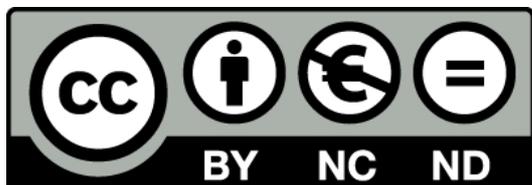

TRUE – IO1 / A1
Relatório Inicial



Licença Pública



Este trabalho © 2022 desenvolvido pelos Parceiros do Consórcio TRUE está licenciado sob a Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para visualizar uma cópia desta licença, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Direitos do autor

© Copyright 2020 TRUE CONSORTIUM

Consórcio:

P0-MAIEUTICA COOPERATIVA DE ENSINO SUPERIOR (ISMAI) – PT

P1- Instituto Superior de Engenharia do Porto (IPP) – PT

P2- University of Eastern Finland (UEF) – FI

P3- Lidi Smart Solutions – NL

P4- Amaris França – FR

P5- European Blockchain Association (EBA) – DE

P6- EUROCREA MERCHANT SRL (EM) - IT

P7- AINTEK SYMVOULOI EPICIESRISEON EFARMOGES YPSILIS
TECHNOLOGIAS EKPAIDEFISI ANONYMI ETAIREIA (IDEC) - GR

Este documento não pode ser copiado, reproduzido ou modificado, no seu todo ou em parte, para qualquer finalidade, sem a permissão por escrito do Consórcio TRUE. Além disso, devem ser dados os respetivos créditos aos autores do documento e todas as partes implicadas, no aviso de direitos de autor, devem ser claramente referenciadas.

Todos os direitos reservados.

Este documento pode ser alterado sem aviso prévio.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVO DO RELATÓRIO	1
1.2. ESTRUTURA DO RELATÓRIO	2
1.3. INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE OS DADOS OBTIDOS: ESTUDOS DE CASO & QUESTIONÁRIO	3
2. ANÁLISE DE ESTUDOS DE CASO	5
2.1. VETORES ANALISADOS	5
2.2. TENDÊNCIAS GERAIS DE IMPLEMENTAÇÃO DA BLOCKCHAIN EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)	6
2.3. ASPETOS TÉCNICOS	10
2.4. DESAFIOS IDENTIFICADOS	13
2.5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ESTADO DA ARTE	15
3. ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO	18
3.1. ANÁLISE DOS ENTREVISTADOS E DADOS ANTERIORES	18
3.2. CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS RESPONDENTES	21
3.3. CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS E CONSCIENCIALIZAÇÃO	23
3.4. RELEVÂNCIA	24
3.5. OUTROS PROJETOS BLOCKCHAIN	25
3.6. BARREIRAS	26
3.7. ÁREAS PRIORITÁRIAS	27
3.8. RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS INTELECTUAIS DO TRUE	28
3.9. RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS INTELECTUAIS DO TRUE	29
4. Conclusões	30
4.1. LIGAÇÃO DO ESTADO DA ARTE COM AS NECESSIDADES IDENTIFICADAS	30

1. INTRODUÇÃO

1.1. OBJETIVO DO RELATÓRIO

Este relatório, produzido no contexto do Resultado Intelectual 1 (IO1) do projeto TRUE, “TRUE Blockchain in Higher Education Baseline Knowledge”, enquadra-se especificamente na Atividade 1 – Desenvolvimento do Relatório Inicial. Com efeito, este documento é o relatório previsto no IO1/A1: tem como objetivo proporcionar uma visão abrangente sobre o conhecimento e a consciencialização sobre *blockchain* em geral e sobre a aplicação desta tecnologia nas Instituições de Ensino Superior (IES). O líder desta atividade é o IDEC.

