clara na Tabela 8 (porque itens com resultados semelhantes receberam códigos de cores). Esse grupo inclui itens que variam de 31% a 23,8%, portanto, cerca de um terço de todos os entrevistados conhecem-nos. Aplicações em segurança física, como biometria, permanecem relativamente menos conhecidas.

Tabela 8. Conhecimento das aplicações da tecnologia Blockchain

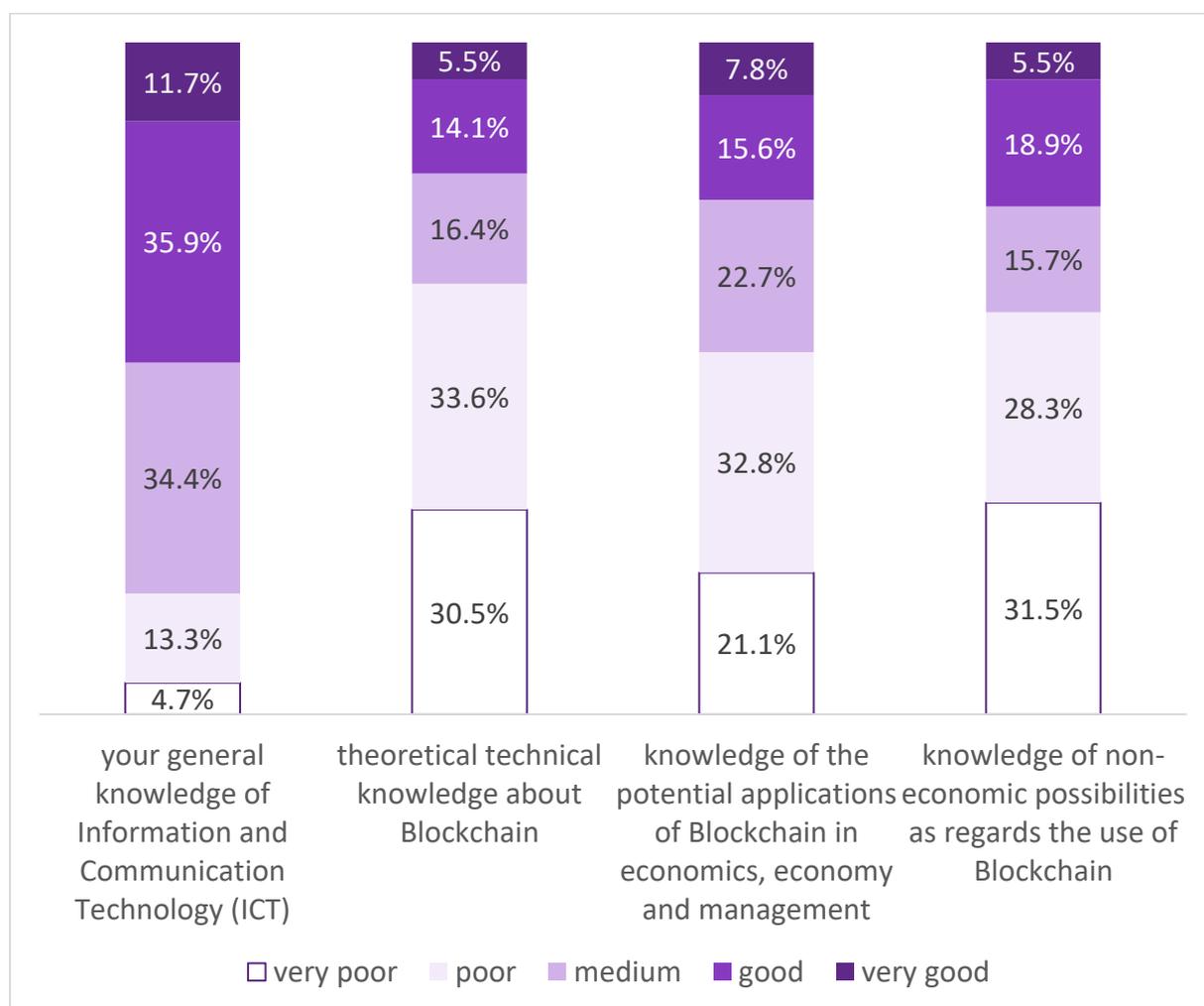
ÁREAS	%
função de moeda, por exemplo, criptomoedas, finanças descentralizadas (DeFi)	77,0%
transações e serviços bancários, por exemplo, pagamentos e micropagamentos ou compra e venda de ações, títulos digitais	74,6%
NFT (token não fungível)	46,0%
aumento da segurança e proteção da troca eletrónica de informações	38,1%
criação de documentação segura e confiável	31,0%
autenticação e contratos inteligentes, por exemplo, celebração de um contrato somente após as partes cumprirem certos requisitos, eliminação da necessidade de uma instituição intermediária de autenticação, como um notário	29,4%
novas oportunidades de financiamento para startups e angariação de fundos para instituições de caridade, novos modelos financeiros	27,8%
registros públicos, por exemplo, registros de terras, listas de infratores processados ou registros de registro civil	27,8%
tokenização de ativos	27,8%
registros privados, por exemplo, registros médicos, livros de notas eletrónicos ou registros de experiência de trabalho	26,2%
proteção de propriedade intelectual, por exemplo, patentes ou marcas registradas	26,2%
identificação pessoal e de entidades, por exemplo, confirmação de identidade em uma eleição, verificação de uma carteira de motorista ou autenticação de uma empresa num registro de devedores	25,4%
autenticação de bens e serviços, por exemplo, confirmação de quilometragem do carro, origem e prazo de validade de alimentos ou eliminação de medicamentos falsificados de circulação	23,8%
segurança física, por exemplo, acesso a um apartamento ou quarto de hotel	13,5%
Outro	7,1%

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.



A preferência global por Blockchain está a crescer. Estão a surgir novos projetos e setores económicos interessados, e o nível de conhecimento publicamente disponível sobre o assunto está a crescer – o número de publicações e artigos académicos aumenta, assim como o índice de busca no popular navegador Google [168]. Infelizmente, com base na Figura 12, pode-se presumir que há um nível relativamente baixo de conhecimento do ambiente relacionado com a Blockchain, tanto no contexto técnico quanto no contexto de projetos económicos e não económicos. Em todos estes casos, os conhecimentos de nível médio ou superior podem ser ostentados por menos de metade dos inquiridos: respetivamente: 36%, 46,1% e 40,1%. A exceção é a base de conhecimento em TIC, que pode ser descrita como alta.

Figura 12. Identificação do nível de conhecimento abrangendo questões selecionadas sobre Blockchain *.



* alguns resultados não somam 100% devido a arredondamentos.

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

A próxima tabela, 9, mostra que professores e outros académicos não estão familiarizados com termos relacionados com a Blockchain. Relativamente aos mais reconhecidos foram peer-to-peer – 63,3%, crowdfunding – 62,5% e



tokenização – 58,6%. Mais da metade referiu NFT – 50,8%. No entanto, isso não deve ser avaliado com rigor, pois mesmo entre aqueles que investem ativamente em criptomoedas, até 33,5% não têm conhecimento delas (ou dos mercados, projetos ou tecnologias por trás delas) ou esse conhecimento é residual e vem de interações com conhecidos [169].

Tabela 9. Conhecimento dos termos selecionados relacionados com a Blockchain

Conceitos	%
peer-to-peer (P2P)	63,3%
crowdfunding	62,5%
Tokenization	58,6%
NFT	50,8%
distributed networks	44,5%
Satoshi Nakamoto	38,3%
DAO	18,8%
Hashing	17,2%
hyperledger	14,8%
GPU	11,7%
Halving	10,9%
EEA	3,1%

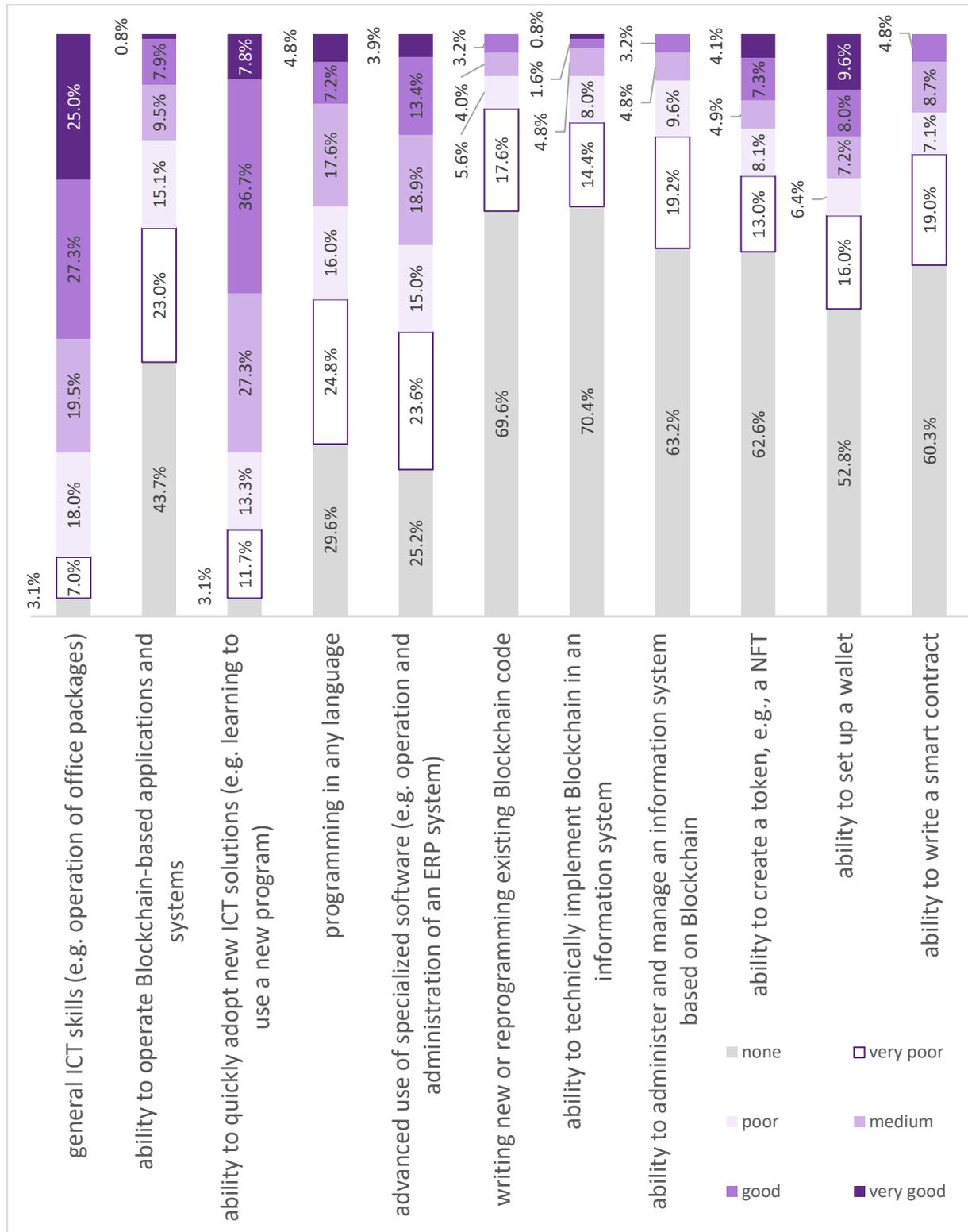
Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

Os entrevistados estão confiantes de que possuem um alto nível de competências e são rápidos em aprender coisas novas no campo mais amplo das TIC (Figura 12). Infelizmente, à medida que as suas competências de TI aumentam, a sua autoavaliação a esse respeito diminui significativamente. A grande maioria deles classificou a sua competência na operação de aplicativos baseados em Blockchain (81,8%), programação em qualquer linguagem (70,4%) e operação avançada de software especializado (63,8%) como baixa, muito baixa ou até mesmo nenhuma. Outros aspetos receberam resultados ainda mais fracos. A falta de quaisquer competências em mais de 50% dos casos foi declarada em: capacidade de criar ou editar código-fonte Blockchain (69,6%), implementação da tecnologia Blockchain (70,4%), gestão e administração de um sistema de TI baseado em Blockchain (63,2%), criação de um token, por exemplo NFT (62,6%), configuração de carteira (52,8%) e criação de contrato inteligente (60,3%). Deve-se ter em mente que o objetivo deste estudo é criar um modelo de ensino eficaz relacionado ao surgimento precoce da tecnologia da informação avançada num público muito específico, cuja esfera de interesse, muito provavelmente, são os efeitos das suas implementações em vez dos seus segredos técnicos. O estudo realizado na primeira fase consistiu na recolha de informação que permitirá uma melhor gestão dos recursos disponíveis e um planeamento mais eficaz da tarefa. É importante enfatizar que a avaliação de baixa competência que decorre da



Figura 13 não é uma tentativa de crítica, mas apenas uma avaliação do estado das coisas na consideração científica.

Figura 13. Identificação do nível de competências nas áreas selecionadas da Blockchain*.



* alguns resultados não somam 100% devido a arredondamentos.

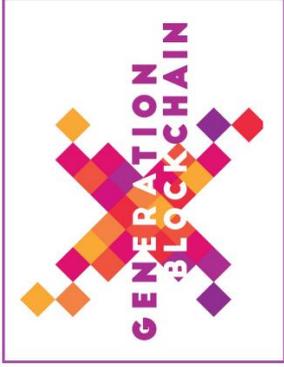
Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.





Co-funded by
the European Union

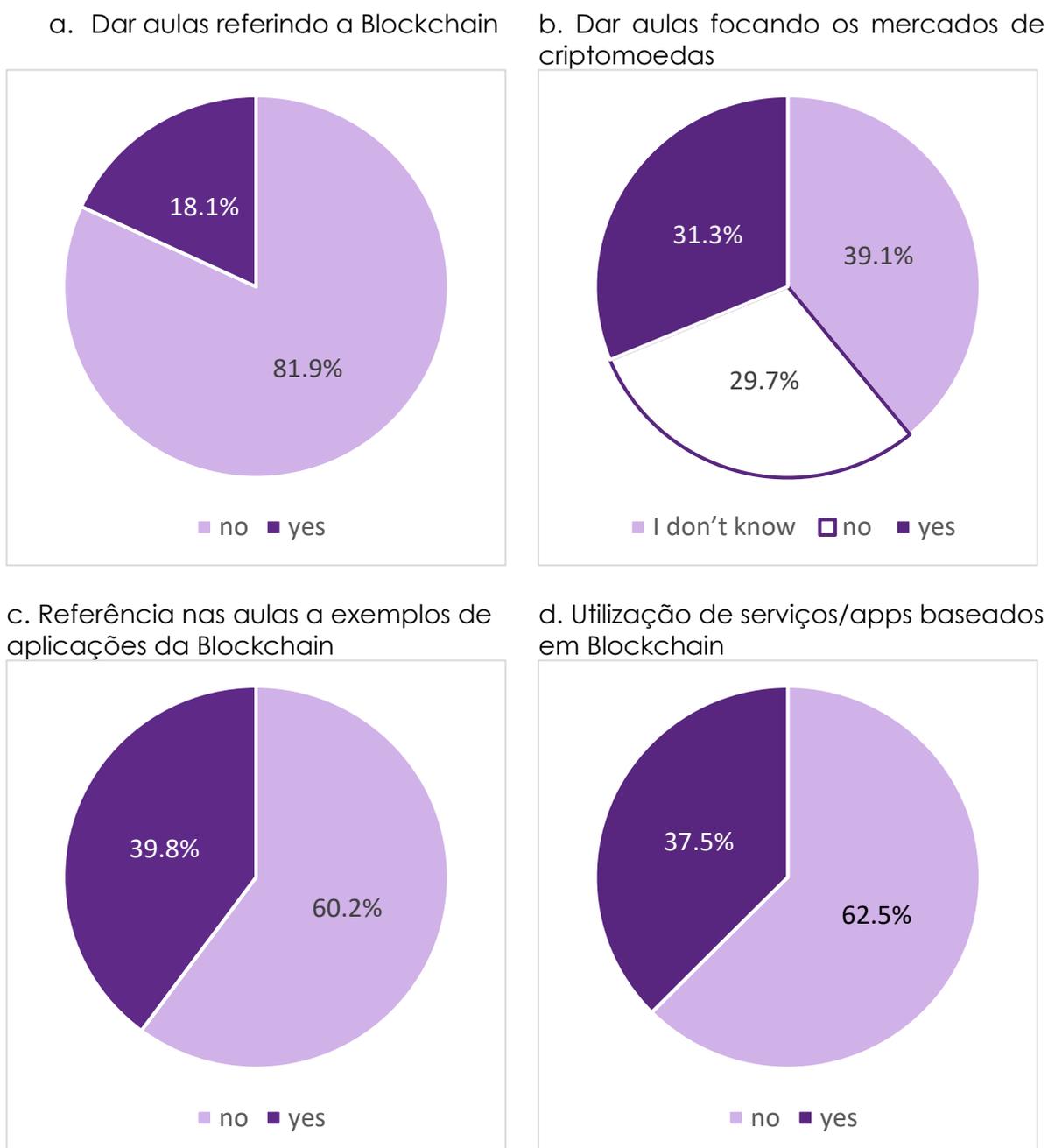
Projeto Generation Blockchain, número:
2021-1-PL01-KA220-HED-000031176



Mapa de palavras. Conhecimento dos conceitos associados à Blockchain.

Devido às conotações comuns de conteúdo, a próxima figura apresenta quatro gráficos sobre a experiência em ministrar aulas referindo a Blockchain, implementando aulas sobre mercados de criptomoedas no local de trabalho (na universidade), usando exemplos relacionados, por exemplo, implementação de Blockchain, e usando serviços/ aplicativos baseados em Blockchain (Figura 14).

Figura 14. Aspectos selecionados do ensino, Blockchain e criptomoedas



* alguns resultados não somam 100% devido a arredondamentos.

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.



O estudo da CoinDesk [170] realizado em 2018 argumentou que 42% das universidades inquiridas oferecem aulas de Blockchain. Em 2019, esse número deve aumentar em até 56%. A mesma entidade realizou um estudo atualizado em 2021, que deve ser considerado mais confiável, e a amostra da pesquisa aumentou de 50 para 230 escolas. Eles verificaram os resultados anteriores, determinando o número de universidades que realizam atividades educacionais nesta área em 37% [156]. Esse valor é mais que o dobro do resultado obtido no estudo do autor – 18% (Figura 14). É difícil avaliar a razão de tamanha discrepância, mas é possível presumir que seja devido às diferentes escalas de medição: 230 no mundo e 128 na Europa, onde não foram pesquisadas entidades, mas funcionários, que apesar das semelhanças, pode alterar o contexto final. Isso é um caso real para tratar e considerar as duas auditorias de forma independente. Também é impossível determinar se os resultados são consistentes ou divergentes, porque uma determinada pessoa pode trabalhar em várias escolas ou vários professores podem trabalhar no mesmo local. Foi feita uma tentativa de encontrar dados comparativos confiáveis na literatura para que houvesse a oportunidade de verificar ou determinar mudanças nesse fenômeno ao longo do tempo e, como resultado, determinar uma tendência de desenvolvimento, mas falhou. No entanto, dada a natureza do ambiente, deve-se supor um crescimento bastante dinâmico. De acordo com a Figura 14b, há uma chance real de que 30% dos entrevistados possam ter experiência prática no ensino de tópicos consistentes com Blockchain. Esse número pode até ser maior, pois no mesmo grupo, 31,3% não sabiam se sua universidade tinha aulas sobre mercados de criptomoedas. Infelizmente, essa ignorância pode sugerir uma falta de interesse em tais tópicos. Mais de um terço dos professores usam exemplos envolvendo Blockchain ao ensinar outras aulas. Um número semelhante (37,5%) admitiu ter usado um serviço ou aplicativo baseado em Blockchain pelo menos uma vez.

O líder claro em educação sobre Blockchain e tópicos relacionados continua a ser professores e entidades educacionais localizadas na Alemanha (Tabela 10). Os resultados comprovam que eles estão ansiosos para abraçar as inovações tecnológicas e usá-las no ensino. Neste contexto, os holandeses também se destacam positivamente. A sua experiência nesta matéria pode ser muito útil no desenvolvimento de conteúdos didáticos específicos. No entanto, permanece a questão de como e em que medida essas aulas são realizadas – elas foram formalmente aprovadas pela gestão das escolas? Os estudantes são ensinados como parte de um programa de graduação e, em caso afirmativo, quais cursos? São cursos online? São conduzidos em termos de efeitos mais técnicos ou económicos e capacidades de gestão? Todas essas perguntas são extremamente importantes e, para encontrar respostas específicas, faria sentido realizar investigações adicionais de pesquisa aprofundada (por exemplo, na forma de entrevistas) que se concentrassem



em entrevistados que tiveram contacto real com Blockchain na esfera didática.