Este relatório representa uma etapa importante no percurso do projeto TRUE. Agradecemos, de um modo geral, a contribuição e o esforço de todos os parceiros, de que resultaram 24 estudos de caso e 61 respostas ao questionário submetidos ao grupo-alvo para avaliar os seus conhecimentos e o nível de consciência relativamente a esta tecnologia. O objetivo específico deste relatório consiste em compreender as tendências, oportunidades e necessidades que todas essas informações contêm. Em segundo plano, este relatório representa um dos principais objetivos do núcleo do projeto: sobre as considerações que os parceiros referem, os benefícios dos dados recolhidos e das descobertas deste relatório, a vontade do projeto TRUE será ir mais longe no desenvolvimento de atividades e de resultados significativos, especialmente em relação ao Resultado Intelectual 2 (TRUE MOOC) e da Resultado Intelectual 3 (TRUE Serious Game).

Este pacote de atividades é desenvolvido em estreita cooperação com as restantes atividades realizadas no contexto do Resultado Intelectual 1, especialmente a ferramenta do Quadro de Competências e Avaliação (IO1/A2), em conjunto com a ferramenta de Autoavaliação IO1/A2.2. Estas três atividades ajudam a organizar o trabalho para os resultados que se seguem, assim como contribuem para uma compreensão detalhada das competências necessárias e que atualmente faltam no grupo-alvo, transversal à equipa de funcionários e a

outras partes interessadas de IES (educadores, professores, investigadores, estudantes, funcionários administrativos, etc.).

1.2. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A estrutura do relatório reflete as ferramentas que foram utilizadas pelos parceiros, com a finalidade de recolher a informação considerada necessária. Portanto, a abordagem tem sido dupla: os estudos de caso pretenderam retratar o estado da arte sobre a implementação do *blockchain* em IES, mas é possível afirmar que uma visão mais geral foi conseguida devido ao número relevante de estudos identificados. Simultaneamente, o consórcio também decidiu usar uma abordagem mais direta, envolvendo proativamente o grupo-alvo numa pesquisa personalizada. Esta segunda ferramenta ajudou a compreender os conhecimentos prévios no contexto das IES (Instituições de Ensino Superior), e quais as áreas ou setores, se os houver, que serão particularmente tidos em consideração pelos parceiros, no desenvolvimento dos outros resultados do projeto TRUE.

Assim, o relatório está estruturado em duas partes: a primeira secção inclui as primeiras configurações construídas a partir das introspeções dos estudos de caso, descrevendo as soluções mais inovadoras e criando níveis para melhor compreender o sentido e as tendências da tecnologia do *blockchain* relativamente às IES. O foco está nos desafios identificados, bem como nas oportunidades para estas instituições de ensino quando implementarem soluções baseadas em blockchain.

Ao mesmo tempo, a terceira parte do relatório centra-se no questionário lançado pelos parceiros. Aqui, o objetivo do consórcio é destacar e compreender melhor, com perguntas direcionadas e calculadas, o grau de consciência das IES no que se refere ao blockchain: a relevância, a utilidade percebida, o conhecimento prévio e como todos se relacionam, se possível, com os resultados do TRUE.

Por último, o relatório liga ambas as secções, para compreender como é que o estado da arte pode ser mais amplamente implementado e por que ainda

não foi adotado em maior escala. Neste aspeto, o projeto TRUE irá intervir com o trabalho do consórcio para garantir que a transição ocorra de uma forma mais suave e estável.

1.3. INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE OS DADOS OBTIDOS: ESTUDOS DE CASO & QUESTIONÁRIO

Toda a informação recolhida no contexto desta atividade será devidamente descrita, analisada e interpretada neste relatório. No entanto, a fim de compreender plenamente o seu significado, serão exploradas mais informações sobre as duas abordagens.

Foram recolhidos especificamente 24 estudos de caso e estruturados da seguinte forma:

- Sumário;
- Prazo;
- País (país ou países onde foi desenvolvido);
- Meta (principais problemas que tenta/tentou resolver);
- Descrição (informação detalhada sobre este caso específico);
- Informação técnica (informação detalhada na implementação que pode ser demasiado técnica e, portanto, não relevante para alguns utilizadores);
- Status atual;
- Limitações;
- Trabalho futuro;
- Estudos de caso similares;
- Limitações do estudo;
- Referências.

Com a sua flexibilidade e variedade de soluções, esta estrutura pretendia dar espaço suficiente a cada componente de um projeto inicial de *blockchain*, de modo a se compreenderem os desafios que tentou resolver, mas também a compreender os antecedentes do projeto e os seus componentes técnicos. Com uma abordagem standard, é assim viável propor uma análise comparativa que

possa evidenciar as tendências em curso no mercado, bem como no setor educativo, e as tecnologias ou arquiteturas mais frequentemente utilizadas.

A pesquisa baseou-se em 40 perguntas que se destinam a avaliar as seguintes áreas no grupo-alvo:

- Conhecimento Prévio;
- Relevância constatada;
- Conhecimento de outros projetos de *blockchain*;
- Possíveis barreiras identificadas para uma utilização mais generalizada de *blockchain* nas IES;
- As áreas prioritárias para esta eventual adoção;
- Ligação das necessidades com os resultados produzidos pelo TRUE;
- Outras observações de carácter geral.

Assim, a segunda parte do relatório está estruturada em conformidade: as respostas são recolhidas e interpretadas tal como estão, enquanto nas conclusões se interligam as principais tendências em termos de desenvolvimento de mercado e da implementação setorial.

2. ANÁLISE DE ESTUDOS DE CASO

2.1. VETORES ANALISADOS

Em linha com as metas e objetivos do projeto TRUE, os parceiros focaram-se, principalmente, na recolha de estudos de caso que descreveram a implementação – seja numa atividade piloto ou numa escala mais ampla – da tecnologia do *blockchain* na área das IES. Em números, os estudos de caso podem ser classificados de acordo com os seguintes setores:

Setor	Nº de estudos de caso recolhidos
Serviços educativos baseados em blockchain	10 + 42*
Descritivo da tecnologia blockchain	4
Recursos Humanos e Orientação de Carreira	2
Educação sobre tecnologia blockchain	2
Financiamento coletivo	1
Farmácia	1
Alimentação	1

* Um estudo de caso concentrou a sua atenção numa análise comparativa de 42 artigos académicos que pesquisaram o tema blockchain e educação. Estes não foram analisados em detalhe, mas foi apresentada uma comparação útil e pormenorizada, representando, assim, uma base de dados considerável a partir da qual foram retirados conhecimentos. Em particular, os trabalhos podem ser classificados da seguinte forma:

Área educativa	Nº de trabalhos considerados
Gestão de dados	13
Verificação do grau de certificação	12
Avaliação e exames do aluno	3
Transferência de crédito	2
Admissões	2

É importante começar a introduzir estas áreas relevantes para a organização de projetos do blockchain na educação, uma vez que, como se poderá verificar nas

secções seguintes, já representam uma importante visão geral das tendências em termos de implementação e atenção das instituições a esta tecnologia.

Resultante do seu esforço de cooperação, a parceria também teve em consideração outros setores além do educativo: embora a ênfase seja dada nas IES, isso fornece conhecimentos importantes sobre a variedade de implementações de soluções baseadas em blockchain em muitos setores económicos e, portanto, a flexibilidade dessa tecnologia. Estes não serão analisados em detalhe tendo em conta a finalidade deste relatório inicial, mas sim o objetivo mais geral de TRUE: ainda assim, eles representam um indício importante quanto à extensão e importância da blockchain para a digitalização das atividades humanas.

2.2. TENDÊNCIAS GERAIS DE IMPLEMENTAÇÃO DA BLOCKCHAIN EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)

Nas IES, algumas grandes tendências e mudanças podem ser identificadas fora do contexto da implementação de blockchain, como uma primeira etapa de análise. Em 2018, cerca de 200 milhões de estudantes em todo o mundo foram matriculados em cursos de nível IES e, no mesmo ano, 80 milhões de diplomas foram emitidos em todo o mundo. Finalmente, espera-se que estes números aumentem consideravelmente durante a próxima década, duplicando efetivamente a quantidade de inscrições e diplomas produzidos por instituições educacionais em todo o mundo (*Blockchain Diploma Case Study*). Neste contexto, outros fatores importantes devem também ser considerados. Alguns deles são bem conhecidos e estudados tanto pelo consórcio como por todos os intervenientes envolvidos nas IES: os complexos processos de reconhecimento dos resultados de aprendizagem (*Outcomes*), nos quais o TRUE se foca, mas também os diplomas, certificados, cursos individuais ou créditos que ainda são muito relevantes na Educação (possivelmente ao longo da vida!) dos alunos em toda a Europa e no resto do Mundo.