Tabela 10. Aspectos seleccionados do ensino, Blockchain e mercados de criptomoedas de acordo com a nacionalidade dos inquiridos

TÓPICO	RESPOSTA	PAÍS						
		Dinamarca	Alemanha	Irlanda	Países Baixos	Outro	Polónia	Portugal
TÓPICO/CURSO ESPECÍFICO RELACIONADO COM A BLOCKCHAIN	Não	6	5	7	29	1	22	34
	Sim	2	12	1	3	1	3	1
AULAS NA UNIVERSIDADE SOBRE MERCADOS DE CRIPTOMOEDA	Não sei	1		2	14		12	21
	Não	4	4	4	7		9	10
	Sim	3	13	2	12	2	4	4
REFERIR TÓPICOS OU CITAR EXEMPLOS DURANTE AS AULAS RELATIVAMENTE À IMPLEMENTAÇÃO, MODELOS DE NEGÓCIO, PROJETOS, ETC. RELACIONADOS COM A BLOCKCHAIN	Não	5	3	4	17	1	20	27
	Sim	3	14	4	16	1	5	8
APLICAÇÕES DE TECNOLOGIAS OU SERVIÇOS BASEADOS NA BLOCKCHAIN	Não	6	3	2	24		15	30
	Sim	2	14	6	9	2	10	5

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

O nível de absorção de inovações tecnológicas é variado em diferentes faixas etárias (isso é evidenciado por muitas publicações e compilações estatísticas como [171]). Com a idade, o nível de habilidades e interesses tecnocráticos diminui. Essa tendência está a mudar lentamente ao longo do tempo. No entanto, é um processo muito lento. Menos experiência na profissão não coincide necessariamente com a idade do professor, mas na maioria das vezes coincide. Com base nessa descoberta, pode-se concluir que os dados da Tabela 11 parecem confirmar a relação inversa entre a experiência profissional e a implementação de aulas baseadas e voltadas para as novas tecnologias.



Tabela 11. Aspectos selecionados dos mercados de educação, Blockchain e criptomoedas em relação ao critério de experiência dos inquiridos*

TÓPICO	RESPOSTA	PAÍS				
		Menos de 5 anos	5 a 10 anos	11 a 15 anos	16 a 20 anos	Mais de 20 anos
TÓPICO/CURSO ESPECÍFICO RELACIONADO COM A BLOCKCHAIN	Não	17	18	21	11	37
	Sim	11	6	1	2	3
TÓPICOS RELACIONADOS COM A BLOCKCHAIN OU EXEMPLOS CITADOS DAS SUAS IMPLEMENTAÇÕES, MODELOS DE NEGÓCIOS, PROJETOS, ETC. DURANTE AS PALESTRAS	Não	13	11	16	9	28
	Sim	15	13	6	4	13
TECNOLOGIA OU SERVIÇO BASEADO EM BLOCKCHAIN NA PRÁTICA	Não	11	13	13	9	34
	Sim	17	11	9	4	7

* na tabela, foi omitido o resumo da implementação das aulas relacionadas às criptomoedas em relação à idade, pois não há relação clara e lógica (ou muito pouca) entre a experiência do funcionário e a estratégia educacional da instituição.

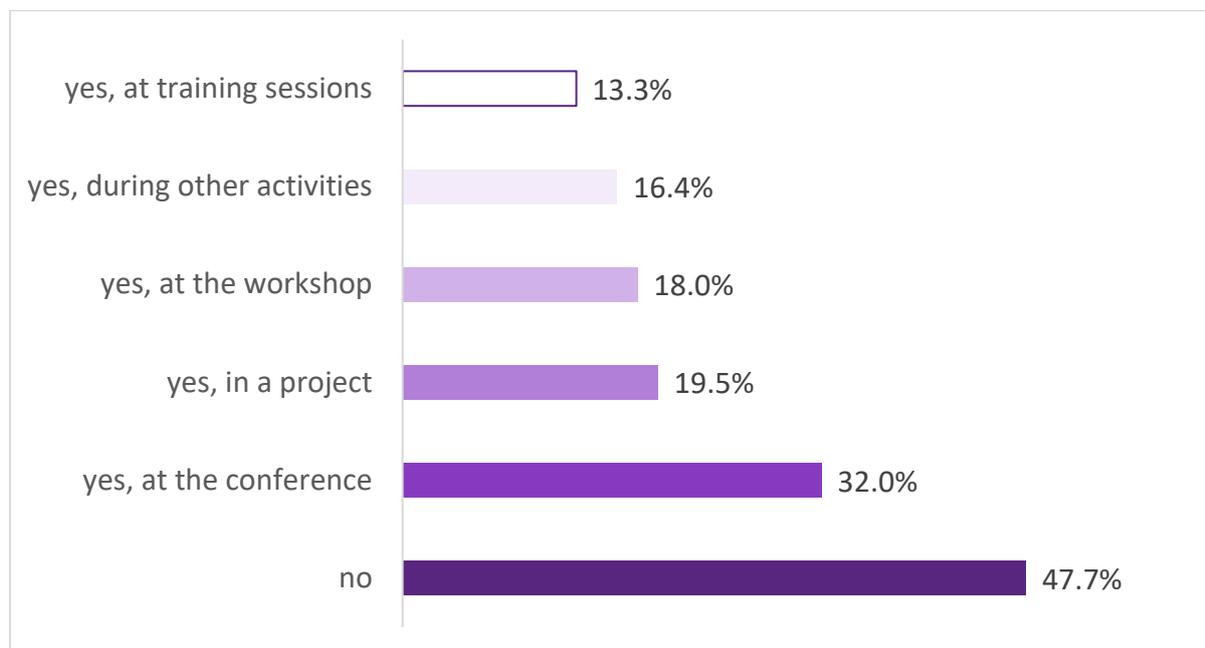
Fonte: elaboração própria com base em pesquisas realizadas.

Investigadores e professores são potencialmente muito propensos a interagir com soluções atuais e futuras que geram entusiasmo no mundo técnico-científico-negócios. Isso porque a natureza do seu trabalho os incentiva a trocar ideias frequentemente com outros investigadores (no caso de académicos) e a tornar públicos e compartilhar seus resultados de investigação, que devem abordar temas e questões importantes e oportunas. Devem também auto-aperfeiçoar-se (principalmente, docentes), participar em cursos especializados e programas de desenvolvimento. Muitas vezes também é política das universidades estimular fortemente a cooperação com o mundo dos negócios, que pelo critério económico muitas vezes torna-se um arauto de novas soluções perante a instituição científica. Então, como é que essas interações se apresentam em relação à tecnologia Blockchain? Uma pista é fornecida pelos dados visualizados na Figura 15. Acontece que quase metade dos inquiridos não teve exposição aos tópicos Blockchain. Daqueles que estavam na situação oposta, o maior grupo referiu Blockchain em conferências académicas (32%). Um pouco menos, 19,5%, participou de



projetos direta ou indiretamente relacionados à tecnologia. Outros ainda a referiram oficinas: 18%, formações: 13,3% ou em outras atividades: 16,4%.

Figura 15. Contacto com Blockchain durante diversas atividades de ensino e investigação*



* possibilidade de mais do que uma resposta.

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

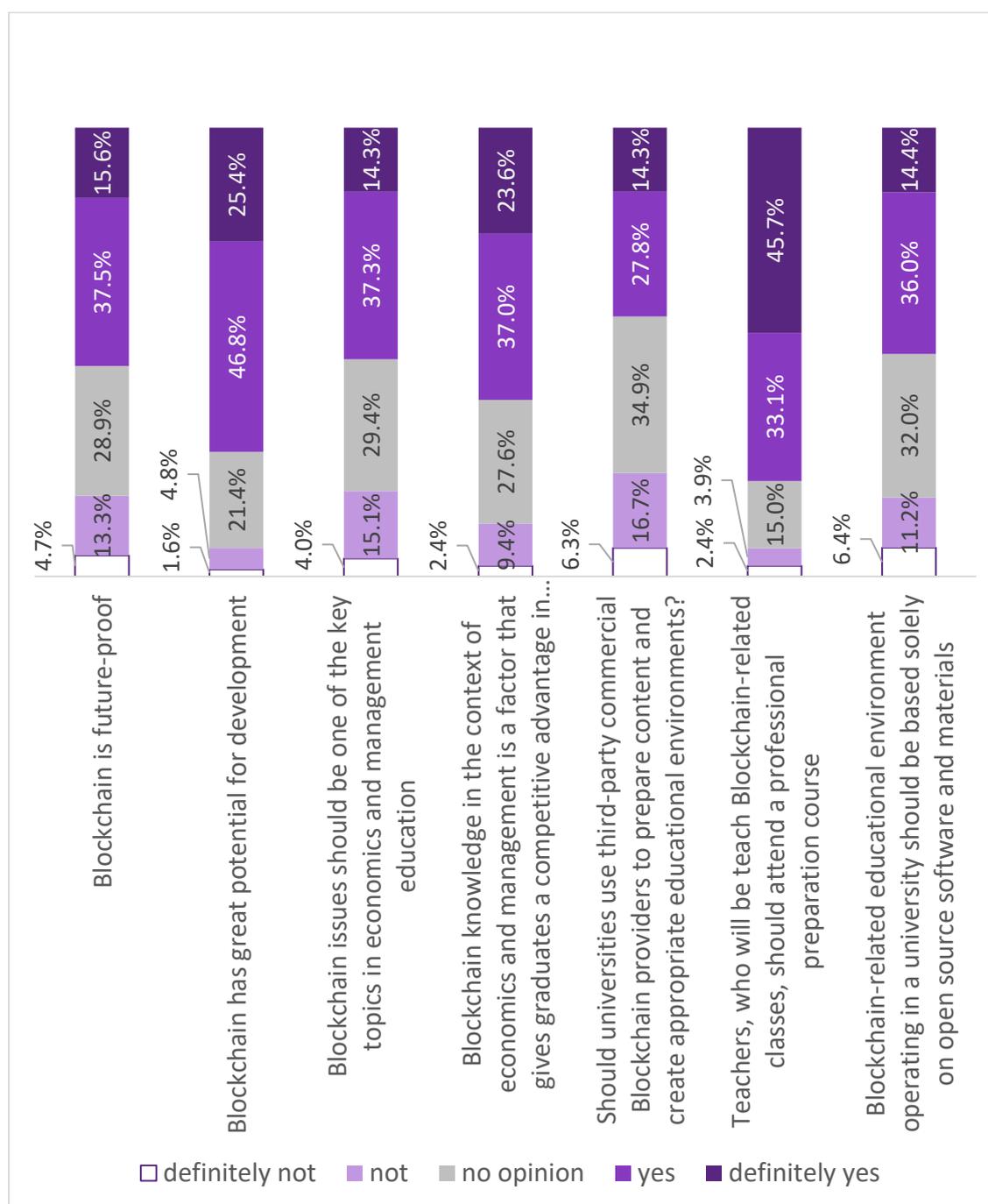
Os inquiridos apreciam o papel que a tecnologia Blockchain desempenha e desempenhará no futuro próximo para a economia e os serviços sociais e que dará aos graduados uma vantagem competitiva no mercado de trabalho (Figura 16). Eles também estão convencidos da sua tendência de desenvolvimento. Pouco mais de metade (51,6%) assumiu a posição de que deveria ser matéria de ensino em áreas relacionadas com a economia e gestão. Ao desenhar o inquérito, o autor esperava um resultado superior, mas deve ser notada a proporção de quase 30% de pessoas que não opinaram sobre esse assunto, o que afeta significativamente a rápida interpretação visual (daí, as respostas “sem opinião” foram marcadas em cinza). Eliminando os dados que não alteram a situação (respostas neutras), o resultado obtido deve ser justaposto diretamente com a opinião contrária, para que assuma um tom totalmente novo. O apoio à educação Blockchain foi dado por 51,6% e a opinião oposta foi de apenas 19,1%. Isso prova que mais de duas vezes e meia o número de professores que preencheram o questionário concorda com a necessidade de introduzir essa disciplina no currículo de economia e gestão.

Os professores não se sentem à vontade para enfrentar o desafio de ensinar Blockchain. Isso certamente é influenciado pela falta de conhecimento e



competência suficientes, identificadas anteriormente, especialmente em ciência da computação especializada. Provavelmente, esse é o principal motivo da declaração da necessidade de referirem a necessidade de um curso preparatório especializado para trabalhar efetivamente com os estudantes.

Figura 16. Opinião sobre determinados aspetos seleccionados da Blockchain e sobre o ensino da Blockchain*



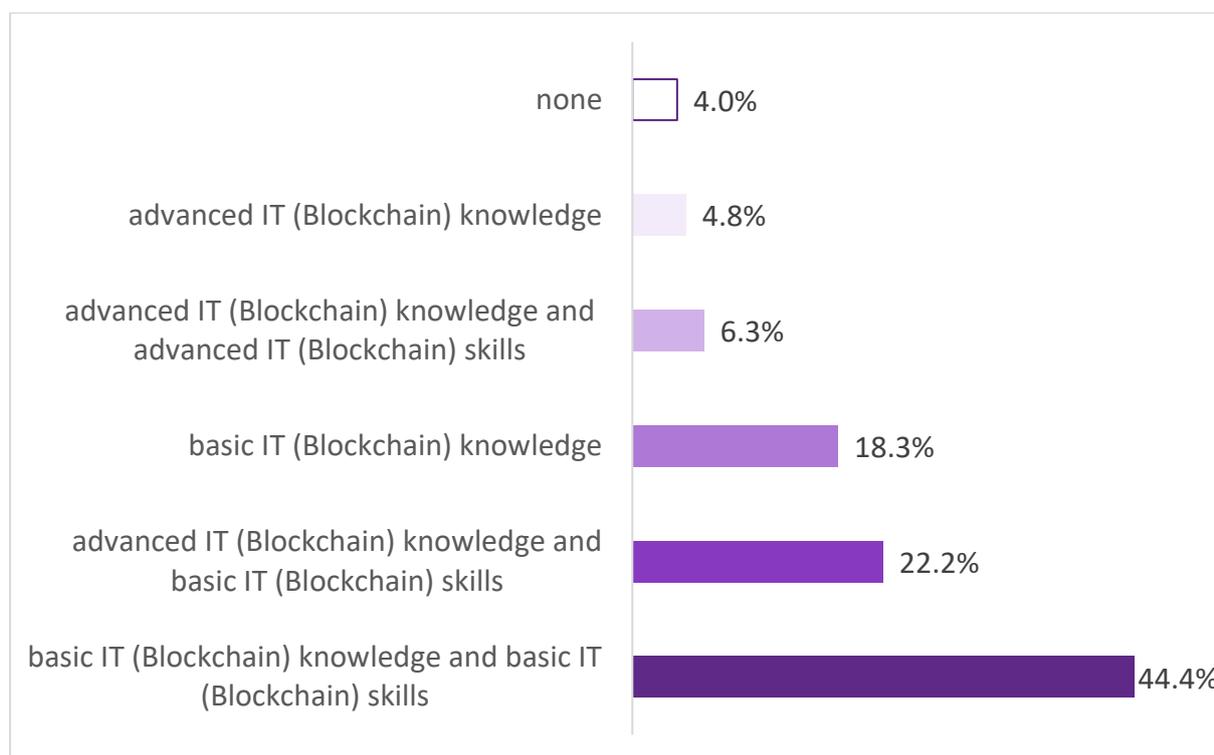
* alguns resultados não somam 100% devido a arredondamentos.

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.



Parece ser extremamente difícil ensinar efetivamente assuntos técnicos avançados para cursos pertencentes às humanidades. No entanto, tal identificação e classificação hermética na era da revolução digital não parece resistir ao teste do tempo. A convergência ubíqua força a fusão e a interdisciplinaridade, ainda mais determinada pelas expectativas do mercado de trabalho. Liderando a consideração de um modelo eficaz que possa facilitar o planeamento e a estratégia de ensino da Blockchain, é necessário perguntar sobre o equilíbrio entre as competências práticas de TI e o conhecimento da tecnologia e as formas e efeitos do seu uso. Parece não haver justificação lógica para educar economistas e executivos na direção de programação avançada e criptografia. Os inquiridos expressaram opinião semelhante, conforme evidenciado na Figura 17. Fazendo a média dos resultados, mas ao mesmo tempo levando em consideração as porcentagens, pode-se concluir que tal ensino deve ser feito de acordo com a ideia: conhecimento teórico básico/ avançado e apenas básico competências de TI.

Figura 17. Nível de conhecimento e competências de TI no modelo de ensino Blockchain para economia e gestão



Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

As conclusões da Figura 17 são confirmadas pela Tabela 12. Esta mostra que a técnica de eleição para ensinar tópicos relacionados com a Blockchain são exercícios (68,8%), estudos de caso (68%) e palestras (60,9%). Menos populares, foram as técnicas com maior índice técnico como projetos e experimentações (43%) e laboratórios (40,6%).



Tabela 12. Técnicas preferidas de ensino da Blockchain

MÉTODO DE ENSINO	%
exercícios	68,8%
estudos de caso	68,0%
aulas/ palestras	60,9%
conceção de experiências	43,0%
laboratórios	40,6%
outro	4,7%

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

Os inquiridos expressaram a opinião de que o ensino de Blockchain deve ocorrer em estudos de bacharelado (68,8%) ou mestrado (65,6%). Ainda 35,9% reservam essa área de conhecimento para estudos de doutoramento (Tabela 13).

Tabela 13. Em que nível educacional as aulas de Blockchain devem ser lecionadas

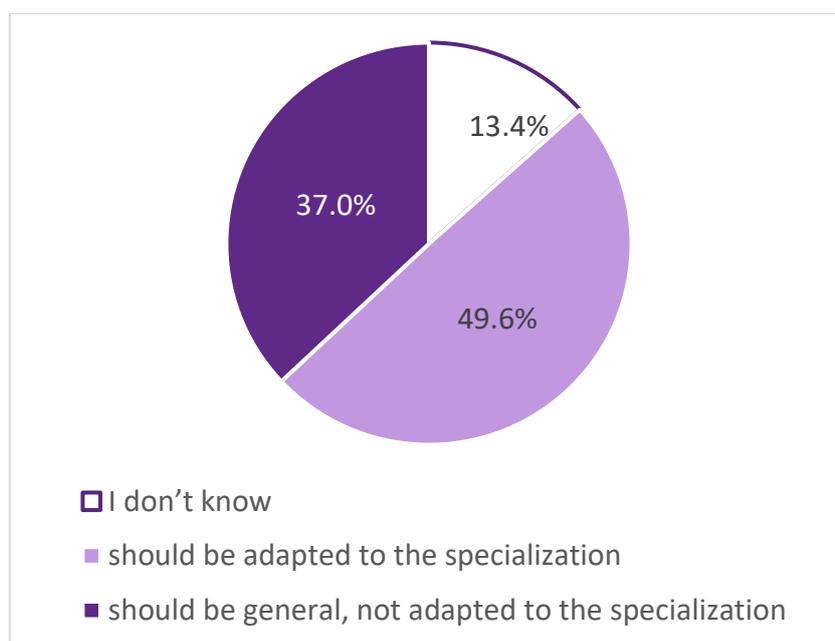
EDUCATIONAL LEVEL	%
bachelor degree studies	68,8%
master degree studies	65,6%
doctoral studies	35,9%
I don't know	13,3%
should not be conducted	0,8%

Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

Quando inquiridos sobre a questão de adaptar o conteúdo substantivo que abrange Blockchain a uma especialização de estudo específica, os inquiridos discordaram. Embora o maior grupo (49,6%) tenha afirmado que o conteúdo deveria ser adaptado ao perfil escolhido, um pouco menos, 37%, persistiram na crença de que o conteúdo deveria ser universal e igual para todos os estudantes que estudam economia ou gestão (Figura 18).