Simultaneamente, os protocolos já complexos postos em prática no passado para assegurar este reconhecimento encontraram um grande obstáculo: a pandemia de CoVid-19. O distanciamento social, os escritórios físicos fechados ao público e as restrições à circulação dentro e entre os países, puseram em

risco um processo já frágil que pode influenciar extensivamente a carreira académica e profissional dos alunos ao longo do tempo.

É neste contexto que a maioria dos estudos de caso identificados pela parceria foram analisados. Assim, quer os promotores do blockchain, quer as partes interessadas na educação em todos os níveis de organização e educação, estão bem conscientes que estes são grandes desafios a serem enfrentados, dado o atual estado da arte. A tendência mais geral que pode ser identificada é a de uma progressiva, mas também mais do que simplesmente necessária, digitalização do setor educativo. Claramente, esse processo começou antes da pandemia, tornando-se muito mais relevante hoje em dia. Agora, as aulas são completamente lecionadas online, não só pelas universidades, mas também por outras organizações educativas. Neste processo, as plataformas e-learning cresceram e algumas delas já utilizam tecnologias do blockchain.

Alguns exemplos identificados pelos parceiros são plataformas já ativas na internet, de livre acesso, com diferentes condições e ofertas educativas. Por exemplo, ODEM é um fornecedor de educação global, que trata da sua oferta de cursos com pagamentos baseados em blockchain realizados no blockchain Ethereum, com símbolos específicos (token de ODEM). Ao mesmo tempo, após a conclusão do curso, a plataforma emite um registo da realização através de um contrato inteligente, para o qual é utilizada uma aplicação descentralizada como interface para todos os utilizadores da ODEM. Neste sentido, a certificação é verificada no mesmo blockchain: este aspeto pode ser considerado bastante relevante dado que a plataforma acolhe não só estudantes e professores, mas também empresas e possíveis funcionários. Mais simples no que se refere à base de utilizadores, mas bem organizado e desenvolvido em termos de tecnologia utilizada (que será devidamente analisada na secção seguinte), o Tutellus oferece uma grande variedade de cursos online: estes são acessíveis graças a um sistema de dois símbolos

(STUT – smart - somente para o uso interno e o TUT, dependente de flutuações externas, mas cerca de 0.05\$ por símbolo) que também pode ser ganho pelos utilizadores através da participação ativa e realização de outras atividades, “financiando” assim a sua própria educação. Estas são soluções relevantes não só para o fornecimento de cursos em formato digital, mas também para lidar com certificados e pagamentos de uma forma mais inovadora e possivelmente mais eficaz.

A utilização desta tecnologia, tal como brevemente apresentada até agora, não se limita ao fornecimento de conteúdo educativo, por muito inovador que isto possa ser, mas toca sobretudo nas questões mais gerais do diploma e certificações. Estes podem ser concedidos e emitidos pelas instituições, obtidos pelos estudantes cujos resultados de aprendizagem são reconhecidos como reais e significativos pelas empresas e empregadores. A tecnologia Blockchain pode ser aplicada às situações selecionadas individualmente, mas também num contexto mais amplo, com um design mais abrangente e mais refinado e arquiteturas tecnológicas.

Um exemplo importante nesse sentido é representado pelo Diploma Blockchain: a ideia pode ser considerada como um padrão comum para a relação entre blockchain e emissão de certificações. É uma aplicação web descentralizada que, com um simples clique em nome do utilizador final, pode assegurar a verificação do diploma na rede. Na verdade, com um clique ou também um código QR, os utilizadores interessados (o estudante, mas mais importante, os recrutadores e as empresas) podem pedir ao blockchain para verificar o documento solicitado, de forma descentralizada e fácil. Esta abordagem pode ser entendida num discurso mais geral sobre a identidade digital individual, ou seja, este é o conceito de conceder aos indivíduos o controlo sob as suas próprias identidades digitais, graças ao blockchain e, mais especificamente, às ligações de certificação em rede. Múltiplas redes (cadeias) também podem ser previstas: este é o caso da Hyland Credentials, que oferece esta abordagem como uma solução digital para os negócios em todos os setores, e assim não se limita apenas aos diplomas ou certificados. Esta solução parece amplamente adaptável a muitos setores, dada à sua aplicação móvel gratuita de código aberto para que os destinatários tenham todos os seus documentos armazenados e facilmente acessíveis.

Em particular, se analisarmos mais profundamente a complexidade educativa desses processos apresentados acima, a tecnologia blockchain é comprovadamente aplicável também a elementos singulares. Por exemplo, pode potenciar a emissão e reconhecimento de diplomas mais pequenos, tais como cursos individuais, créditos e currículos. Estes, se devidamente concebidos do ponto de vista da tecnologia utilizada, podem ser modificados ao longo do tempo, não sendo reescritos, mas atualizados de forma mais geral com novas informações e conteúdos, ou seja, mais créditos, resultados alcançados, etc. Naturalmente, blockchain tem também de ter em consideração a acessibilidade desta informação a todas as partes relevantes: interfaces e plataformas destinadas a "carteira" podem ser desenvolvidas e concebidas para os estudantes armazenarem créditos, diplomas, etc. e, embora não possam "partilhá-los" como normalmente fariam com bitcoins (em termos de dinheiro), a sua emissão ainda pode ser verificada através de uma abordagem descentralizada, típica da blockchain, com diferentes elos a verificarem o conteúdo ao mesmo tempo através da network.

Os exemplos apresentados, até ao momento, representam soluções importantes que usam a tecnologia blockchain que pode ser útil para centros educativos. Algumas limitações em termos de tecnologia e gestão podem e serão destacadas na secção apropriada. No entanto, um estudo de caso relevante destacou uma abordagem importante que será mais explorada em termos de oportunidades a serem aproveitadas pelas IES. De facto, no Brasil, uma solução tecnológica baseada em contratos inteligentes tem sido aplicada em algumas universidades para armazenar créditos académicos e outros documentos educativos. O aspeto importante deste estudo de caso é a estreita cooperação entre as IES e as autoridades públicas: de facto, a chave para aceder aos documentos (e assim verificar sua validade) é pública e é emitida pelo Governo brasileiro. Neste contexto, foram criados três tipos de contratos: autoridade às IES para todos os graus, para o currículo e para o diploma final (estes dois para os alunos).

Esta visão geral da aplicação de soluções do blockchain a problemas educativos pode fornecer uma ideia do atual estado da arte quando se trata de criar soluções novas e inovadoras para as IES.

Apesar de serem, na sua maioria, experiências-piloto, a sua importância não deve ser subestimada. Alguns dos principais pontos que podem ser destacados em relação ao setor de educação são os seguintes:

- Emissão e reconhecimento de certificados, diplomas ou créditos em termos de transparência;
- Realização dos pagamentos por conteúdo de aprendizagem através de soluções baseadas em blockchain;
- Aumentar o nível da cooperação entre IES e partes interessadas relevantes, nomeadamente empresas e funcionários públicos.

2.3. ASPETOS TÉCNICOS

A tecnologia progride rapidamente. No que diz respeito a blockchain, embora pareça ser sempre inovador e pioneiro, já existe há alguns anos, tendo evoluído consideravelmente. Assim, é importante vê-lo como um processo de desenvolvimento, e também as plataformas e respetivas implementações podem utilizar diferentes *blockchains* em diferentes fases.

Especificamente, sobre este último ponto, pode ser observado que uma grande variedade de *blockchains* está a ser utilizada em diferentes regiões e intervenientes no mundo, também na área da educação. Em especial:

- O Hyperledger, por Linux Foundation é usado por 3 instituições educativas entre os estudos de caso considerados, bem como as VON (Verifiable Organisations Network);
- Stellar Blockchain;
- Ethereum, um fornecedor muito comum e popular de blockchain;
- Tecnologia NEM, de Tutellus.