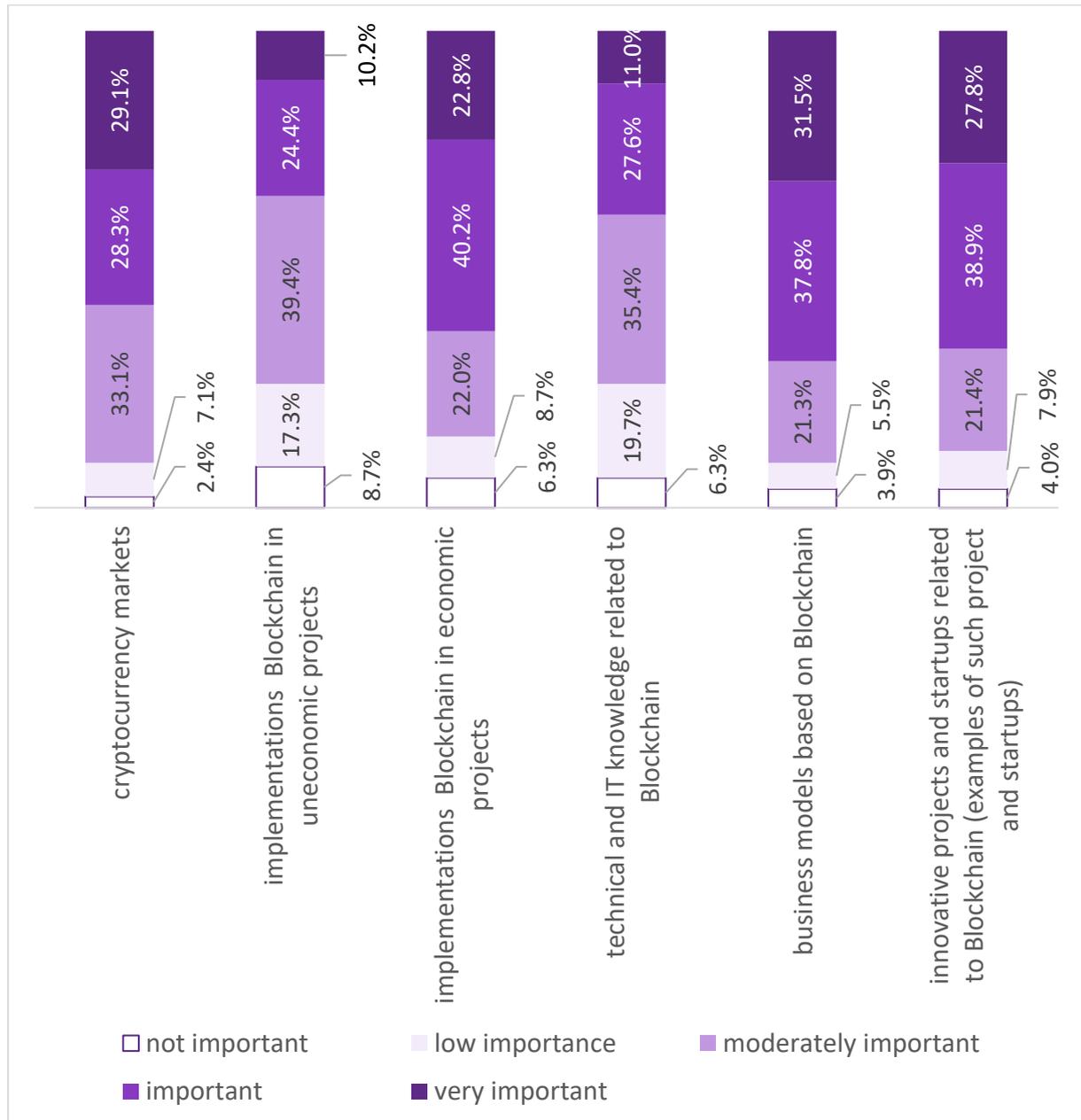
Figura 18. Adaptação do conteúdo educacional à especialização



Fonte: Elaboração própria baseado no inquérito realizado.

A investigação cujos resultados foram publicados num artigo académico intitulado: “Why should Business schools teach blockchain technology?” mostrou que os estudantes universitários estão otimistas sobre a aprendizagem dos mercados Blockchain e criptomoedas. Portanto, faz todo o sentido incluir esse tópico no currículo e essa exigência deve ser implementada em todas as escolas de negócios [172]. Não há escassez de argumentos na literatura apoiando tal ideia (p.e., [173, 174, 175, 176]). Isso coincide com as opiniões dos inquiridos, que apoiaram predominantemente essa posição (Figura 19). Todos os aspetos do conhecimento relacionados com a Blockchain foram considerados importantes, mas os seguintes foram identificados como os mais importantes e de maior valor para estudantes de economia e gestão: mercados de criptomoedas, projetos económicos baseados em Blockchain, modelos de negócios baseados em Blockchain e estudos de caso de inovações Projetos e startups relacionados a Blockchain.

Figura 19. Avaliação da importância de transmitir aos Estudantes conhecimento sobre os aspetos seleccionados da Blockchain *



* alguns resultados não somam 100% devido ao arredondamento utilizado.

Fonte: elaboração própria baseada no inquérito realizado.

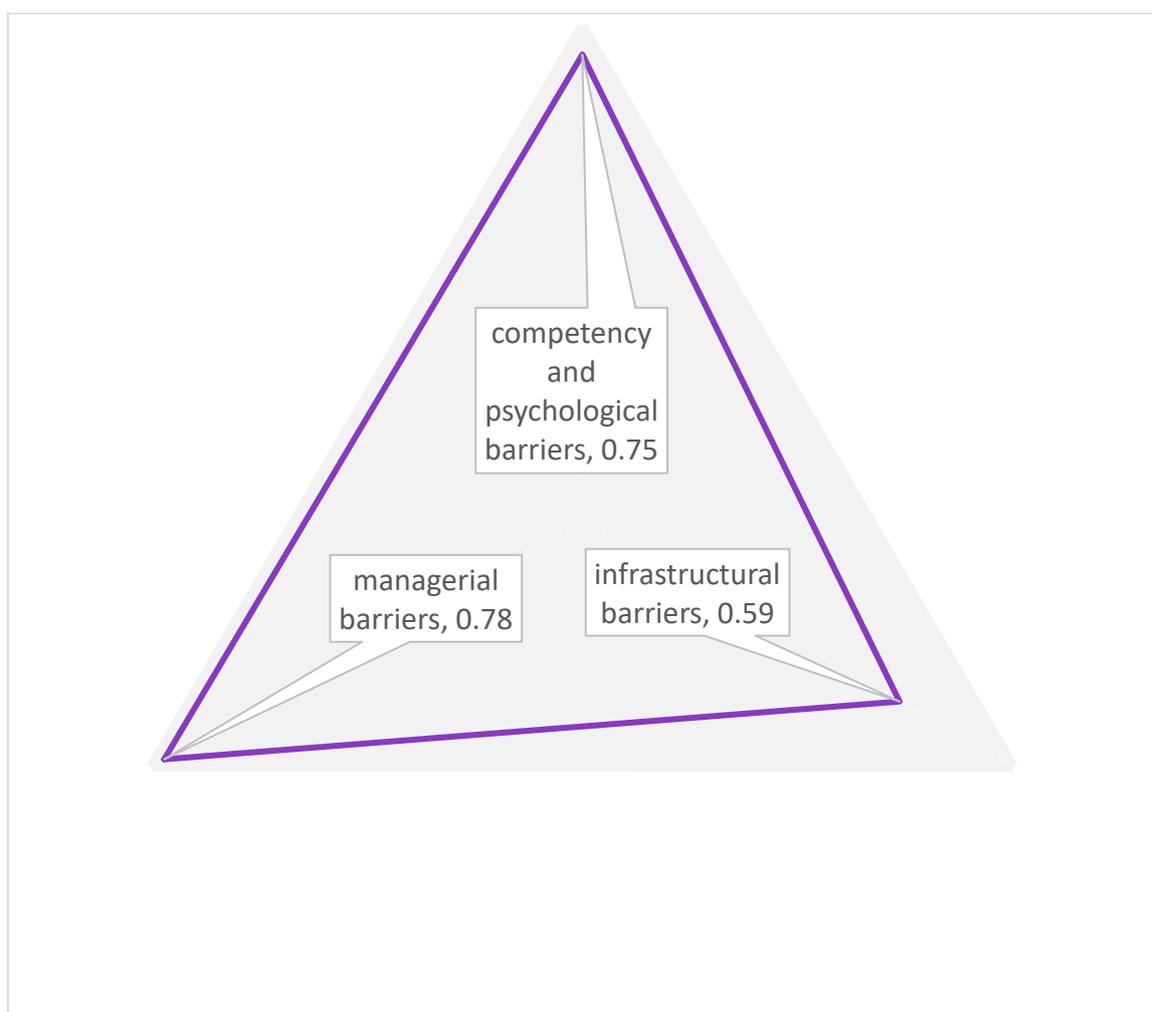
Existem três tipos principais de barreiras no ensino de tópicos relacionados com a Blockchain. Essas barreiras incluem:

- psicológicas e relacionadas com a falta de competência,
- gestão organizacional,
- infraestruturas.



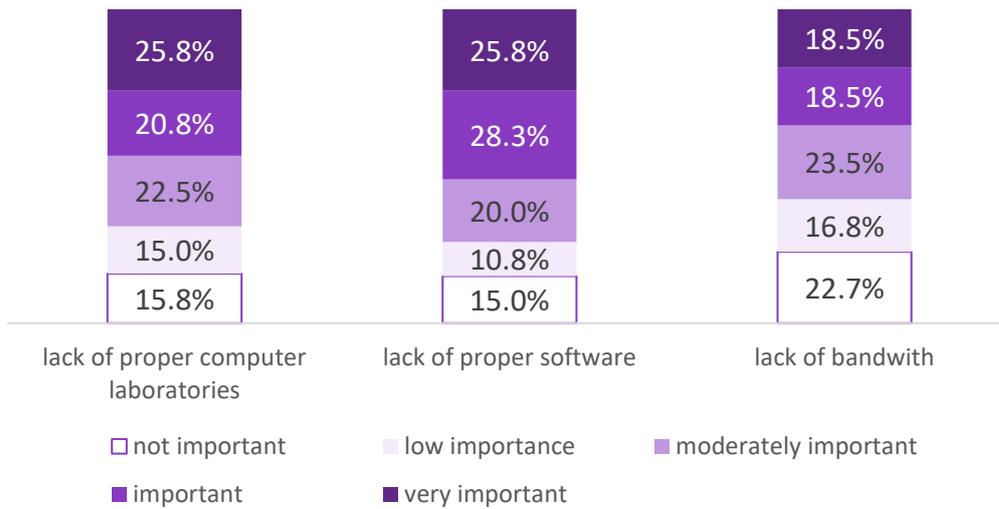
De acordo com a opinião dos respondentes, todas as barreiras constituem obstáculos reais e significativos (Figura 20). Os mais fáceis de superar são aqueles decorrentes do nível de infraestrutura existente. Sua relevância foi avaliada em 59 pontos em uma escala de 100 pontos. Barreiras em competências e preocupações sobre a condução de aulas tão difíceis ficaram em segundo lugar (75 pontos em 100). No entanto, as questões organizacionais e de gestão foram consideradas as mais críticas, que receberam 78 pontos em 100. Os professores hierarquizaram adequadamente essas barreiras acreditando que fatores regulatórios, gerenciais ou sistêmicos de cima para baixo podem ser adversários intransponíveis. Conclusões semelhantes foram tiradas de um estudo cujos resultados foram apresentados em um artigo intitulado “Barreiras da Organização para a Blockchain da Educação” [177].

Figura 20. Barreiras ao ensino de tópicos envolvendo Blockchain



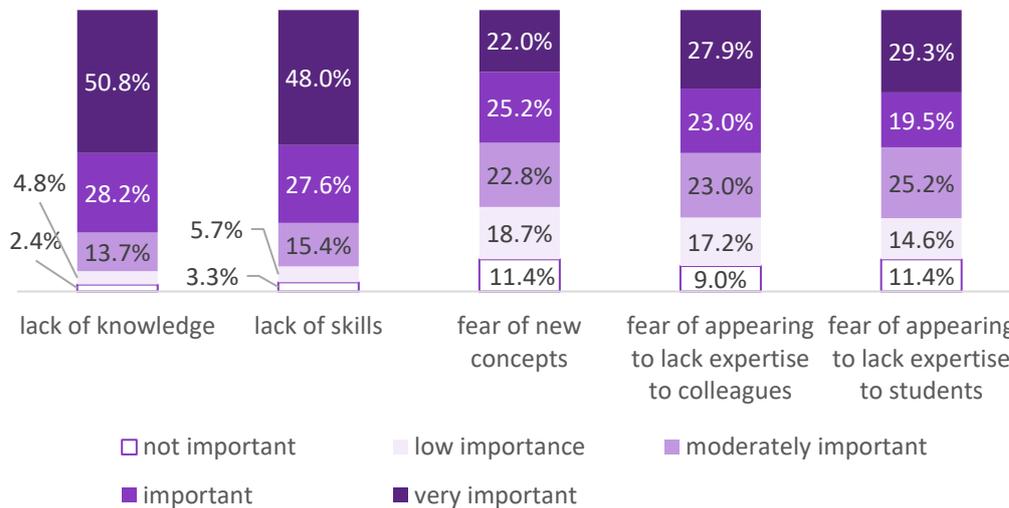
Fonte: Elaboração própria baseada no inquérito realizado.

The biggest infrastructure barrier is the lack of software



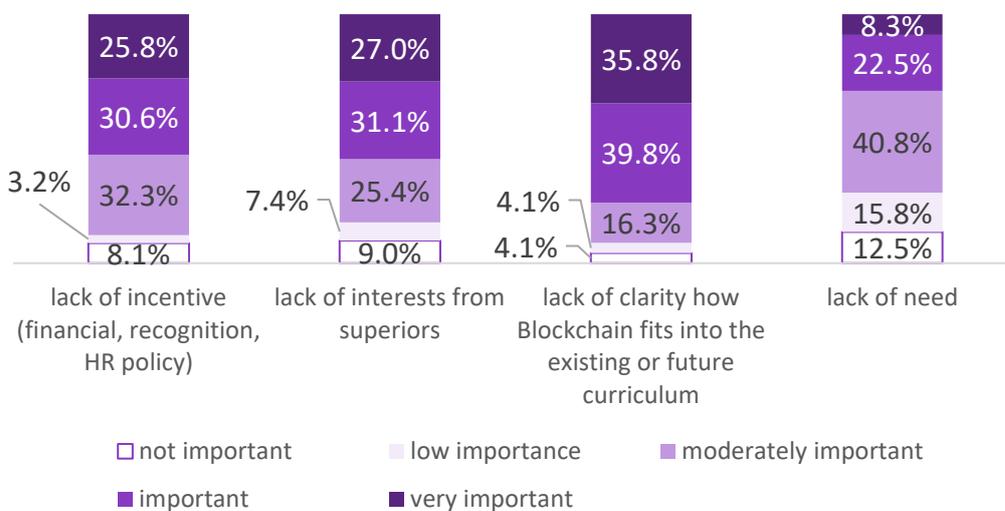
INFRASTRUCTURE BARRIERS

The biggest psychological barrier is the lack of knowledge



PSYCHOLOGICAL AND COMPETENCE BARRIERS

The biggest organizational barrier is uncertainty about the curriculum



ORGANIZATIONAL AND MANAGEMENT BARRIERS



X. IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES OCULTAS ENTRE OS FENÓMENOS ESTUDADOS

Os resultados desta investigação foram submetidos à análise estatística a fim de identificar relações matematicamente significativas entre os fenómenos estudados. A análise foi realizada no contexto de declarações inseridas na demografia, o que acabou por resultar em mais de 100 combinações possíveis. Infelizmente, as comparações com a opção que indicava a área de ensino tiveram que ser abandonadas, pois nessa questão era possível mais de uma resposta.

Para otimizar os resultados obtidos, utilizou-se a estatística λ^2 (chi-square) e três coeficientes V-Cramer, Txy Czuprow e coeficiente de correlação C-Pearson. Como cada uma dessas ferramentas tem a sua própria especificação, foram redefinidos limites de interpretação, cujos valores estão presentes na Tabela 14.

Tabela 14. Limites de interpretação para coeficientes de correlação V – Cramer, Txy Czuprow e C-Pearson.

V-CRAMER	T_{xy} CZUPROW	C-PEARSON
<0;0,25> falta de correlação	<0;0,25> falta de correlação	<0;0,35> falta de correlação
(0,25;0,35> correlação fraca	(0,25;0,35> correlação fraca	(0,35;0,45> correlação fraca
(0,35;0,45> correlação moderada	(0,35;0,45> correlação moderada	(0,45;0,55> correlação moderada
(0,45;0,55> correlação forte	(0,45;0,55> correlação forte	(0,55;0,65> correlação forte
(0,55;1> correlação muito forte	(0,55;1> correlação muito forte	(0,65;1> correlação muito forte

Fonte: elaboração própria.

Assumiu-se que a correlação seria real se, pelo menos, dois dos três coeficientes utilizados comprovassem a sua existência. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 15.



Tabela 15. Resultados da análise estatística para deteção de correlações estatisticamente significativas

#	VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	RESULTADOS
1	Conhecimento técnico teórico sobre Blockchain	país	teste de chi-square 0,005122985<=0,05 chi-square 57,21218159 V – Cramer 0,334279138 correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,302055299 correlação fraca Coefficiente de correlação C-Pearson 0,555788403 correlação forte
2	Conhecimento técnico teórico sobre Blockchain	experiência	teste de chi-square 0,005142<=0,05 chi-square 36,09106 V – Cramer 0,2655 correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,2655 correlação fraca Coefficiente de correlação C-Pearson 0,468983 correlação moderada
3	Conhecimento das potenciais aplicações do Blockchain em economia e gestão	país	teste de chi-square 0,000161096<=0,05 chi-square 69,14179665 V – Cramer 0,367481389 correlação moderada T_{xy} Chuprov 0,33205692 correlação fraca Coefficiente de correlação C-Pearson 0,592217143 correlação forte



#	VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	RESULTADOS
4	Conhecimento das potenciais aplicações do Blockchain em economia e gestão	experiência	teste de chi-square 0,00841<=0,05 chi-square 37,34017 V – Cramer 0,270056 correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,270056 correlação fraca Coeficiente de correlação C-Pearson 0,475225 correlação moderada
5	Conhecimento de possibilidades não económicas no que diz respeito ao uso de Blockchain	país	teste de chi-square 0,00003302<=0,05 chi-square 77,06788892 V – Cramer 0,38949768 correlação moderada T_{xy} Chuprov 0,351950884 correlação moderada Coeficiente de correlação C-Pearson 0,614538924 correlação forte
6	Conhecimento de possibilidades não económicas no que diz respeito ao uso de Blockchain	experiência	teste de chi-square 0,04843<=0,05 chi-square 28,34661 V – Cramer 0,236221 falta de correlação T_{xy} Chuprov 0,236221 falta de correlação Coeficiente de correlação C-Pearson 0,427169 correlação fraca
7	Reescrevendo ou reprogramando código Blockchain já existente	país	teste de chi-square 0,014074909<=0,05 chi-square



#	VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	RESULTADOS
			50,11819448 V – Cramer 0,316601309 correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,286081577 correlação fraca Coefficiente de correlação C-Pearson 0,534973258 correlação moderada
8	Capacidade de criar um token, p. e., um NFT	país	teste de chi-square 0,00000893<=0,05 chi-square 102,5557804 V – Cramer 0,447213595 correlação moderada T_{xy} Chuprov 0,390164007 correlação moderada Coefficiente de correlação C-Pearson 0,674299894 correlação muito forte
9	Capacidade de configurar uma carteira	país	teste de chi-square 0,000492899<=0,05 chi-square 82,0038708 V – Cramer 0,362223955 correlação moderada T_{xy} Chuprov 0,346084267 correlação fraca Coefficiente de correlação C-Pearson 0,629401746 correlação forte
10	Capacidade de configurar uma carteira	experiência	teste de chi-square 0,043627769<=0,05 chi-square 38,3211855 V – Cramer 0,276843586



#	VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	RESULTADOS
			<p>correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,261822498</p> <p>correlação fraca Coeficiente de correlação C-Pearson 0,484393388</p> <p>correlação moderada</p>
11	Capacidade de escrever um contrato inteligente	país	<p>teste de chi-square 0,002168845<=0,05</p> <p>chi-square 57,37936375</p> <p>V – Cramer 0,33741361</p> <p>correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,304887614</p> <p>correlação fraca Coeficiente de correlação C-Pearson 0,55937446</p> <p>correlação forte</p>
12	Conhecimento técnico e de TI relacionado com a Blockchain	país	<p>teste de chi-square 0,038168843<=0,05</p> <p>chi-square 46,07861986</p> <p>V – Cramer 0,301174276</p> <p>correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,272141679</p> <p>correlação fraca Coeficiente de correlação C-Pearson 0,51597424</p> <p>correlação moderada</p>
13	Falta de conhecimento	país	<p>teste de chi-square 0,025610741<=0,05</p> <p>chi-square 45,09556599</p> <p>V – Cramer 0,301526914</p> <p>correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,272460324</p>



#	VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	RESULTADOS
			correlação fraca Coeficiente de correlação C-Pearson 0,516417334 correlação moderada
14	Falta de competências	país	teste de chi-square 0,047070158<=0,05 chi-square 44,95760108 V – Cramer 0,302286682 correlação fraca T_{xy} Chuprov 0,273146851 correlação fraca Coeficiente de correlação C-Pearson 0,517370585 correlação moderada
15	Medo de novos conceitos	experiência	teste de chi-square 0,027657<=0,05 chi-square 29,8498 V – Cramer 0,246313 falta de correlação T_{xy} Chuprov 0,246313 falta de correlação Coeficiente de correlação C-Pearson 0,441915 correlação fraca

Fonte: elaboração própria, com base no inquérito realizado.

Com base no critério adotado, as correlações colocadas nos itens 6 e 15 da Tabela 15 devem ser rejeitadas. Além disso, os valores obtidos levantam incerteza sobre o rigor da correção interpretativa adotada no contexto do coeficiente de correlação C-Pearson. Uma certa regularidade pode ser observada, que consiste no facto de que os valores obtidos a partir dos cálculos utilizando os coeficientes V-Crammer e Txy Czuprow são semelhantes e na maioria dos casos o resultado da interpretação tem uma correlação semelhante (itens 3 e 9). Entretanto, o uso do terceiro coeficiente faz com que o resultado seja uma ordem ou até duas ordens maior. Dicas práticas e sugestões relacionadas a essas disparidades não foram encontradas na



literatura. Este é um problema científico importante e interessante no campo da estatística, cuja solução requer um estudo separado. Talvez a introdução de coeficientes de correção com valores maiores fosse suficiente.

As relações mais fortes foram encontradas para os itens 5 e 8 e assim: a avaliação do nível de conhecimento sobre a possibilidade de uso não económico da tecnologia Blockchain e o local (país) de trabalho do inquirido e a declaração da capacidade de criar um token e novamente o local (país) do trabalho do inquirido. O primeiro deles é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16. Avaliação do nível de conhecimento sobre a possibilidade de uso não económico da tecnologia Blockchain em relação à localização da universidade

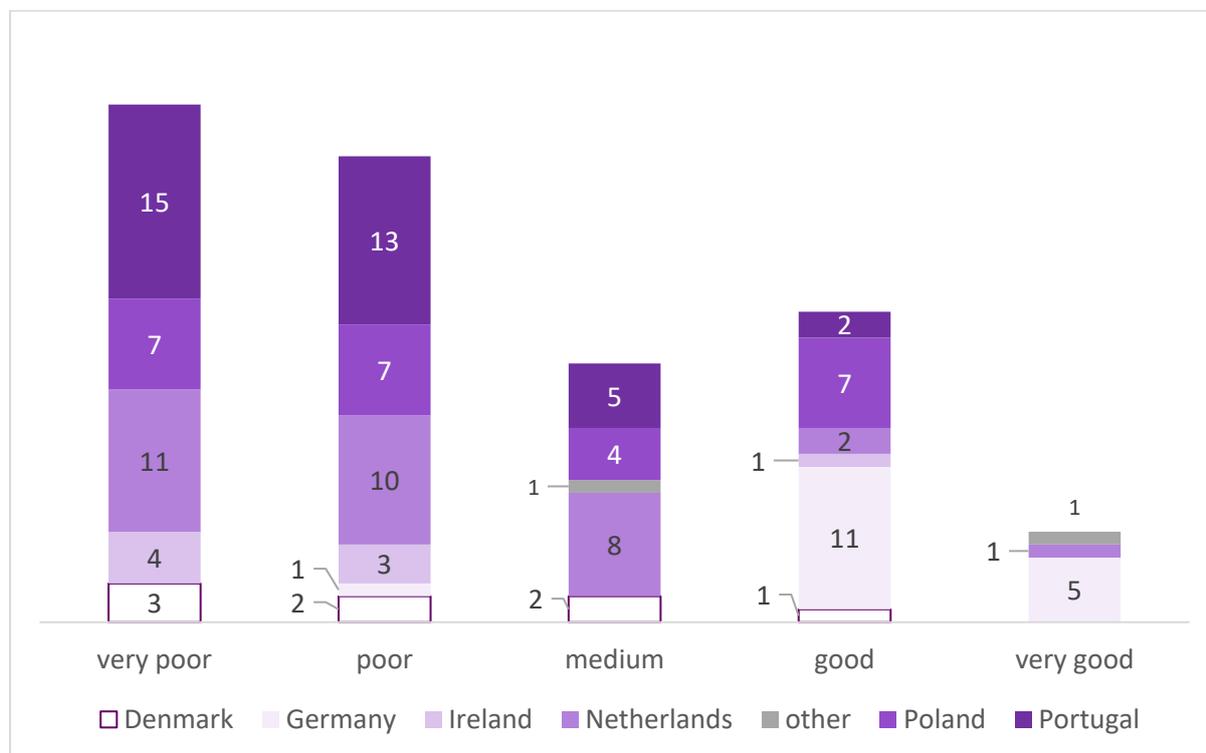
AVALIAÇÃO	PAÍS							TOTAL
	Dinamarca	Alemanha	Irlanda	Países Baixos	Outro	Polónia	Portugal	
muito baixo	3		4	11		7	15	40
baixo	2	1	3	10		7	13	36
médio	2			8	1	4	5	20
bom	1	11	1	2		7	2	24
muito bom		5		1	1			7
TOTAL	8	17	8	32	2	25	35	127
	%							
muito baixo	2,4%	0,0%	3,1%	8,7%	0,0%	5,5%	11,8%	31,5%
baixo	1,6%	0,8%	2,4%	7,9%	0,0%	5,5%	10,2%	28,3%
médio	1,6%	0,0%	0,0%	6,3%	0,8%	3,1%	3,9%	15,7%
bom	0,8%	8,7%	0,8%	1,6%	0,0%	5,5%	1,6%	18,9%
muito bom	0,0%	3,9%	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	5,5%
TOTAL	6%	13%	6%	25%	2%	20%	28%	100,0%

Fonte: elaboração própria baseada no inquérito realizado.

No procedimento analítico realizado, a desproporção quantitativa em relação ao número de respostas provenientes de diferentes países é bastante expressiva. No entanto, em termos de conteúdo, mais uma vez, ficou esclarecido um líder claro e com maior conhecimento dos fenómenos estudados. Este líder são professores que representam centros de ensino alemão. A indicação recorde de 31,5% surgiu no caso de Portugal e referia-se à resposta “muito baixa”. Uma representação gráfica da Tabela 16 está incluída na Figura 21.



Figura 21. Avaliação do nível de conhecimento sobre a possibilidade de uso não económico da tecnologia Blockchain em relação à localização da universidade

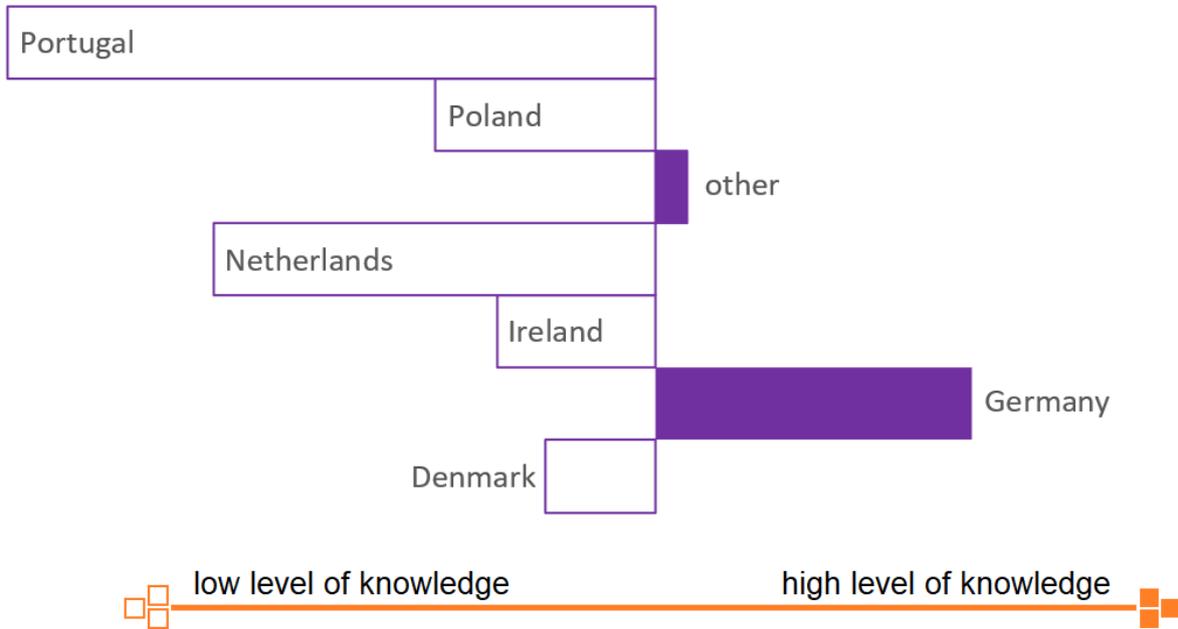


Fonte: elaboração própria baseada no inquérito realizado.

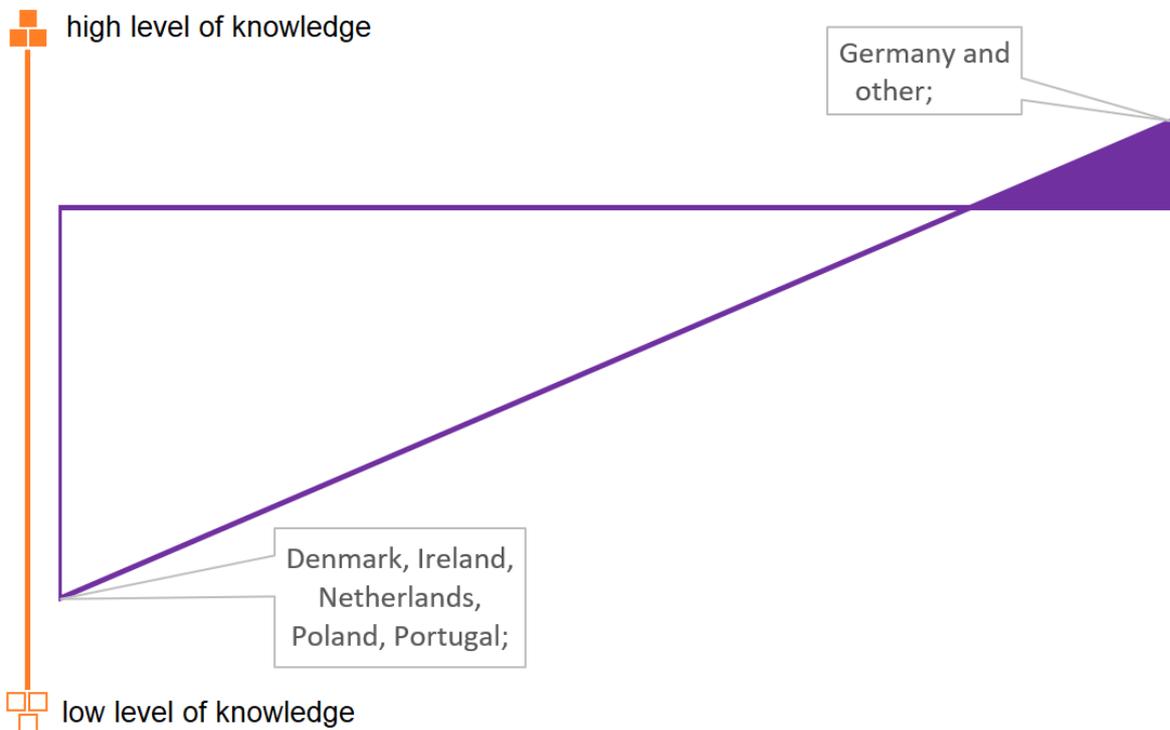
Após atribuir valores numéricos a cada opção de resposta de acordo com a seguinte hipótese: muito baixo (-2), baixo (-1), médio (0), bom (1) e muito bom (2) e somando-os em relação a cada país, uma conclusão muito interessante foi obtida destacando a magnitude das diferenças que ocorrem em relação ao critério geográfico (Figura 22 a e b). Esta técnica permite reduzir a significância do número de respostas a favor das declarações feitas e, finalmente, resumir os resultados (destacando as principais diferenças e níveis característicos). 22b, por outro lado, mostra a situação geral.

Figura 22. Avaliação do nível de conhecimento sobre a possibilidade de uso não económico da tecnologia Blockchain em relação à localização da universidade

a) depois de codificar e somar as respostas



b) depois de codificar, somar e agregar as respostas



Fonte: elaboração própria baseada no inquérito realizado.



Uma segunda correlação altamente significativa do ponto de vista estatístico foi identificada entre a declaração da capacidade de criar um token e a localização da instituição de ensino onde o inquirido trabalha. Os dados sobre essa correlação são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Declaração do nível de competências para criar um token em relação à localização da universidade

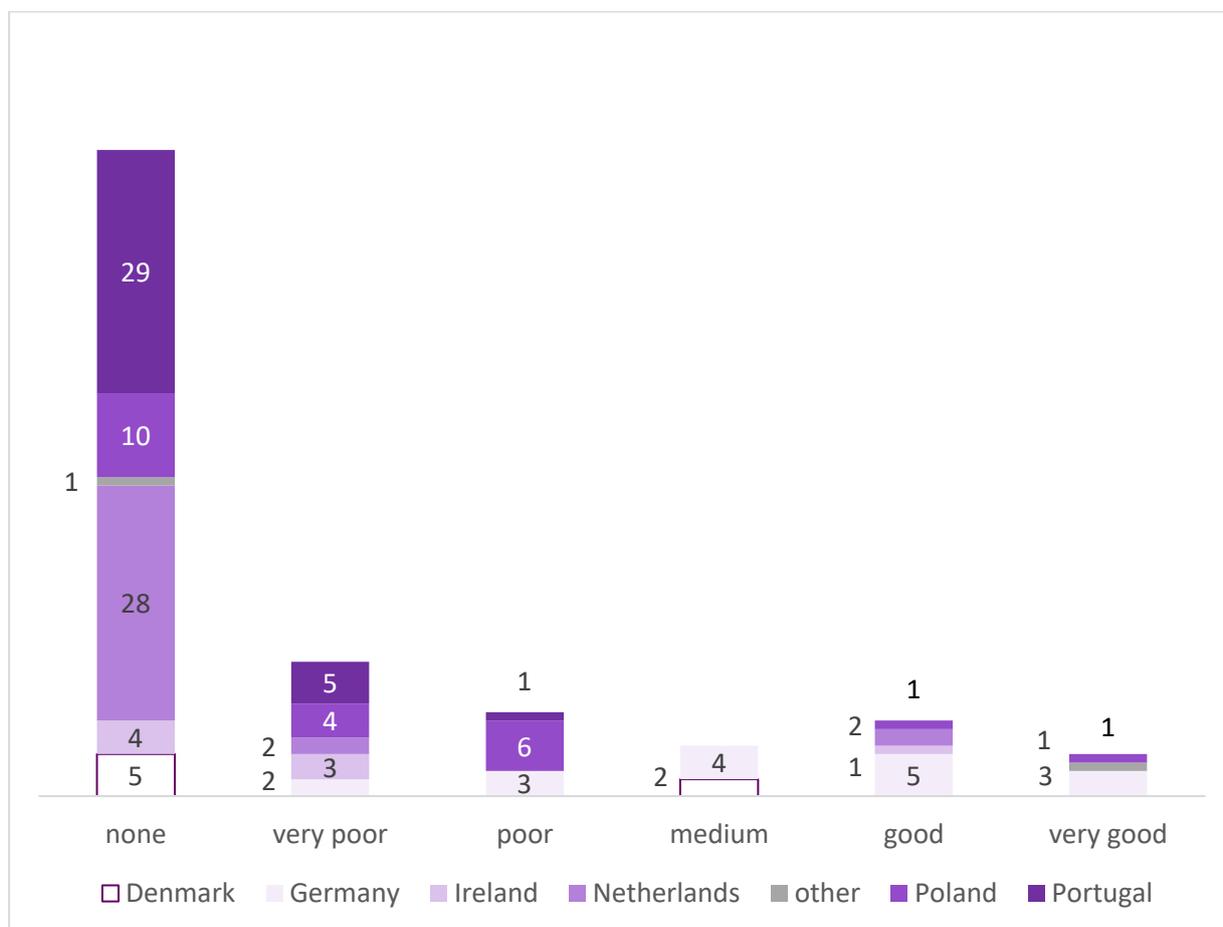
AVALIAÇÃO	PAÍS							TOTAL
	Dinamarca	Alemanha	Irlanda	Países Baixos	Outro	Polónia	Portugal	
nenhum	5		4	28	1	10	29	77
muito baixo		2	3	2		4	5	16
baixo		3				6	1	10
médio	2	4						6
bom		5	1	2		1		9
muito bom		3			1	1		5
TOTAL	7	17	8	32	2	22	35	123
%								
nenhum	4,1%	0,0%	3,3%	22,8%	0,8%	8,1%	23,6%	62,6%
muito baixo	0,0%	1,6%	2,4%	1,6%	0,0%	3,3%	4,1%	13,0%
baixo	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%	0,8%	8,1%
médio	1,6%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%
bom	0,0%	4,1%	0,8%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	7,3%
muito bom	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%	4,1%
TOTAL	5,7%	13,8%	6,5%	26,0%	1,6%	17,9%	28,5%	100,0%

Fonte: elaboração própria baseada no inquérito realizado.

A distribuição mais proporcional das respostas foi obtida graças à Alemanha. Neste país foram relatadas as autoavaliações mais numerosas indicando um alto nível de competências de TI para criar um token (mesmo que não fossem muitas). As restantes declarações acumularam-se principalmente na opção “sem competências”. Uma indicação de registo (23,6%) apareceu com a resposta “sem competências” que representava professores que trabalham em Portugal. Uma representação gráfica da Tabela 17 é apresentada na Figura 23.



Figura 23. Declaração do nível de competências para criar um token em relação à localização da universidade

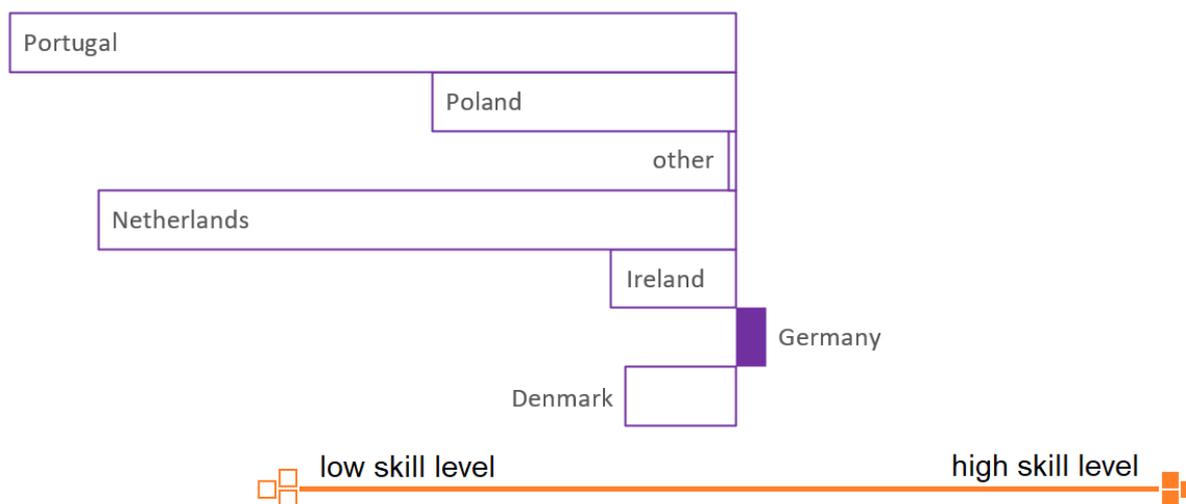


Fonte: elaboração própria baseada no inquérito realizado.