Estes são somente exemplos e não representam uma lista exaustiva de blockchain no mercado. No entanto, ajudam a definir uma imagem mais correta de como diferentes necessidades, também educativas, podem ser satisfeitas através da utilização de uma variedade de *blockchains*.

Por exemplo, a Ethereum é uma rede que trabalha não apenas para a troca de valor em termos monetários, mas também para contratos inteligentes.

Especialmente este último elemento, definido como tal especialmente pela Ethereum, é muito flexível e tem sido usado em diferentes organizações com diferentes objetivos. Um contrato inteligente (*smart contract*) é, na prática, a execução de um programa que modifica uma parte da blockchain. É considerado muito útil pelas instituições de ensino, por exemplo, para a emissão de créditos, certificações, etc.. Foi desta forma que a Agência Reguladora Brasileira emitiu contratos para as respectivas universidades e, por sua vez, os contratos inteligentes para cada grau, crédito do curso ou currículo. Deve ser dito que, por exemplo, o blockchain Ethereum potencia muitas atividades diferentes, tais como o Turismo, como é destacado pela Webject Travel Agency.

De certa forma, contratos inteligentes tornam a blockchain mais acessível graças à sua flexibilidade. Outras abordagens foram identificadas pelos estudos de caso, que também ajudam a tornar essa tecnologia mais disponível, adaptável e escalável de acordo com as necessidades da instituição específica. Estes são, por exemplo, a EduCTX, que usa a blockchain com um cliente do API: desta forma, os estudantes podem gerir os seus créditos (os *tokens* de ECTX) como de facto créditos académicos. Neste caso, espera-se que o blockchain melhore a transparência da comunicação, mas especificamente para fins educativos pode-se afirmar que, ao usar esses *tokens* como créditos, eles podem simplesmente aceder a essas informações com uma carteira. No entanto, estes *tokens*, contrariamente a outras soluções, foram projetados para não serem partilhados: isto, naturalmente, respeita a propriedade das realizações académicas.

Pelo contrário, as blockchains são famosas por tokens que podem ser trocados. Como mencionado na secção anterior, alguns deles são utilizados com bastante frequência para promover a acreditação de oportunidades de aprendizagem de

base digital, como no caso de Tutellus, ou para efetivamente gerir de forma mais transparente e descentralizada a compra de material educativo sob o formato de cursos, etc., como no caso do ODEM. Em qualquer situação, o desenvolvimento destes *tokens* deve ser realizado de acordo com a rede em que funcionam: existem diferentes normas e é importante que as organizações as conheçam para escolherem a mais apropriada.

Por exemplo, no caso da Bitcoin Quest (e do mercado de recompensa de código aberto) os *tokens* são compatíveis com o padrão ERC-721 para tokens não-fungíveis que podem ser diferentes de outros *tokens* e, assim, dificultar o processo de interoperabilidade.

Outro exemplo na linha de tornar as soluções da blockchain mais acessíveis, é representado pelos Blockcerts: é um *open standard blockchain*, com base na criação de aplicações e na criação de certificados. Pode ser considerado como uma extensão do Open Badges Standard pela forma como é utilizado. Outras soluções podem ser usadas para emitir certificados que são facilmente verificáveis na rede – algumas delas foram mencionadas anteriormente.

Além disso, existe uma forma interessante de coordenação entre a Web Semântica e a Blockchain: para o primeiro, consideramos a Web essencialmente como a conhecemos, que é a *World Wide Web* definida através de padrões estabelecidos pelo World Wide Web Consortium. Prevê uma estrutura simples, ou pelo menos mais fácil, para combinar dados provenientes de diferentes e múltiplas fontes. A ideia é utilizar informações armazenadas em suportes de dados semânticos pessoais que são depois ligados a uma infraestrutura de retaguarda da Blockchain que fornece a garantia de integridade da tecnologia da próxima geração. Esta forma de cooperação entre normas pode representar uma oportunidade real para compreender e acompanhar o processo de mainstreaming (integração) da blockchain em diferentes setores.