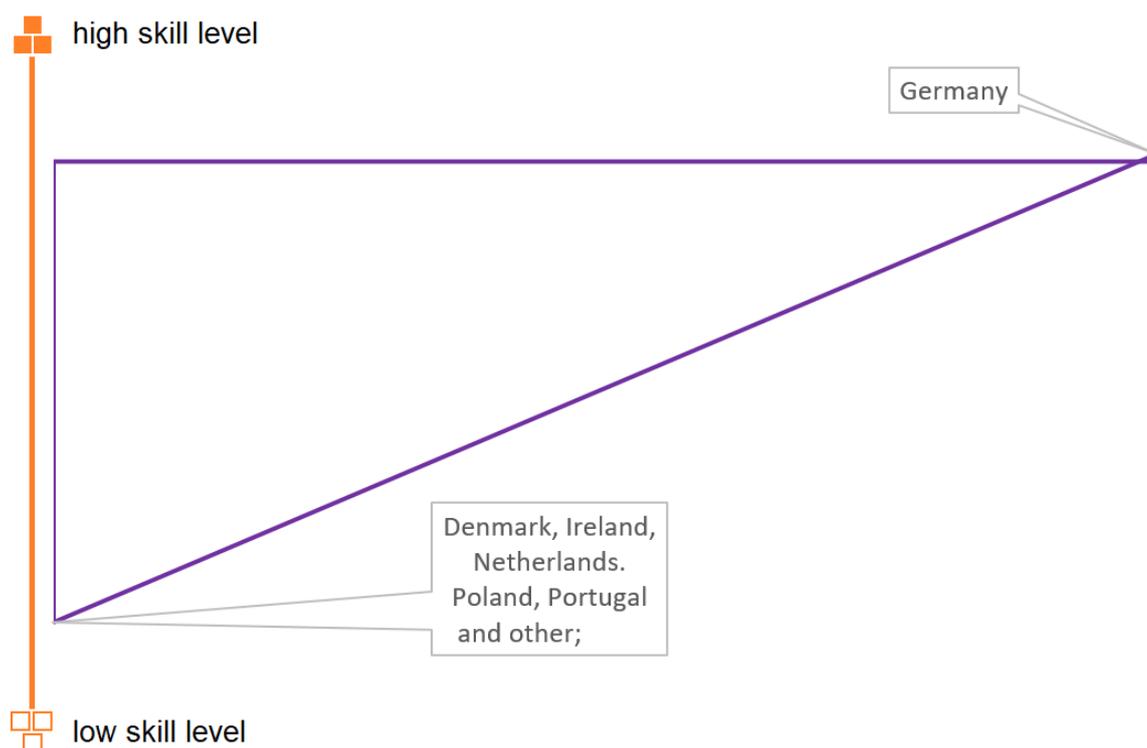
A correlação analisada aplica-se a uma questão em que a escala de resposta foi ampliada para incluir um item adicional “sem competências”. Assim, a atribuição dos valores numéricos às opções de resposta será a seguinte: nenhum (-3), muito baixo (-2), baixo (-1), médio (0), bom (1) e muito bom (2). A forma gráfica dos resultados está ilustrada na Figura 24 a e b.

Figura 24. Declaração do nível de competências para criar um token em relação à localização da universidade

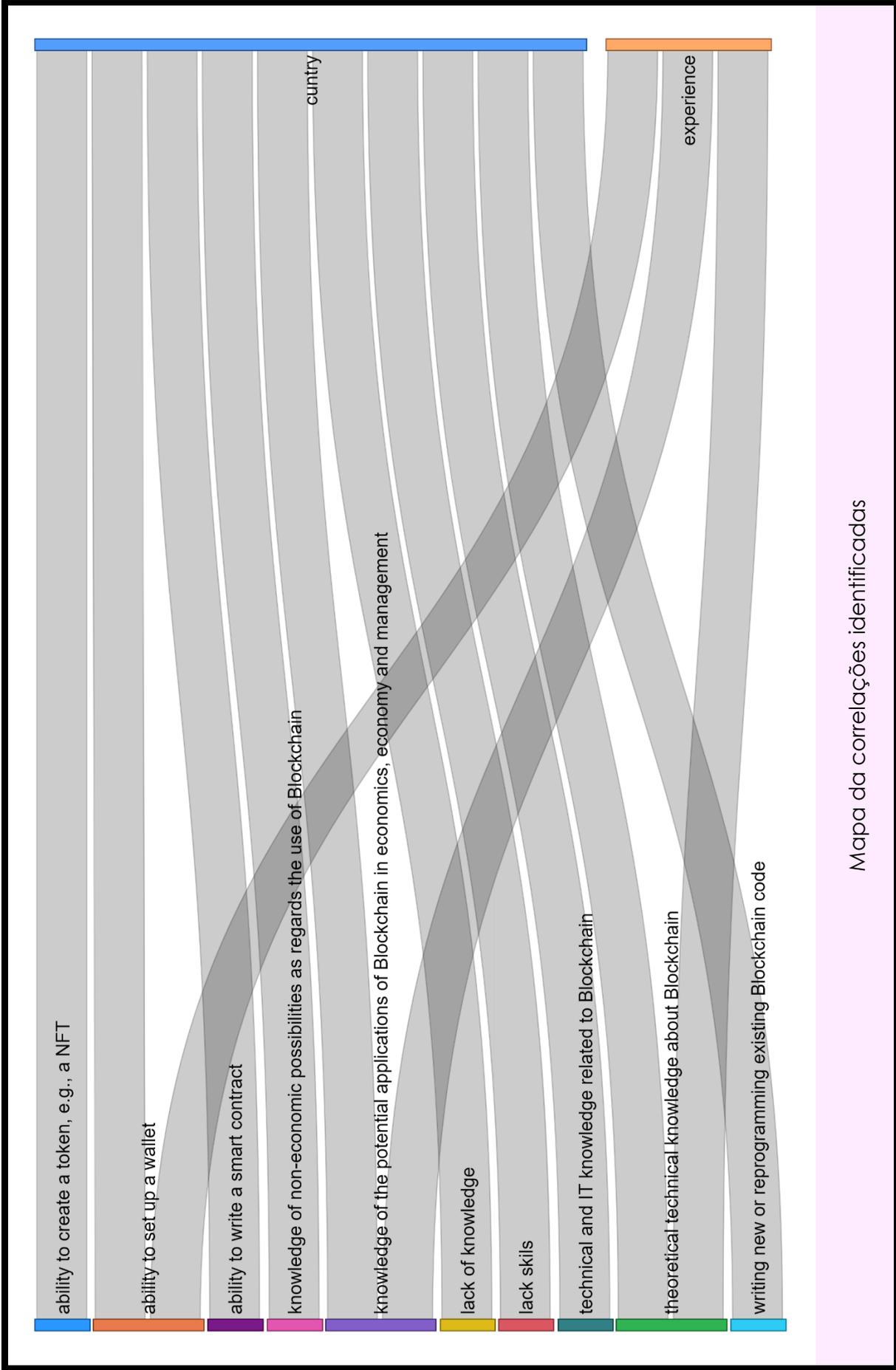
a) depois de codificar e somar as respostas



b) depois de codificar, somar e agregar as respostas



Fonte: elaboração própria baseada no inquérito realizado.



Mapa da correlações identificadas



Co-funded by
the European Union

Projeto Generation Blockchain, número:
2021-1-PL01-KA220-HED-000031176

VERIFICAÇÃO SUBSTANCIAL DE HIPÓTESES

H1 (hipótese principal): A maioria dos professores e outros académicos que ensinam economia e gestão não possuem conhecimento e competências suficientes para ensinar tópicos relacionados com a Blockchain, mas entendem e reconhecem o enorme potencial desta tecnologia.

Com base na revisão da literatura e nos resultados da investigação e, em particular, nos dados das Figuras: 12, 13, 14, 15, 16

H1 foi verificada positivamente e provou ser VERDADEIRA.

H2 (hipótese complementar): A maioria dos académicos e professores que ensinam economia e gestão concordam com o conceito e a necessidade de educar os estudantes nesses campos sobre a tecnologia Blockchain.

Com base na revisão da literatura e nos resultados da investigação e, em particular, nos dados das Figuras: 16, 17, 19.

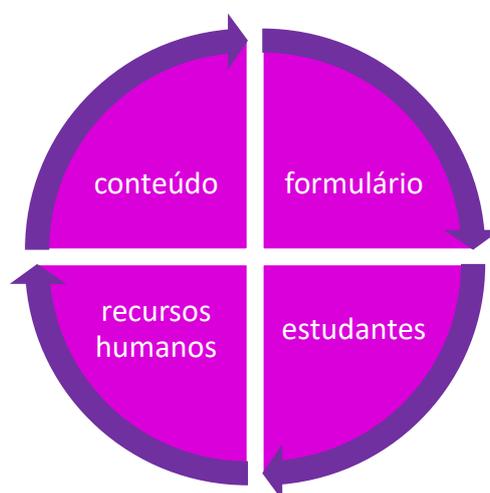
H2 foi verificada positivamente e provou ser VERDADEIRA.



XI. MODELO EDUCACIONAL BLOCKCHAIN PARA ESTUDANTES DE ECONOMIA E GESTÃO

O modelo foi baseado num levantamento e estudo de literatura com a inclusão de uma análise de currículos educacionais relacionados com o Blockchain implementados por universidades. Uma revisão dos cursos dedicados oferecidos por plataformas digitais comerciais, por exemplo, completou o quadro completo. Dadas as limitações (p.e., o alcance relativamente estreito da pesquisa realizada), o modelo deve ser tratado como um material auxiliar, indicando direções gerais. A ideia geral da arquitetura do modelo está incluída na Figura 25.

Figura 25. Principais elementos do modelo



Fonte: Elaboração própria.

Recursos Humanos. Esses recursos são, obviamente, os académicos ou professores que implementarão o plano de ensino no Blockchain. Infelizmente, o nível de conhecimento destes nesta área pode ser avaliado como moderadamente baixo. Algumas questões que permanecem no campo dos efeitos económicos relacionados com a tecnologia em discussão (por exemplo, modelos económicos ou o funcionamento dos mercados de criptomoedas) são moderadamente familiares para eles. Infelizmente, empurrando o limite do conhecimento para questões técnicas (principalmente TI e criptografia), o nível diminui drasticamente (embora haja exceções temáticas (como conhecimentos gerais de TIC) e pessoais).

O nível de habilidades é ainda menor. No geral, pode ser avaliado como muito pobre. Assim como o conhecimento, diminui ainda mais, ou até desaparece, com problemas de TI mais avançados.



Apesar dessa situação, o corpo docente percebe a necessidade e o potencial de educar os estudantes no Blockchain. No entanto, cientes de suas limitações, enfrentam barreiras psicológicas muito sérias que podem impedi-los completamente de realizar tal empreendimento educacional.

Tendo em conta o que acima foi mencionado, e com base na mensagem clara dos inquiridos, a orientação de aulas sobre temas de Blockchain por professores de economia e gestão **exige absolutamente a sua preparação para esta tarefa, sob a forma de um curso de formação especializado e dedicado**. Deixados por conta própria, apenas alguns deles serão capazes de realizar tal tarefa de ensino.

Outro problema é o alcance temático da educação no contexto do Blockchain. Se estiver relacionado apenas a questões de efeitos económicos, um curso de atualização parece ser uma solução preparatória suficiente. Se, por outro lado, estiver relacionado a conhecimentos e habilidades de TI mais avançados, é necessária uma reciclagem completa dos professores, o que parece indesejável, questionável e até impossível de implementar.

Estudantes. Os estudantes devem ser os beneficiários finais da estratégia de ensino que está a ser preparada. Eles estão a mostrar uma vontade de aprender mais sobre Blockchain [178]. No entanto, não está claro em que ponto exato essa vontade está focada e qual o assunto específico envolvido. Sem esse conhecimento, é necessário confiar apenas na opinião unilateral dos professores, que pode ser errónea. No entanto, existem algumas pistas. Quando os estudantes escolhem uma determinada área de estudo, eles fazem-no de acordo com os seus interesses e competências. A economia, a gestão e as ciências qualitativas pertencem ao grupo das humanidades. Mas esses dois campos caracterizam-se por grande absorção, flexibilidade e suscetibilidade a projetos e pesquisas interdisciplinares, especialmente aqueles na interface da tecnologia e negócios. Combinando isso com a mente aberta dos estudantes e sua abordagem pró-tecnologia, é possível supor que os aspectos económicos relacionados com a tecnologia Blockchain e com os mercados de criptomoedas serão, provavelmente, de grande interesse e popularidade. Por outro lado, quando se trata de questões mais técnicas, deve-se ter muito cuidado para adaptar adequadamente o currículo aos recursos, infraestrutura, potencial e capacidades dos estudantes. É então necessário planear com antecedência e preparar-se adequadamente para tal desafio.



**ESTUDO DE CASO - AMOSTRA DE OFERTA DE ESTUDOS DE MESTRADO
ESTUDOS REALIZADOS EM TEMPO INTEGRAL E ONLINE
(OFERTA APRESENTADA ONLINE) [178]**



**MESTRADO EM
BLOCKCHAIN E MOEDA DIGITAL**

1100 graduados desde 2014
idioma de instrução é o inglês
3 semestres ou 1 ano civil
estudos gratuitos
autor: Andreas Antonopoulos

O MSc em Blockchain e moeda digital foi desenvolvido para ajudar profissionais de serviços financeiros e negócios, empresários, funcionários do governo e administradores públicos a entender melhor os fundamentos técnicos das criptomoedas e da tecnologia Blockchain, como provavelmente irá interagir com os sistemas monetários e financeiros existentes e que oportunidades existem para a inovação em sistemas de moeda digital. O mestrado é projetado para preparar os participantes para se tornarem profissionais competentes no campo da moeda digital e da tecnologia Blockchain. Os graduados beneficiam de uma ampla formação, combinando cursos de Finanças, Gestão, Ciência da Computação e Sistemas de Informação para fornecer uma análise holística de sistemas, aplicativos e serviços de criptomoedas e blockchain. Os estudantes são expostos a um currículo enriquecedor e estimulante que abrange áreas importantes da tecnologia Blockchain, como Blockchain e Moeda Digital, Sistemas e Arquiteturas Blockchain, Blockchain e Gestão de Empreendedorismo, Tópicos Emergentes em Blockchain e Moeda Digital, Programação de Moeda Digital, Programação de contrato inteligente, Programação permitida pela Blockchain, Segurança de Sistemas Criptográficos, Tópicos Emergentes em Fintech, Economia de Tokens, Direito e Regulação em Blockchain, Tópicos Emergentes em Direito e Regulação, Princípios do Dinheiro, Bancos e Finanças, Sistemas Financeiros Abertos e Descentralizados e outros.

Metodologia de Ensino

Dentro do paradigma de ensino à distância, o programa desenvolve vários métodos de ensino: enquanto a maioria dos cursos consiste em palestras ministradas pelo(s) docente(s) do curso, em alguns casos pode ser considerado adequado e benéfico receber professores convidados com formação acadêmica e histórico de negócios relacionado com os tópicos abordados nos cursos. Para além disso, exercícios práticos, projetos individuais e de grupo, simulações e análises de estudos de caso farão parte integrante da metodologia de ensino utilizada no programa.



O programa é estruturado em três semestres.

Os dois primeiros semestres incluem três disciplinas cada, que são necessárias para a conclusão do programa, enquanto que o terceiro semestre inclui disciplinas que os estudantes devem escolher entre uma ampla lista de disciplinas eletivas. Há uma opção de tese para estudantes que desejam substituir disciplinas eletivas durante o terceiro semestre.

1º SEMESTRE

- Introdução à Blockchain e à moeda digital
- Princípios de Dinheiro, Bancos e Finanças
- Lei e Regulamento em Blockchain

2º SEMESTRE

- Blockchain e a Gestão de Empreendedorismo
- Sistemas e Arquiteturas da Blockchain
- Tópicos emergentes na Blockchain e na Moeda Digital

3º SEMESTRE (Disciplinas eletivas (3 de 9) ou opção de tese)

- Programação da Moeda Digital
- Programação do Contrato Inteligente
- Programação permitida de Blockchains
- Segurança de Sistemas Criptográficos
- Tópicos Emergentes em Direito e Regulação
- Tópicos Emergentes em FinTech
- Sistemas Financeiros Abertos e Descentralizados
- Economia dos Token

Fórmula. A fórmula de aprendizagem deve ser variável em relação às expectativas e resultados esperados. Para além disso, a mensagem deve, na maioria dos casos, ser estritamente dedicada a públicos específicos. A área de conhecimento relacionada com a Blockchain é vasta e em constante evolução. Além disso, é convergente e multi-segmentado. Sugere-se considerar quatro fórmulas de ensino:

F1. Curso online disponível para todos os estudantes universitários gratuitamente:

- Formulário: curso publicado em qualquer plataforma de e-learning; redirecionar para o curso publicado no site oficial da universidade; materiais disponíveis de forma mista: documentos eletrónicos, palestras, podcasts, vídeos, webinars, etc.
- Duração curso: 30 horas.
- A conclusão do curso deve ser confirmada com a entrega de um certificado.



F2. Matéria básica, a mesma para todos os estudantes de economia e gestão do primeiro grau (bacharelato):

- Formulário: aulas na forma de palestras que podem ser presenciais e/ou online.
- Duração curso: 30 horas.

F3. Assunto específico adaptado a um campo específico de estudo - estudos de segundo grau (mestrado).

- Formulário: aulas na forma de palestras e exercícios. Aulas em tempo integral.
- Duração curso: palestras de 15 horas, exercícios de 30 horas.
- Disciplina direcionada aos estudantes que possuem certificado de conclusão de curso online ou crédito de nível de bacharelado na disciplina descrita em F2.

F4. Curso relacionado com a Blockchain e criptomoedas – estudos de segundo grau (mestrado).

- Formulário: aulas na forma de palestras, exercícios e laboratórios. Deve ser alargado com visitas de estudo e estágios de estudantes. Aulas em tempo integral.

Essas fórmulas podem e devem ser combinadas entre si, visto que não são substitutas, mas sim complementares. A suposição é que os melhores resultados podem ser obtidos combinando F1 e F2, F1 e F3, ou F1, F2 e F4.

Na opinião do autor, os dois primeiros, F1 e F2, deveriam ser obrigatórios em qualquer universidade com perfil económico ou de gestão. F3 deve ser opcional, enquanto o item F4, devido às altas “barreiras à entrada” e à manutenção da qualidade, deve permanecer totalmente opcional. A implantação deve ser pensada principalmente por centros que lecionem economia e ciência da computação e apresentem pessoal especializado e infraestrutura de TI.

Conteúdo. Os inquiridos indicaram que o conteúdo educacional deve ser desenvolvido de acordo com o princípio: conhecimento técnico médio-baixo de Blockchain e apenas competências básicas de TI. Confirmaram essa atitude ao declarar que preferem palestras, estudos de caso e exercícios para aprender o assunto, o que define claramente a defesa de uma abordagem teórica. Ao mesmo tempo, as questões económicas devem ser apresentadas extensivamente e analisadas em profundidade.

O facto da Blockchain estar inseparavelmente relacionado às criptomoedas não deve ser esquecido. Estas questões não podem ser ensinadas de forma completamente separada. No caso de haver aulas sobre criptomoedas numa determinada universidade, uma disciplina relacionada com a Blockchain



pode ser ministrada simultaneamente ou no semestre seguinte. No caso em que não existam tais aulas (e, de acordo com o inquérito, esse pode ser o caso em 68,7%), então parte das horas do tópico relacionado com a Blockchain deve ser dedicada a explorar a essência das moedas digitais. Esta situação será objeto da discussão que se segue.

A Tabela 18 apresenta as faixas de conteúdo que devem ser incluídas nos currículos correspondentes a F1, F2 e F3. Devido à opcionalidade, subjetividade e ambivalência decorrentes das necessidades atuais do público e da experiência e recursos da entidade de ensino, F4 foi omitido.

Tabela 18. Conteúdo de Blockchain nas formulas de aprendizagem F1, F2, e F3.

FÓRMULA	CONTEÚDO
F1	A história de origem, definições e conhecimentos básicos dos princípios da tecnologia Blockchain e dos serviços e plataformas que utilizam esta tecnologia. Conhecimento básico de criptomoedas e mercados e trocas de criptomoedas. Ameaças e oportunidades associadas às criptomoedas. Regulamentos de blockchain e criptomoeda. Visão geral dos projetos e empreendimentos baseados em Blockchain mais conhecidos.
F2	A história de origem, definições e conhecimentos básicos dos princípios da tecnologia Blockchain e dos serviços e plataformas que utilizam esta tecnologia. Conhecimento básico de criptomoedas e mercados e trocas de criptomoedas. Ameaças e oportunidades associadas às criptomoedas. Regulamentos de blockchain e criptomoeda. Visão geral dos projetos e empreendimentos baseados em Blockchain mais conhecidos.
F3	Palestras: a essência do crowdfunding. Uma visão geral das oportunidades e riscos, bem como regulamentos associados ao uso da Blockchain na área de perfil. Exemplos de iniciativas não económicas baseadas em Blockchain e com aplicações universais (p.e., personalização e autenticação). Exercícios: análise de projetos, empreendimentos e startups baseados em Blockchain e implementados na área específica (p.e., no caso de logística – monitorização de cadeias de suprimentos usando Blockchain). Análise e avaliação de modelos de negócios e histórico de criação dessas iniciativas. Projeto de exercício de crédito: conceito de implementação da tecnologia Blockchain numa instituição ou entidade empresarial selecionada.

Fonte: elaboração própria.



ESTUDO DE CASO - AMOSTRA DE OFERTA DE CURSO SOBRE TÓPICOS DE BLOCKCHAIN [179]



CURSO ONLINE

TÍTULO: TECNOLOGIAS DE BLOCKCHAIN: INOVAÇÃO E APLICAÇÃO DE NEGÓCIOS

6 semanas, excluindo orientação
5-8 horas por semana, totalmente online
módulos semanais, aprendizagem flexível
certificado digital MIT Sloan

Curso desenvolvido por: MIT Sloan School of Management, escrito pelo professor Christian Catalini – especialista em criptoconomia. O curso permite aprender sobre a tecnologia Blockchain de uma perspectiva económica. O participante adquire conhecimento de como funciona a Blockchain (a partir dos aspectos práticos e técnicos), aprende sobre as potencialidades e limitações, bem como as possibilidades e formas de utilizá-lo na sua própria organização.

MÓDULO 1. UMA INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Como pensar em problemas que podem exigir uma blockchain?

- Equívocos comuns sobre a tecnologia blockchain
- Os desafios de prever a evolução tecnológica e o seu impacto na economia
- Surgimento da tecnologia blockchain para outras tecnologias de uso geral
- Papel da estratégia empreendedora num momento de incerteza tecnológica
- Aplicação de negócios de blockchain através da lente de uma estrutura estratégica

MÓDULO 2. BITCOIN E A MALDIÇÃO DO PROBLEMA DO DUPLO GASTO

O avanço tecnológico por trás do Bitcoin

- Bitcoin como meio de troca, reserva de valor e unidade de conta
- Problema de gasto duplo e como ele é abordado pelo Bitcoin
- Detalhes técnicos do protocolo Bitcoin
- Como funciona o algoritmo PoW?
- Algoritmos usados para estabelecer consenso numa Blockchain para garantir sua integridade
- Criptomoedas alternativas e como elas podem enfrentar os desafios apresentados pelo bitcoin
- Papel da mineração no bootstrap da infraestrutura do Bitcoin
- Problemas atuais com a dimensão da blockchain do Bitcoin e como é que eles podem ser resolvidos



MÓDULO 3. VERIFICAÇÃO SEM CUSTO: TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E O PROBLEMA DO ÚLTIMO QUILOMETRO

Por que a tecnologia blockchain pode levar a uma verificação mais barata e confiável?

- Situações em que a liquidação e a reconciliação são atualmente caras
- Custo de verificação dos atributos de uma transação
- Como construir a integridade de dados com verificação sem custo?
- A tecnologia blockchain pode ajudar a resolver o problema do último quilômetro (online e offline)
- Aplicações de liquidação e reconciliação mais baratas em diferentes setores
- Soluções viáveis para o problema do último quilômetro

MÓDULO 4. EFEITOS DE REDE DE BOOTSTRAPPING ATRAVÉS DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E CRIPTOECONOMIA

Como é que a tecnologia blockchain reduz o custo de rede e as implicações que isso tem na estrutura do mercado?

- As consequências económicas de uma redução no custo de rede
- A natureza da intermediação pode mudar como resultado da tecnologia blockchain
- Riscos associados a contratos inteligentes
- Condições sob as quais os contratos relacionais podem ser automatizados
- Papel dos tokens no incentivo ao crescimento, operações e segurança de uma plataforma
- Capacidade de exemplos de casos para capitalizar a redução no custo de rede
- Sistema de recompensa para um titular que adiciona um token ao seu ecossistema

MÓDULO 5. USANDO TOKENS PARA DESENHAR NOVOS TIPOS DE PLATAFORMAS DIGITAIS

Cenário da ICO e as oportunidades que os tokens nativos apresentam para as empresas

- exemplos dos tokens
- valor que os tokens podem trazer para o ecossistema de uma empresa
- papel dos tokens no financiamento de inovações e plataformas de blockchain
- como os desafios em torno da regulamentação de valores mobiliários podem afetar a tokenização bem-sucedida de um ecossistema?
- classificação de vários tokens em termos de capital levantado e desempenho comercial



MÓDULO 6. O FUTURO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN, IA E PRIVACIDADE DIGITAL

Pré-base para uma solução baseada em blockchain e o papel de plataformas digitais mais amplas e privacidade digital na formulação dessa solução

- Como é que a tecnologia blockchain pode interagir com mudanças mais amplas nas plataformas digitais, IA e IoT?
- Capacidade da tecnologia blockchain para aumentar a concorrência e reduzir as barreiras à entrada
- Impacto da tecnologia blockchain e incentivos no paradoxo da privacidade do consumidor
- Produzir uma cartilha para uma solução baseada em blockchain para um problema de negócios dentro do seu próprio contexto
- Refletir sobre os principais resultados deste programa



SUMÁRIO

Com base nas considerações feitas, bem como na revisão de literatura e conclusões extraídas do estudo, pode-se concluir que o potencial da tecnologia Blockchain ainda não foi totalmente explorado no setor da Educação [180], tanto num contexto administrativo como enquanto objeto de estudo. “Embora o volume de literatura sobre a aplicação de Blockchain à educação tenha aumentado nos últimos anos, ainda é fragmentado e nenhuma revisão sistemática foi realizada sobre o tema”[181]. Na maioria das fontes, é possível encontrar esboços e conceitos de implementações, ao invés de factos concretos e soluções comprovadas apoiadas pela experiência e prática. Estes geralmente incluem a possibilidade de transferir algumas funcionalidades da Blockchain para vários subsectores relacionados à partilha de conhecimento. Os projetos e experimentações implementados nesta área são conduzidos de forma muito lenta e, devido ao desenvolvimento muito rápido da tecnologia, são propensos à obsolescência [112]. Mais uma vez, o desenvolvimento tecnológico está a ultrapassar a capacidade de considerar ou implementar efetivamente intermediários, com o risco de perder soluções interessantes e, como resultado, não colher os benefícios. No entanto, esta situação deve ser vista como uma oportunidade e não como uma ameaça. Esta é uma grande oportunidade para revolucionar estruturas e sistemas educacionais ossificados e tendenciosos [182].

Uma rede descentralizada de ligações, certamente promete maior eficiência, transparência, mas também controle administrativo sobre o processo de gestão na educação [112]. A singularidade da tecnologia Blockchain, a sua novidade e os seus inúmeros atributos fazem com que haja uma área e oportunidade consideráveis para aplicá-la em todas as etapas da educação – desde o ensino fundamental até o ensino médio, universidades e e-learning [182].

As hipóteses adotadas no artigo, H1 e H2, foram verificadas do ponto de vista estatístico e substantivo. Finalmente, elas foram aceites e provaram ser verdadeiras. Foi confirmado que a maioria dos académicos que ensinam economia e gestão não possuem conhecimentos e competências suficientes para ensinar tópicos relacionados com a Blockchain, mas ao mesmo tempo entendem e reconhecem o enorme potencial dessa tecnologia. Eles concordam com o conceito e a necessidade de ensinar os estudantes desses cursos sobre a tecnologia Blockchain.

Existem muitas barreiras que atrasam o ensino eficaz e em larga escala da Blockchain. Tais barreiras foram agrupadas e identificadas como barreiras organizacionais e de gestão, barreiras de infraestrutura e barreiras psicológicas. Estas últimas são discutidas mais extensamente neste artigo, mas



os outros dois grupos não receberam a devida atenção. As deficiências de infraestrutura de TI (a menos que estejam relacionadas a aspetos críticos, como falta de acesso à Internet) no nível de ensino são assumidas como não sendo um obstáculo significativo. No entanto, as barreiras relacionadas com organização e gestão podem ser muito difíceis de superar e prejudicar até mesmo a melhor estratégia de educação.

As universidades e outros centros de ensino devem esforçar-se para maximizar o uso dos seus recursos, especialmente em termos de pessoal docente. Querendo implementar disciplinas tecnicamente mais avançadas na forma de laboratórios, as escolas precisam focar ainda mais seus esforços na formação adequada dos professores. No entanto, nenhuma pressão pode ser exercida para formá-los. Em caso de insucesso, vale a pena considerar estabelecer cooperação com centros que tenham mais experiência e alcance para suas soluções comprovadas, o que facilitará significativamente o lançamento das primeiras turmas.

Os tópicos de blockchain e criptomoeda estão irrevogavelmente interligados. As escolas que ministram aulas sobre dinheiro e moedas digitais têm uma distância substantiva e organizacional mais fácil de cobrir. Se a organização de um curso ou disciplina sobre Blockchain parece uma tarefa muito difícil, vale a pena considerar primeiro a implementação de uma aula sobre tópicos de criptomoedas, que é um pouco mais acessível tanto para estudantes como para os docentes e é uma excelente introdução à exploração de redes distribuídas.

É importante ter em mente vários princípios ao criar um curso ou projetar uma área de assuntos. Além de conteúdos didáticos corretamente estruturados e adaptados ao público-alvo, a mensagem deve ser otimizada. Isso significa diversificar das formas de mensagem, não apenas para torná-las atrativas para o estudante, mas também acessíveis em diferentes plataformas e dispositivos. No caso dos cursos, também vale a pena tornar a participação nas aulas o mais flexível possível.

A investigação realizada é uma excelente introdução para uma maior exploração da questão abordada. No entanto, antes de prosseguir, seria necessário remover algumas limitações. Os dados foram recolhidos sob limitações significativas. Acima de tudo, a dimensão da amostra não é satisfatória, assim como a seleção dos respondentes, que deveria ter sido mais estruturada e feita com a técnica de quotas multidimensionais. No entanto, a pesquisa é um estudo piloto sobrecarregado pelas limitações das premissas do projeto. Os resultados obtidos podem ser considerados como um guia, mas por si só não são suficientes para tirar conclusões confiáveis sobre toda a população. Para melhorar o modelo proposto, outro passo lógico seria realizar uma investigação entre os estudantes, que de facto são os principais interessados, e assim suas opiniões e expectativas podem ser muito valiosas.



Colocar o modelo em prática seria mais uma oportunidade para realizar uma análise de opiniões, experiências e comentários, *post facto*. Também seria útil realizar uma investigação adicional a especialistas que, combinada com dados quantitativos, aumentaria ainda mais a eficácia da estratégia desenvolvida.

A publicação feita, além da óbvia possibilidade de utilização pelos participantes do projeto e outras instituições científicas e de educação, pode ser um excelente recurso para órgãos administrativos locais, por exemplo. Pode ainda ser usada para planejar atividades de desenvolvimento ou definir novas direções para o desenvolvimento das escolas.



APÊNDICE A. LISTA DE PROJETOS BLOCKCHAIN EM CURSO FINANCIADOS PELA UE

Projeto	Financiamento UE	Orçamento global	Setor	Mais informação
PROCONTRA	2,5	2,5	Outros – Estudos (Ciência & Tecnologia)	https://cordis.europa.eu/project/id/885666
Blockchain Gov	2	2	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/865856
BIG	2,5	2,5	Sustentabilidade – Ecosistemas sustentáveis de negócios	https://cordis.europa.eu/project/id/952226
BBTWINS	4,1	5,3	Segurança alimentar	https://cordis.europa.eu/project/id/101023334
TRICK	8	9,6	Sustentabilidade – Rastreamento de produtos	https://cordis.europa.eu/project/id/958352
CITIES2030	11,8	12,5	Segurança alimentar	https://cordis.europa.eu/project/id/101000640
HEREWEAR	6,2	7	Sustentabilidade – Têxteis circulares	https://cordis.europa.eu/project/id/101000632
IMPULSE	4	4	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/101004459
Feature Cloud	4,6	4,6	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/826078
COPA EUROPE	4,9	6,2	Mídia & Mídia Social	https://cordis.europa.eu/project/id/957059
BRIGHT	4,7	5,9	Sustentabilidade – Energia	https://cordis.europa.eu/project/id/957816
DiTECT	4,1	4,1	Segurança alimentar	https://cordis.europa.eu/project/id/861915
TrustEat	0,9	0,9	Segurança alimentar	https://cordis.europa.eu/project/id/952600
NGI Assure	8	8	Tecnologias industriais – Big Data	https://cordis.europa.eu/project/id/957073
PlatOne	7,5	9,6	Sustentabilidade – Energia	https://cordis.europa.eu/project/id/864300
TruBlo	6,1	6,1	Internet da próxima geração	https://cordis.europa.eu/project/id/957228
OntoChain	6	6	Internet da próxima geração	https://cordis.europa.eu/project/id/957338
TRAPEZE	5	6	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/883464
PUZZLE	4	5,3	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/883540



Projeto	Financiamento UE	Orçamento global	Setor	Mais informação
Pop-Machina	10	11	Sustentabilidade – Produção colaborativa	https://cordis.europa.eu/project/id/821479
PLANET	7	7,1	Sustentabilidade – Transportes	https://cordis.europa.eu/project/id/860274
CyberKit4SME	3,9	4,9	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/883188
PARITY	7,2	9,4	Sustentabilidade – Energia	https://cordis.europa.eu/project/id/864319
5GaaS	2,4	3,2	Tecnologias industriais – 5G	https://cordis.europa.eu/project/id/958832
CREST	7	7	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/833464
BAnDIT	1,1	1,1	Internet of Things (IoT)	https://cordis.europa.eu/project/id/814284
INFINITECH	15,9	20,8	Internet of Things (IoT)	https://cordis.europa.eu/project/id/856632
Pharma Ledger	8,3	22,1	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/853992
DE4A	8	8	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/870635
COLLABS	6	6	Manufatura avançada	https://cordis.europa.eu/project/id/871518
TOKEN	3,8	3,8	Sustentabilidade – Governo colaborativo	https://cordis.europa.eu/project/id/870603
Slot Machine	1,9	2,2	Sustentabilidade – Transportes	https://cordis.europa.eu/project/id/890456
BLOCKCHAIN SOCIETY	1,5	1,5	Outros – Estudos (Ciência & Tecnologia)	https://cordis.europa.eu/project/id/759681
P2PMODELS	1,5	1,5	Sustentabilidade – Outros	https://cordis.europa.eu/project/id/759207
AICHAIN	1	1,8	Sustentabilidade – Transportes	https://cordis.europa.eu/project/id/894162
euCanSHare	5,4	6	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/825903
MOLIERE	2	2,7	Tecnologias industriais – Dados espaciais	https://cordis.europa.eu/project/id/101004275
AVANGARD	14	23,2	Manufatura avançada	https://cordis.europa.eu/project/id/869986
5GZORRO	5	5	Tecnologias industriais – 5G	https://cordis.europa.eu/project/id/871533
TNT (Truth-not-Trust)	1,9	2,7	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/881092
Circularise Source	1,5	2,1	Sustentabilidade – Outros	https://cordis.europa.eu/project/id/961989



Projeto	Financiamento UE	Orçamento global	Setor	Mais informação
AMABLE	8	8,2	Manufatura avançada	https://cordis.europa.eu/project/id/768775
ARTICONF	4,2	4,2	Média & Média Social	https://cordis.europa.eu/project/id/825134
CRITICAL-CHAINS	4,2	5	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/833326
FleXunity	3	3,8	Sustentabilidade – Flexibilidade energética	https://cordis.europa.eu/project/id/870146
LOCARD	6,8	6,8	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/832735
MINESPIDER	2,3	3,3	Sustentabilidade – Rastreamento de minerais	https://cordis.europa.eu/project/id/946437
Preemie	1,7	2,4	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/879228
BlockStart	1,5	1,5	Apoio à inovação de PME	https://cordis.europa.eu/project/id/828853
WeldGalaxy	7,5	15	Manufatura avançada	https://cordis.europa.eu/project/id/822106
CUREX	5	5	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/826404
CATTLECHAIN 4.0	2	2,5	Sustentabilidade – Outros	https://cordis.europa.eu/project/id/853864
SOTER	3	4,1	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/833923



APÊNDICE B. LISTA COMPLETA DE PROJETOS BLOCKCHAIN FINANCIADOS PELA UE

Projeto	Financiamento UE	Orçamento global	Setor	Mais informação
LEDGER	7	7	Internet da próxima geração	https://cordis.europa.eu/project/id/825268
Block.IS	4,9	5,5	Apoio à inovação de PMEs	https://cordis.europa.eu/project/id/824509
BEACON	1,7	2,4	Tecnologias industriais – Inteligência meteorológica	https://cordis.europa.eu/project/id/821964
QualiChain	4	4	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/822404
CO3	3,3	3,3	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/822615
B-HUB FOR EUROPE	1,6	1,9	Apoio à inovação de PMEs	https://cordis.europa.eu/project/id/871869
EUNOMIA	2,5	2,9	Média & Média Social	https://cordis.europa.eu/project/id/825171
SocialTruth	2,5	3,2	Média & Média Social	https://cordis.europa.eu/project/id/825477
M-Sec	1,5	1,5	Sustentabilidade – Outros	https://cordis.europa.eu/project/id/814917
CYBER-TRUST	3	3	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/786698
B4TDM	1,9	2,8	Outros – Gestão documental	https://cordis.europa.eu/project/id/858630
PRIVILEGE	4,5	4,5	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/780477
eDREAM	3,8	3,8	Sustentabilidade – Energia	https://cordis.europa.eu/project/id/774478
FIN-TECH	2,5	2,5	Tecnologias industriais – Big Data	https://cordis.europa.eu/project/id/825215
DECENTER	2,2	2,2	Tecnologias industriais – Inteligência artificial	https://cordis.europa.eu/project/id/815141
BLOCKPOOL	1,5	1,5	Apoio à inovação de PMEs	https://cordis.europa.eu/project/id/828888
PoSelD-on	2,5	3,1	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/786713
SettleMint	1,8	2,6	Outros – Blockchain middleware	https://cordis.europa.eu/project/id/849969
SHOGANAI	2,2	3,2	Sustentabilidade – Transportes	https://cordis.europa.eu/project/id/806470
BLOCKCHERS	1,5	1,5	Apoio à inovação de PMEs	https://cordis.europa.eu/project/id/828840



Projeto	Financiamento UE	Orçamento global	Setor	Mais informação
CHARIOT	4,9	4,9	Internet of Things (IoT)	https://cordis.europa.eu/project/id/780075
SOFIE	4,5	4,5	Internet of Things (IoT)	https://cordis.europa.eu/project/id/779984
Blockchain KYC	1,2	1,8	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/850059
BLOOMEN	2,8	3,3	Média & Média Social	https://cordis.europa.eu/project/id/762091
Smart-Trust	2,1	3	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/778571
DECODE	5	5	Sociedades seguras (e.g., segurança cibernética e de dados)	https://cordis.europa.eu/project/id/732546
MH-MD	3,5	4	Serviços públicos	https://cordis.europa.eu/project/id/732907
Ptwist	1,8	2,2	Sustentabilidade – Outros	https://cordis.europa.eu/project/id/780121
Billon	2	2,8	Outros – Pagamentos digitais	https://cordis.europa.eu/project/id/783861



APÊNDICE C. EXEMPLO DE CARTA DE CURSO (ECTS)*

Nome do tópico: Introdução à tecnologia Blockchain e criptomoeda		Código do curso: US26AIIJ2470_39S	
Área de estudo principal: gestão			
Forma de estudo: 1º grau, licenciado, em tempo integral		Escolaridade-alvo: académicos em geral	
Ano: II	Semestre: 3	Ano: II	Semestre: 3
Forma do curso: palestra			
Conteúdos			Nº de horas
1. Definições básicas no ambiente de tecnologia Blockchain e criptomoedas			2
2. Aspectos técnicos do funcionamento da tecnologia Blockchain			4
3. Aplicativos, plataformas, aplicativos e serviços que operam com base em Blockchain			4
4. Interações da tecnologia Blockchain com IoT, inteligência artificial, Big Data			2
5. A essência, história e tipos de criptomoedas. O fenómeno Bitcoin. Características de criptomoedas básicas e projetos relacionados			6
6. O princípio dos mercados e trocas de criptomoedas			2
7. Criptomoedas no sistema financeiro global			2
8. Regulamentos de blockchain e criptomoeda			2
9. Estudos de caso de projetos emblemáticos, startups e outros empreendimentos baseados em Blockchain			6
TOTAL			30
Técnicas de ensino	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentações multimédia • Materiais adicionais colocados na plataforma de e-learning • Webinar • Palestra combinada com discussão, trabalho em grupo • Estudo de caso 		
Métodos de verificação dos efeitos educacionais	Exame		
Forma de crédito e condições	Oral exam or single-choice test		
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Internet 2. D.Tapscott, A.Tapscott, (2018) Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World, Penguin Lcc Us. 		

* preparado baseado em F2.

Fonte: elaboração própria.



APÊNDICE D. QUESTIONÁRIO

Gostaríamos de convidá-lo a participar de uma investigação sobre a tecnologia Blockchain. Seu objetivo é identificar o nível de conhecimento, competências e opiniões dos ambientes económicos académicos relacionados com o Blockchain e a sua implementação no currículo para estudantes de faculdades de economia e gestão. Os resultados do inquérito servirão para criar um modelo educativo eficaz e permitirão aumentar o potencial dos futuros diplomados destas faculdades no mercado de trabalho. Benefícios adicionais serão obtidos pelos professores, pois eles obterão uma ferramenta que permite a aquisição de novos e equilibrados conhecimentos e competências. O inquérito será realizado em seis países da UE: Portugal, Alemanha, Países Baixos, Irlanda, Dinamarca e Polónia. Os seus resultados terão uma dimensão internacional.

A investigação será realizada no âmbito do projeto "Generation Blockchain" financiado pela UE no âmbito do programa Erasmus+.

É totalmente anónimo e voluntário. Em caso de comentários ou dúvidas, entre em contacto connosco através do e-mail: piotr.gutowski@usz.edu.pl

DEMOGRAFIA

1. País (de profissão ou prática)

- Portugal
- Alemanha
- Países Baixos
- Irlanda
- Dinamarca
- Polónia
- Outro

2. Experiência profissional (trabalho universitário)

- Menos de 5 anos
- 5 a 10 anos
- 11 a 15 anos
- 16 a 20 anos
- Mais de 20 anos

3. Tópicos de aulas realizadas (mais de uma resposta pode ser selecionada)

- Economia
- Gestão
- TI
- Outros



I. CONHECIMENTO SOBRE A BLOCKCHAIN

1. Quando começou ou viu falar da Blockchain?

- Antes de 2009
- 2009 – 2014
- 2015 – 2018
- 2019 – 2022
- Nunca
- Não recordo

2. Conhece exemplos de aplicações de Blockchain nas seguintes áreas (múltiplas respostas permitidas)?

Área/ Tópico	Sim	Não
Registros públicos, por exemplo, registros de terras, listas de infratores processados ou registros de registro civil		
Registros privados, por exemplo, registros médicos, livros de notas eletrônicos ou registros de experiência de trabalho		
Transações e serviços bancários, por exemplo, pagamentos e micropagamentos ou compra e venda de ações, títulos digitais		
Autenticação e contratos inteligentes, por exemplo, celebração de um contrato somente após as partes cumprirem certos requisitos, eliminação da necessidade de uma instituição intermediária de autenticação, como um notário		
Função de moeda, por exemplo, criptomoedas, finanças descentralizadas (DeFi)		
Identificação pessoal e de entidade, por exemplo, confirmação de identidade numa eleição, verificação de uma carteira de motorista ou autenticação de uma empresa num registro de devedores		
Aumento da segurança e proteção da troca eletrónica de informações		
Criação de documentação segura e confiável		
Autenticação de bens e serviços, por exemplo, confirmação de quilometragem do carro, origem e prazo de validade de alimentos ou eliminação de medicamentos falsificados de circulação		
Proteção de propriedade intelectual, por exemplo, patentes ou marcas registradas		
Novas oportunidades de financiamento para startups e angariação de fundos para instituições de caridade, novos modelos financeiros		
Segurança física, por exemplo, acesso a um apartamento ou quarto de hotel		
NFT (non-fungible token)		
Tokenization de ativos		
Outro		

3. Por favor, avalie em uma escala de 1 a 5 (1-muito mau, 5-muito bom):

Avaliação	1	2	3	4	5
Conhecimento geral de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)					
Conhecimento técnico teórico sobre Blockchain					



Conhecimento das potenciais aplicações da Blockchain em economia e gestão					
Conhecimento de possibilidades não económicas no que diz respeito ao uso de Blockchain					

4. Por favor, marque os termos relacionados ao Blockchain com os quais está familiarizado (múltiplas respostas são permitidas):

Peer-to-peer (P2P)		Satoshi Nakamoto	
Tokenization		DAO	
Crowdfunding		EEA	
NFT		GPU	
Distributed networks		Halving	
Hashing		Hyperledger	

II. COMPETÊNCIAS PRÁTICAS RELACIONADAS COM A BLOCKCHAIN

5. Por favor, avalie em uma escala de 0 a 5 sua competência prática (0-nenhuma, 1-muito ruim, 5-muito boa)*.

* Devido ao facto do questionário ser dirigido a docentes especializados em economia/ gestão, e o assunto desta questão centrar-se em questões técnicas de informática, decidiu-se introduzir uma posição zero na escala de avaliação para indicar a falta de competências nesta área.

Avaliação	0	1	2	3	4	5
Competências gerais de TIC (por exemplo, operação de pacotes de escritório)						
Capacidade de operar aplicativos e sistemas baseados em Blockchain						
Capacidade de adotar rapidamente novas soluções de TIC (por exemplo, aprender a usar um novo programa)						
Programação em qualquer linguagem						
Uso avançado de software especializado (por exemplo, operação e administração de um sistema ERP)						
Escrever um código novo ou reprogramar uma Blockchain existente						
Capacidade de implementar tecnicamente a Blockchain num sistema de informação						
Capacidade de administrar e gerir um sistema de informação baseado em Blockchain						
Capacidade de criar um token, por exemplo, um NFT						
Capacidade de configurar uma carteira						
Capacidade de escrever um contrato inteligente						



III. EXPERIÊNCIA RELACIONADA COM A BLOCKCHAIN

6. Existem palestras sobre mercados de criptomoedas na sua universidade?
- Sim
 Não
 Não sei
7. Já usou uma tecnologia ou serviço baseado em Blockchain na prática (por exemplo, fazer uma transação, proteger documentos, etc.)?
- Sim
 Não
8. Já abordou tópicos relacionados com a Blockchain ou citou exemplos das suas implementações, modelos de negócios, projetos, etc. durante as suas aulas?
- Sim
 Não
9. Já lecionou um tópico/curso especificamente relacionado com a Blockchain?
- Sim
 Não
10. Já participou num projeto de investigação, formação, workshop ou outra atividade não diretamente relacionada com o ensino no qual encontrou a Blockchain (múltiplas respostas permitidas)?
- Sim, num projeto
 Sim, numa workshop
 Sim, em sessões de formação
 Sim, numa conferência
 Sim, em outras atividades
 Não

IV. ATITUDES E OPINIÕES

11. Por favor, avalie numa escala de 1 a 5 se apoia/ concorda com o problema ou não (1-definitivamente não, 3-sem opinião, 5-definitivamente sim):

Avaliação	1	2	3	4	5
Blockchain é à prova de futuro					
Blockchain tem grande potencial para desenvolvimento					
As questões de blockchain devem ser um dos tópicos-chave no ensino em economia e gestão					
O conhecimento da Blockchain no contexto da economia e gestão é um fator que confere aos graduados uma vantagem competitiva no mercado de trabalho					
As universidades devem usar fornecedores de Blockchain comerciais terceirizados para preparar conteúdos e criar ambientes educacionais apropriados					



Os professores que darão aulas relacionadas com a Blockchain, devem frequentar um curso de preparação profissional					
O ambiente educativo relacionado com a Blockchain operando numa universidade deve ser baseado exclusivamente em software e materiais de código aberto					

12. Até que nível técnico as escolas de economia e gestão devem ensinar os seus estudantes no contexto da Blockchain?

- Conhecimento básico de TI (Blockchain)
- Conhecimento avançado de TI (Blockchain)
- Conhecimento básico de TI (Blockchain) e competências básicas de TI (Blockchain)
- Conhecimento avançado de TI (Blockchain) e competências básicas de TI (Blockchain)
- Conhecimento avançado de TI (Blockchain) e competências avançadas de TI (Blockchain)
- Nenhum

13. Quais métodos de ensino considera apropriados para o ensino dos estudos de economia e gestão de Blockchain? (múltiplas respostas permitidas)?

- exercícios
- palestras
- estudos de casos
- experiências
- laboratórios
- outros

14. A que nível educacional as aulas relacionadas com a Blockchain devem ser conduzidas nas faculdades de economia e gestão (múltiplas respostas permitidas)?

- Licenciatura
- Mestrado
- Doutoramento
- Não devem ser ministradas
- Não sei

15. Na sua opinião, o conhecimento Blockchain deve ser específico em relação à especialização (adaptado à especialização) ou ser o mesmo para todos os estudantes?

- Deve ser adaptado à especialização
- Deve ser geral, não adaptado à especialização
- Não sei

16. Por favor, avalie em uma escala de 1 a 5 quão importante para os estudantes de economia/ gestão é o conhecimento na área (1-nada importante, moderadamente importante, 5-muito importante):

Avaliação	1	2	3	4	5
Mercados de criptomoedas					



Implementações Blockchain em projetos não económicos					
Implementações Blockchain em projetos económicos					
Conhecimento técnico e de TI relacionado com a Blockchain					
Modelos de negócios baseados em Blockchain					
Projetos inovadores e startups relacionados com a Blockchain (exemplos de tal projetos e startups)					

17. Por favor, classifique as barreiras de infraestrutura mais importantes que podem inibir a implementação da Blockchain no sistema educativo na sua instituição (escala de 1 a 5, 1-não importante, 3-moderadamente importante, 5-muito importante):

Avaliação	1	2	3	4	5
Falta de laboratórios de informática adequados					
Falta de software adequado					
Falta de banda larga					

18. Avalie as barreiras de gestão mais importantes que podem inibir a implementação da Blockchain no sistema educativo da sua instituição (escala de 1 a 5, 1-não importante, 3-moderadamente importante, 5-muito importante):

Avaliação	1	2	3	4	5
Falta de incentivos (financeiro, reconhecimento, política de RH)					
Falta de interesse dos superiores					
Falta de clareza como o Blockchain se encaixa no currículo existente ou futuro					
Falta de necessidade					

19. Avalie a competência e as barreiras psicológicas mais importantes que podem inibir a implementação da Blockchain no sistema educativo da sua instituição:

Avaliação	1	2	3	4	5
Falta de conhecimentos					
Falta de competências					
Receio de novos conceitos					
Receio de parecer não ter expertise perante os colegas					
Receio de parecer não ter expertise perante os estudantes					



REFERÊNCIAS

1. Piech K., (2016) Leksykon pojęć na temat technologii Blockchain i kryptowalut.
2. Report PIIT, (2018) Blockchain w Polsce. Możliwości i zastosowania, https://www.raportblockchain.pl/uploads/1/2/1/5/121555005/raport_blockchain_w_polsce_1.pdf, p.13, [online, accessed: 05.2022].
3. Pulist S.K., (2021) Blockchain Technology Applications in Education, Bulletin of the Technical Committee on Learning Technology (ISSN: 2306-0212), Volume 21, Number 1, p. 16.
4. Sharma R.C., Yildirim H., Kurubacak G., (2019) Blockchain Technology Applications in Education, doi: 10.4018/978-1-5225-9478-9, p.9.
5. The Blockchain Trilemma: Decentralized, Scalable, and Secure?, 2014. <https://medium.com/certik/the-blockchain-trilemma-decentralized-scalable-and-secure-e9d8c41a87b3>, [online, accessed: 06.2022].
6. A Guide to Sharding in Crypto, <https://www.sofi.com/learn/content/what-is-sharding/>, [online, accessed: 12.2022].
7. Ethereum.org., <https://www.ethereum.org/>, [online, accessed: 12.2022].
8. Reimagine your world, <https://near.org/>, [online, accessed: 12.2022].
9. Parachain messaging is here, <https://polkadot.network>, [online, accessed: 12.2022].
10. Zilliqa, <https://www.zilliqa.com>, [online, accessed: 12.2022].
11. Lightning Network Scalable, Instant Bitcoin/Blockchain Transactions, <https://lightning.network/>, [online, accessed: 12.2022].
12. Plasma Chains, <https://ethereum.org/en/developers/docs/scaling/plasma/>, [online, accessed: 12.2022].
13. Ethereum, scaled, <https://www.optimism.io/>, [online, accessed: 12.2022].
14. The first layer 2 for NFTS on Ethereum, <https://www.immutable.com/>, [online, accessed: 12.2022].
15. Bringing the world to Ethereum, <https://polygon.technology/>, [online, accessed: 12.2022].
16. Arbitrum, <https://bridge.arbitrum.io/>, [online, accessed: 12.2022].
17. Parachains are here, <https://kusama.network>, [online, accessed: 12.2022].
18. Moonriver Solidity Smart Contracts on Kusama, <https://moonbeam.network/networks/moonriver/>, [online, accessed: 12.2022].
19. Reimagine DeFi Possibilities, <http://karura.network>, [online, accessed: 12.2022].
20. AAVE liquidity protocol, <https://aave.com>, [online, accessed: 12.2022].
21. Solana, <https://solana.com>, [online, accessed: 12.2022].



22. Fantom, <https://fantom.foundation>, [online, accessed: 12.2022].
23. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255>, [online, accessed: 06.2022].
24. The Internet of Blockchains, <https://cosmos.network>, [online, accessed: 12.2022].
25. Carter N., How Much Energy Does Bitcoin Actually Consume?, Harvard Business Review, 2021, Available: <https://hbr.org/2021/05/how-much-energy-does-bitcoin-actually-consume>, [online, accessed: 12.2022].
26. Blandin A. et al., 3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study, SSRN Electronic Journal, no. September, 2020, doi: 10.2139/ssrn.3700822.
27. Bendiksen C. and Gibbons S. (2019) The Bitcoin mining network - Trends, Composition, Average Creation Cost, Electricity Consumption & Sources.
28. Rethinking Trust, <https://blockstream.com/>, [online, accessed: 12.2022].
29. The Block, <https://www.theblockcrypto.com>, [online, accessed: 12.2022].
30. Tesla, <https://www.tesla.com>, [online, accessed: 12.2022].
31. Genesis Digital Assets, <https://genesisdigitalassets.com/>, [online, accessed: 12.2022].
32. Powering the World's Most Innovative Bitcoin Mining & Blockchain Technologies, <https://argoblockchain.com/>, [online, accessed: 12.2022].
33. Making The World Work Better For All, <https://www.cardano.org>, [online, accessed: 12.2022].
34. Decentralize the web, <https://tron.network>, [online, accessed: 12.2022].
35. eosio, <https://eos.io>, [online, accessed: 12.2022].
36. A blockchain designed to evolve, <https://tezos.com/>, [online, accessed: 12.2022].
37. Stablecoin TRUST Act of 2022. Washington D.C.: e Senate and House of Representatives of the United States of America, 2022. Available: https://www.banking.senate.gov/imo/media/doc/the_stablecoin_trust_act.pdf, [online, accessed: 12.2022].
38. Stablecoins Take More Conservative Stance Despite Rapid Growth, 2022. Available: <https://www.fitchratings.com/research/fund-asset-managers/stablecoins-take-more-conservative-stance-despite-rapid-growth-24-03-2022>, [online, accessed: 12.2022].
39. Raphael A., Frost J., Gambacorta L., Monnet C., Rice T., and Shin H. S., (2021) Central bank digital currencies, motives, economic implications and the research frontier.
40. Atlantic Council, <https://www.atlanticcouncil.org/>, [online, accessed: 12.2022].
41. Central Bank Digital Currency Tracker, <https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/>, [online, accessed: 12.2022].



42. Michel A. and Hudon M., (2015) Community currencies and sustainable development: A systematic review, *Ecological Economics*, vol. 116, pp. 160–171, doi: 10.1016/j.ecolecon.2015.04.023, [online, accessed: 12.2022].
43. MiamiCoin, <https://www.citycoins.co/miamicoin>, [online, accessed: 12.2022].
44. Sarafu.Network, <https://www.grassrootseconomics.org/pages/sarafu-network.html>, [online, accessed: 12.2022].
45. McKay J., (2018) Why institutional investors are ready to shake up crypto markets, <https://www.mckayresearch.com/post/2018/10/31/why-institutional-investors-are-ready-to-shake-up-crypto-markets>, [online, accessed: 12.2022].
46. Chainanalysis, <https://www.chainanalysis.com/>, [online, accessed: 12.2022].
47. ProShares, <https://www.proshares.com/our-etfs/strategic/bit/>, [online, accessed: 12.2022].
48. Revolut, <https://www.revolut.com/>, [online, accessed: 12.2022].
49. Monzo, <https://monzo.com/>, [online, accessed: 12.2022].
50. Nuri, <https://nuri.com/>, [online, accessed: 12.2022].
51. Coinbase, <https://www.coinbase.com/learn/crypto-basics/can-crypto-really-replace-your-bank>, [online, accessed: 12.2022].
52. BankProv, <https://bankprov.com/cryptocurrency-banking/>, [online, accessed: 12.2022].
53. Decentralized Finance (DeFi) Definition, <https://www.investopedia.com/decentralized-finance-defi-5113835>, [online, accessed: 12.2022].
54. DeFi and the Transformation of Institutional Finance, 2022, <https://blog.amberdata.io/defi-and-the-transformation-of-institutional-finance>, [online, accessed: 12.2022].
55. Non-Fungible Token (NFT) Definition, 2022, <https://www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211>, [online, accessed: 12.2022].
56. The future of NFTs., <https://medium.com/dare-to-be-better/the-future-of-nfts-bcfcd4e3eaf9>, [online, accessed: 12.2022].
57. Global Non-Fungible Token (NFT) Market Size, Status and Forecast 2022-2028, 2022, <https://www.marketresearch.com/QYResearch-Group-v3531/Global-Non-Fungible-Token-NFT-30956108/>, [online, accessed: 12.2022].
58. NBA Top Shot, <https://nbatopshot.com/>, [online, accessed: 12.2022].
59. What Are Crypto Synths? Synthetic Assets Explained, 2021, <https://academy.shrimpy.io/post/what-are-crypto-synths-synthetic-assets-explained>, [online, accessed: 12.2022].
60. Derivatives Market Trends Insights 2022-2027. Global Newswire, 2022, <https://www.globenewswire.com/en/news->



- release/2022/04/26/2429520/0/en/Derivatives-Market-Trends-Insights-2022-2027-Market-Size-Is-Projected-to-Reach-US-39-17-Bn-Global-Size-and-Future-Investment-Analysis-Statistics-Competition-Strategies-Business-Ana.html, [online, accessed: 12.2022].
61. Crypto Exchanges Set Their Sights On The Sleepy Futures Industry, Forbes, 2022, <https://www.forbes.com/sites/javierpaz/2022/05/24/crypto-exchanges-set-their-sights-on-the-sleepy-futures-industry/?sh=749d1d29998e>, [online, accessed: 12.2022].
 62. Stephenson N., Snow Crash. New York: Bantum Books, 1993.
 63. The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It, 2020, <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse>, [online, accessed: 12.2022].
 64. Roblox, <https://www.roblox.com/>, [online, accessed: 12.2022].
 65. Decentraland, <https://decentraland.org/>, [online, accessed: 12.2022].
 66. The Sandbox, <https://www.sandbox.game/en/>, [online, accessed: 12.2022].
 67. Second Life, <https://secondlife.com/>, [online, accessed: 12.2022].
 68. Microsoft Mesh, <https://www.microsoft.com/en-us/mesh>, [online, accessed: 12.2022].
 69. Nvidia Omniverse, <https://developer.nvidia.com/nvidia-omniverse-platform>, [online, accessed: 12.2022].
 70. Epic Games – Fortnite, <https://www.epicgames.com/fortnite/en-US/home>, [online, accessed: 12.2022].
 71. Cryptovoxels, <https://www.cryptovoxels.com/>, [online, accessed: 12.2022].
 72. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>, [online, accessed: 12.2022].
 73. <https://chaise-blockchainskills.eu/>, [online, accessed: 12.2022].
 74. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-blockchain-services-infrastructure>, [online, accessed: 06.2022].
 75. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-blockchain-services-infrastructure>, [online, accessed: 06.2022].
 76. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/eu-blockchain-observatory-and-forum>, [online, accessed: 06.2022].
 77. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0593>, [online, accessed: 06.2022].
 78. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/cef-digital>, [online, accessed: 06.2022].
 79. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/overview-eu-funded-blockchain-related-projects>, [online, accessed: 06.2022].



80. https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en, [online, accessed: 06.2022].
81. https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en, [online, accessed: 06.2022].
82. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f107d76-acbe-11eb-9767-01aa75ed71a1>, [online, accessed: 06.2022].
83. https://www.eif.org/what_we_do/equity/news/2020/six-funds-backed-innovfin-artificial-intelligence-blockchain-technology.htm, [online, accessed: 06.2022].
84. https://investeu.europa.eu/index_en, [online, accessed: 06.2022].
85. Distributed ledger technologies and blockchains: building trust with disintermediation. European Parliament resolution of 3 October 2018 on distributed ledger technologies and blockchains: building trust with disintermediation (2017/2772(RSP)), P8_TA(2018)0373, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018IP0373&from=PL>, [online, accessed: 06.2022].
86. <https://www.ngi.eu/event/blockchains-for-social-good/>, [online, accessed: 06.2022].
87. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC111095>, [online, accessed: 06.2022].
88. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC115049>, [online, accessed: 06.2022].
89. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC127939>, [online, accessed: 06.2022].
90. Paz J., 2022 Forbes Blockchain 50: A Closer Look, <https://www.forbes.com/sites/javierpaz/2022/02/08/2022-forbes-blockchain-50-a-closer-look/?sh=38b3e13f66c4>, [online, accessed: 05.2022].
91. Crosby M., (2016) Pattanayak P., Verma S., Kalyanaraman V., Blockchain technology: beyond bitcoin, Appl. Innovation, 2 , pp. 6-10.
92. Swan M., (2015) Blockchain Blueprint for a New Economy, O'Reilly Media Inc, Sebastopol 2015, pp.8.
93. Casino F., (2019) Dasaklis T.K., Constantinos Patsakis, A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues, Telematics and Informatics, Volume 36, pp. 55-81, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>, [online, accessed: 05.2022].
94. Blockchain Infographic: Growth, Use Cases & Facts, Digital Innovation for Your Business (dci), 2022, <https://www.dotcominfoway.com/blog/growth-and-facts-of-blockchain-technology/#gref>, [online, accessed: 05.2022].



95. Brown R., More than \$200 billion erased from entire crypto market in a day as sell-off intensifies, CNBC Crypto World, <https://www.cnbc.com/2022/05/12/bitcoin-btc-price-falls-below-27000-as-crypto-sell-off-intensifies.html>, [online, accessed: 06.2022].
96. Iredale G., (2020) How Blockchain Job Market Is Booming!, <https://101blockchains.com/blockchain-job-market-is-booming/>, [online, accessed: 05.2022].
97. Forecast: Blockchain Business Value, Worldwide, 2017-2030, (2017), <https://www.gartner.com/en/documents/3627117>, [online, accessed: 05.2022].
98. Technology and innovation report 2021. Catching technological waves. Innovation with equity, UNCTAD, United Nations Publications, Geneva 2021, p. 18.
99. Sristy A., Blockchain in the food supply chain - What does the future look like?, https://one.walmart.com/content/globaltechindia/en_in/Tech-insights/blog/Blockchain-in-the-food-supply-chain.html, [online, accessed: 05.2022].
100. <https://www.carrefour.pl/actforfood/dlaczego-to-robimy/technologie-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].
101. <https://aws.amazon.com/managed-blockchain/>, [online, accessed: 05.2022].
102. <https://www.alibabacloud.com/product/baas>, [online, accessed: 05.2022].
103. Nestlé expands blockchain to Zoégas coffee brand (2020), <https://www.nestle.com/media/news/nestle-blockchain-zoegas-coffee-brand>, [online, accessed: 05.2022].
104. King B., Faster invoicing resolutions build stronger relationships, <https://www.ibm.com/case-studies/the-home-depot/>, [online, accessed: 05.2022].
105. <https://www.debeersgroup.com/media/company-news/2022/de-beers-group-introduces-worlds-first-blockchain-backed-diamond-source-platform-at-scale>, 2022, [online, accessed: 05.2022].
106. <https://www.field.systems/project/ikea-everyday-experiments/>, [online, accessed: 05.2022].
107. Brown B. (2021), 10 Retail Companies Using Blockchain Technology, <https://www.getdor.com/blog/2021/09/14/retail-companies-using-blockchain-technology/>, [online, accessed: 05.2022].
108. Gilder G. F., (2018) Life after Google: The fall of big data and the rise of the blockchain economy. Washington, DC: Regnery Gateway pp. 6-12, 241.
109. Report: Egitim sisteminde Blockchain uygulamalari, Trend Analizi Haziran 2019, thinktech STM Future Technology Institute, p. 6, <https://thinktech.stm.com.tr/en/blockchain-applications-education-system>, [online, accessed: 05.2022].



110. Park, J. (2019) Validity issues in qualitative and quantitative research of cross-national studies. In L. E. Suter, E. Smith, & B. D. Denman (Eds.), *The SAGE Handbook of Comparative Studies in Education*, pp. 162-175, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
111. Gatteschi V., Lamberti F., Demartini C., (2020) Blockchain technology use cases. In: Kim S, Deka GC, editors. *Advanced applications of Blockchain technology*. Springer, pp. 91–114.
112. Park J., (2021) Promises and challenges of Blockchain in education, in: *Smart Learn Environ*, 8(1): 33, doi: 10.1186/s40561-021-00179-2.
113. *Blockchain Goes to School* (2019), Cognizant, p. 9, <https://www.cognizant.com/us/en/whitepapers/documents/blockchain-goes-to-school-codex3775.pdf>, [online, accessed: 05.2022].
114. Chacko M., Misra A., (2021) India - Data Protection Overview, <https://www.dataguidance.com/notes/india-data-protection-overview>, [online, accessed: 05.2022].
115. Walia H., Chakraborty S., Chapter 14: India, in: *International Comparative Legal Guides. Data Protection 2021. A practical cross-border insight into data protection law*, Global Legal Group Ltd, 2021 London, p. 143.
116. Sankar A., Reddy J., Jain A., (2021) Blockchaining Education - Legal Nuances to Know!, *National Law Review*, Volume XII, Number 143, <https://www.natlawreview.com/article/blockchaining-education-legal-nuances-to-know>, [online, accessed: 05.2022].
117. Tapscott D., Tapscott A., (2016) The Impact of the Blockchain Goes Beyond Financial Services, <https://hbr.org/2016/05/the-impact-of-the-blockchain-goes-beyond-financial-services>, [online, accessed: 05.2022].
118. Hashmani M. A., Junejo A. Z., Alabdulatif A. A. and Adil S. H., (2020) Blockchain in Education – Track ability and Traceability, 2020 International Conference on Computational Intelligence (ICCI), pp. 40-44, doi: 10.1109/ICCI51257.2020.9247760.
119. Boiko A., (2021) How to Use Blockchain in Education Industry, <https://merehead.com/blog/how-use-blockchain-education-industry/>, [online, accessed: 05.2022].
120. Mukherjee P., Pradhan C., (2021) Blockchain 1.0 to Blockchain 4.0—The Evolutionary Transformation of Blockchain Technology, in: *Blockchain Technology: Applications and Challenges*, 2021 Bhubaneswar, India, doi: 10.1007/978-3-030-69395-4_3.
121. Clark D., (2016) 10 ways Blockchain could be used in education, <https://oeb.global/oeb-insights/10-ways-blockchain-could-be-used-in-education/>, [online, accessed: 05.2022].



122. McArthur D., (2018) Will blockchains revolutionize education. Educause Review, <https://er.educause.edu/articles/2018/5/will-blockchains-revolutionize-education>, [online, accessed: 05.2022].
123. Sony Global Education Develops Technology Using Blockchain for Open Sharing of Academic Proficiency and Progress Records. Aims to build a new, widely applicable educational infrastructure that enables diverse methods of evaluation, 2016, <https://www.sony.com/en/SonyInfo/News/Press/201602/16-0222E/>, [online, accessed: 05.2022].
124. Atienza-Mendez C., Bayyou D.G., (2019) Blockchain Technology Applications in Education, IJCAT - International Journal of Computing and Technology, Volume 6, Issue 11, November 2019, p. 69.
125. Chen G., Xu B., Lu M., Chen N-S., (2018) Exploring Blockchain technology and its potential applications for education. Smart Learning Environments. 2018; 5(1):1–10. doi: 10.1186/s40561-017-0050-x.
126. <https://woolf.university/>, [online, accessed: 05.2022].
127. <https://www.youtube.com/watch?v=rnefbmsLLf0>, [online, accessed: 05.2022].
128. Davies G., (2019) World's 1st blockchain university to begin teaching in 2019, <https://abcnews.go.com/International/worlds-1st-blockchain-university-begin-teaching-2019/story?id=58226066>, [online, accessed: 05.2022].
129. Fake Schools, Fake Degrees: Avoiding Diploma Mills, <https://www.accredited-online-college.org/avoiding-diploma-mills/>, [online, accessed: 05.2022].
130. Ezell A. and Bear J., (2012) Degree Mills: The Billion-dollar Industry That Has Sold Over A Million Fake Diplomas, Prometheus Books, pp. 68-70, 120.
131. Gibson K., (2017) Your MD may have a phony degree, <https://www.cbsnews.com/news/your-md-may-have-a-phony-degree/>, [online, accessed: 05.2022].
132. Smolenski N., Credentials H., Blockchain for Education: A New Credentialing Ecosystem, OECD iLibrary, <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/6893d95a-en/index.html?itemId=/content/component/6893d95a-en#section-d1e29089>, [online, accessed: 05.2022].
133. Dutton H., (2004) Social Transformation in an Information Society: Rethinking Access to You and the World, UNESCO, Paris 2004, p. 25.
134. Youngblom R., Blockchain Education Initiative, Project of Stanford University, <https://law.stanford.edu/projects/blockchain-education-initiative/>, [online, accessed: 05.2022].
135. Iredale G., (2021) How To Learn Blockchain?, <https://101blockchains.com/learn-blockchain-technology/#prettyPhoto>, [online, accessed: 05.2022].
136. Gupta M., (2020) Blockchain For Dummies, 3rd IBM Limited Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2020 New York, p. 1.



137. <https://imiblockchain.com/>, [online, accessed: 05.2022].
138. <https://academy.101blockchains.com/courses/blockchain-expert-certification>, [online, accessed: 05.2022].
139. <https://www.coursera.org/learn/cryptocurrency>, [online, accessed: 05.2022].
140. <https://www.edx.org/course/bitcoin-and-cryptocurrencies>, [online, accessed: 05.2022].
141. <https://www.udemy.com/course/blockchain-and-deep-learning-future-of-ai/>, [online, accessed: 05.2022].
142. <https://bootcamp.cvn.columbia.edu/fintech/#1591649366415-266339a4-beec>, [online, accessed: 05.2022].
143. <https://www.getsmarter.com/products/imd-blockchain-and-the-future-of-finance-online-program>, [online, accessed: 05.2022].
144. <https://www.getsmarter.com/products/uct-blockchain-and-digital-currency-online-short-course>, [online, accessed: 05.2022].
145. https://inetapps.nus.edu.sg/SACS/LifeLongLearning/CourseDetails/PP5024_TGS-2020507496/, [online, accessed: 05.2022].
146. <https://www.rmit.edu.au/study-with-us/levels-of-study/postgraduate-study/masters-by-coursework/mc279>, [online, accessed: 05.2022].
147. <https://www.ifi.uzh.ch/en/bdlt/Teaching/Blockchain-Programming.html>, [online, accessed: 05.2022].
148. <https://ocw.mit.edu/courses/15-s12-blockchain-and-money-fall-2018/pages/syllabus/>, [online, accessed: 05.2022].
149. <https://www.polyu.edu.hk/comp/study/taught-postgraduate-programme/msc-bt/curriculum/>, [online, accessed: 05.2022].
150. <http://blockchain.cs.ucl.ac.uk/>, [online, accessed: 05.2022].
151. <https://www.gs.cuhk.edu.hk/admissions/programme/engineering>, [online, accessed: 05.2022].
152. <https://www.handbook.unsw.edu.au/undergraduate/courses/2019/COMP6452>, [online, accessed: 05.2022].
153. <https://rce.csuchico.edu/cryptocurrency-blockchain-fundamentals#course1>, [online, accessed: 05.2022].
154. <https://www.ntu.edu.sg/pace/programmes/detail/ntu-fta-series---enterprise-blockchain#fundings>, [online, accessed: 05.2022].
155. CoinDesk Report, (2021) The Top Universities for Blockchain by CoinDesk 2021, <https://www.coindesk.com/learn/2021/10/04/the-top-universities-for-blockchain-by-coindesk-2021/>, [online, accessed: 05.2022].



156. Youngblom R., (2021) How We Ranked the Top Universities for Blockchain, <https://www.coindesk.com/learn/2021/10/04/the-top-universities-for-blockchain-methodology/>, [online, accessed: 05.2022].
157. <https://www.ibm.com/pl-pl/topics/what-is-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].
158. Sandner P., Bekemeier F., (2022) How Should We Teach Blockchain?, <https://www.aacsb.edu/insights/articles/2022/04/how-should-we-teach-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].
159. Wasilewska E., (2015) Statystyka matematyczna w praktyce, Wyd. DIFIN, Warszawa 2015, ISBN: 9788379303519, p. 223.
160. Seltman H.J., (2018) Experimental Design and Analysis, Carnegie Mellon University, p. 158.
161. Aczel A.D., Sounderpandian J., (2017) Statystyka w zarządzaniu, PWN, Warszawa 2017, ISBN: 978-83-011-9537-3, p. 234.
162. Davis R.B., Mukamal K.J., (2006) Hypothesis testing, *Circulation*, 2006 Sep 5;114(10):1078-82. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.586461.
163. Aczel A.D., (2000) Statystyka w zarządzaniu, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2000, pp. 747-748.
164. What is blockchain security?, <https://www.ibm.com/topics/blockchain-security>, [online, accessed: 05.2022].
165. Domański Cz., (2001) Metody statystyczne. Teoria i zadania, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2001, p.73.
166. Jabkowski P., (2015) Reprezentatywność badań reprezentatywnych, Wyd. Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań 2015, pp. 33-38.
167. Historia sieci Blockchain (2018), <https://academy.binance.com/pl/articles/history-of-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].
168. What Makes an NFT Popular?, (2022), <https://crypto.com/university/what-makes-an-nft-popular>, [online, accessed: 05.2022].
169. Forsstrom S., Sweden M., (2018) Blockchain Research Report, p. 3-4, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1365314/FULLTEXT01.pdf>, [online, accessed: 05.2022].
170. Report Cardify, (2021) All Aboard The Crypto Train: Who Are The Latest Crypto Investors?, <https://www.cardify.ai/reports/crypto>, [online, accessed: 05.2022].
171. Foxley W., (2019) Coinbase Study Says 56% of Top 50 Universities Have Crypto Classes, <https://www.coindesk.com/markets/2019/08/28/coinbase-study-says-56-of-top-50-universities-have-crypto-classes/>, [online, accessed: 05.2022].



172. Information society in Poland in 2021, Statistics Poland, Warszawa, Szczecin 2021, p. 125-156.
173. Mutoko W.R., Gande T., (2021) Why should Business schools teach blockchain technology? The case of Botswana Accountancy College. *European Scientific Journal*, ESJ, 17 (32), p. 362, doi: <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n32p349>.
174. Bheemaiah K., (2015) Why Business Schools Need to Teach About the Blockchain, SSRN, Grenoble École de Management, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2596465, [online, accessed: 05.2022].
175. Top 10 Reasons Why You Should Learn Blockchain, (2021) <https://www.edureka.co/blog/top-10-reasons-to-learn-blockchain/>, [online, accessed: 05.2022].
176. Afreen S., (2022) Why is Blockchain Important and Why Does it Matters, <https://www.simplilearn.com/tutorials/blockchain-tutorial/why-is-blockchain-important>, [online, accessed: 05.2022].
177. Singh A., (2021) Why Learn Blockchain Technology in the 21st Century?, <https://medium.com/brandlitic/why-learn-blockchain-technology-in-the-21st-century-is-it-worth-it-8cdd7719e0a6>, [online, accessed: 05.2022].
178. Iyer S., Seetharaman A., Ranjan B., (2021) Organization's Barriers to the Education Blockchain. Technology Adoption, ICB 2021 The fourth International Conference on Business, <https://www.researchgate.net/publication/>, [online, accessed: 05.2022].
179. <https://www.unic.ac.cy/blockchain/msc-digital-currency/>, [online, accessed: 05.2022].
180. [https://mit-online.getsmarter.com/presentations/lp/mit-blockchain-technologiesonlineshortcourse/?cid=6444136694&utm_contentid=376889212472&ef_id=c:376889212472_d:c_n:g_ti:kwd383225173131_p:_k:mit%20blockchain_m:p_a:75247414685&gclid=Cj0KCQjw-JyUBhCuARIsANUqQ_lyhztnqgXvkdCdWs3XxMuf\\$YyLB-Rt0laD4CsdreOuJSZk-VdIMEaApPPEALw_wcB&gclsrc=aw.ds](https://mit-online.getsmarter.com/presentations/lp/mit-blockchain-technologiesonlineshortcourse/?cid=6444136694&utm_contentid=376889212472&ef_id=c:376889212472_d:c_n:g_ti:kwd383225173131_p:_k:mit%20blockchain_m:p_a:75247414685&gclid=Cj0KCQjw-JyUBhCuARIsANUqQ_lyhztnqgXvkdCdWs3XxMuf$YyLB-Rt0laD4CsdreOuJSZk-VdIMEaApPPEALw_wcB&gclsrc=aw.ds), [online, accessed: 05.2022].
181. Steiu M.F., (2020) Blockchain in education: Opportunities, applications, and challenges, *First Monday*, Volume 25, Number 9 - 7 September 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.5210/fm.v25i9.10654>.
182. Alammay A., Alhazmi S., Almasri M., and Gillani S., (2019) Blockchain-based applications in education: A systematic review, *Applied Sciences*, volume 9, number 12, 2400, doi: <https://doi.org/10.3390/app9122400>.
183. Grech A., Camillerip A.F., (2017) Blockchain in Education, Luxembourg: Publications Office of the European Union, doi:10.2760/60649, p. 101.



LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Figura 1. O financiamento da UE para a Blockchain (€ 347 milhões) por setor até fevereiro 2022	22
Figura 2. Empresas de Blockchain por geografia.....	25
Figura 3. Principais áreas da tecnologia Blockchain.....	26
Figura 4. Área de aplicação da Blockchain	27
Figura 5. A tecnologia Blockchain e o desenvolvimento do mercado.....	28
Figura 6. Atributos essenciais da tecnologia	29
Figura 7. Cadeia de micro-credenciais	33
Figura 8. Localização de universidades que oferecem educação Blockchain	41
Figura 9. Diagrama da área crítica da direita	45
Figura 10. Caracterização dos inquiridos*	51
Figura 11. Conhecimento da tecnologia Blockchain – período de tempo*	53
Figura 12. Identificação do nível de conhecimento abrangendo questões selecionadas sobre Blockchain *	56
Figura 13. Identificação do nível de competências nas áreas selecionadas da Blockchain*.	58
Figura 14. Aspectos selecionados do ensino, Blockchain e criptomoedas	60
Figura 15. Contacto com Blockchain durante diversas atividades de ensino e investigação*	64
Figura 16. Opinião sobre determinados aspectos selecionados da Blockchain e sobre o ensino da Blockchain*	65
Figura 17. Nível de conhecimento e competências de TI no modelo de ensino Blockchain para economia e gestão	66
Figura 18. Adaptação do conteúdo educacional à especialização	68
Figura 19. Avaliação da importância de transmitir aos Estudantes conhecimento sobre os aspectos selecionados da Blockchain *	69
Figura 20. Barreiras ao ensino de tópicos envolvendo Blockchain	70
Figura 21. Avaliação do nível de conhecimento sobre a possibilidade de uso não económico da tecnologia Blockchain em relação à localização da universidade.....	79
Figura 22. Avaliação do nível de conhecimento sobre a possibilidade de uso não económico da tecnologia Blockchain em relação à localização da universidade.....	80
Figura 23. Declaração do nível de competências para criar um token em relação à localização da universidade	82
Figura 24. Declaração do nível de competências para criar um token em relação à localização da universidade	83
Figura 25. Principais elementos do modelo	86
Tabela 1. As iniciativas Blockchain da UE.....	20
Tabela 2. Evolução da tecnologia Blockchain.....	34
Tabela 3. Exemplos de métodos de ensino da Blockchain.....	39
Tabela 4. Top 5 das melhores universidades no ensino da Blockchain	41
Tabela 5. Parâmetros da verificação estatística da hipótese.....	44
Tabela 6. Conhecimento da tecnologia Blockchain– ponto no tempo e países dos inquiridos.....	54
Tabela 7. Conhecimento da tecnologia Blockchain– ano e experiência	54
Tabela 8. Conhecimento das aplicações da tecnologia Blockchain	55
Tabela 9. Conhecimento dos termos selecionados relacionados com a Blockchain	57



Tabela 10. Aspectos selecionados do ensino, Blockchain e mercados de criptomoedas de acordo com a nacionalidade dos inquiridos	62
Tabela 11. Aspectos selecionados dos mercados de educação, Blockchain e criptomoedas em relação ao critério de experiência dos inquiridos*	63
Tabela 12. Técnicas preferidas de ensino da Blockchain	67
Tabela 13. Em que nível educacional as aulas de Blockchain devem ser lecionadas	67
Tabela 14. Limites de interpretação para coeficientes de correlação V – Cramer, Txy Czaprow e C-Pearson.....	72
Tabela 15. Resultados da análise estatística para deteção de correlações estatisticamente significativas	73
Tabela 16. Avaliação do nível de conhecimento sobre a possibilidade de uso não económico da tecnologia Blockchain em relação à localização da universidade.....	78
Tabela 17. Declaração do nível de competências para criar um token em relação à localização da universidade	81
Tabela 18. Conteúdo de Blockchain nas formulas de aprendizagem F1, F2, e F3.	91