O próprio ecossistema de blockchain pode, e já se encontra sob um processo de constante expansão. Como mencionado, os mesmos projetos podem ser executados em diferentes arquiteturas e, por esta razão, têm resultados diferentes. Por exemplo, Tutellus é considerado um estudo de caso interessante, pois avançou na blockchain NEM pelas promessas que feitas ao responsável da

área educativa: uma segunda cadeia a ser lançada que tornará todo o ecossistema mais estável e, mais importante, mais rápido, se comparado com outras redes de cadeia única, como a Ethereum. As Credenciais Hyland também avançam nessa direção. Ao mesmo tempo, a rede também pode ser expandida no número ou tipo de agentes verificadores. Por exemplo, o TrustedChain é um blockchain baseado em permissão que fornece um ecossistema fiável para setores altamente sensíveis na Europa: apenas emprega prestadores de serviços de confiança como verificadores de transações.

Finalmente, a complexidade da rede pode não se ajustar à necessidade de instituição utilizar a blockchain. Por exemplo, outras soluções poderiam ser baseadas numa arquitetura mais simples, utilizadas em projetos de implementação em pequena escala, tais como nível universitário único, ou como métodos de pagamento abertos mais comuns para instituições de ensino. Assim, diferentes ferramentas podem ser utilizadas de acordo com o nível de proteção, transparência e concepção de que a instituição necessita.

2.4. DESAFIOS IDENTIFICADOS

Os desafios podem ser considerados como parte de um processo maior de crescimento e evolução da tecnologia. De facto, os estudos de caso ajudam a ilustrar uma situação que está em constante mudança e que utiliza diferentes soluções para diferentes problemas. Ao mesmo tempo, existem problemas semelhantes e transversais, que devem ser resolvidos por diferentes fornecedores de tecnologia. Nesta secção, centrar-nos-emos nos desafios mais comuns destacados pelos estudos de caso, enquanto na secção 3 as respostas do grupo-alvo ajudar-nos-ão a compreender quais são os desafios em termos de conhecimento, consciencialização, etc., para uma aceitação mais ampla a nível das IES para a blockchain.

Por segurança, os contratos inteligentes são assinados criptograficamente usando criptografia de chave pública. No entanto, alguns blockchains não têm em consideração que se um grau for efetivamente utilizado através desta ferramenta, é importante assegurar que o contrato inteligente (smart contract)

também possa ser revogado, por exemplo, em caso de erro ou de expiração de certos certificados. É, por isso, importante que as instituições estejam bem conscientes destas limitações quando decidirem implementar esta forma de soluções na sua própria oferta.

Ao mesmo tempo, a segurança também implica desafios importantes em termos de mapeamento de identidade: embora seja importante que os utilizadores retenham todos os direitos sobre a sua identidade digital, é importante que o fornecedor tenha uma organização clara de toda a informação que armazenou e encriptou de modo a dar sentido a todos os dados que trata. Assim, mapear todas as identificações reais (IDs) juntamente com os seus pseudónimos, pode representar um desafio bastante grande.

Os problemas de gestão e coordenação aumentam à medida que aumenta a complexidade da rede. Isto pode ser verificado através de diferentes estudos de caso, e parece ser um constrangimento tecnológico que pode impedir um maior desenvolvimento e aceitação enquanto mais e mais instituições se tornam conscientes das oportunidades que esta ferramenta oferece. Por exemplo, pode ser uma questão de velocidade, como no caso de Ethereum, que tem experimentado alguma desorganização pela grande quantidade de operações na sua blockchain. Em relação à questão, a taxa de transação a ser paga para que a operação seja validada e registada na rede é suscetível de aumentar, com o grande número de pedidos em redes já muito carregadas.

Finalmente, o grande desafio também inferido a partir dos resultados do questionário, apresentados no capítulo seguinte, é criar um ambiente que estimule a aceitação mais ampla e profunda desta tecnologia entre os alunos, educadores e outros interessados no setor. A crise CoVid-19 representou uma importante oportunidade neste sentido: no entanto, a motivação para continuar a utilizar plataformas educativas baseadas em blockchain deve provir diretamente dos benefícios mais comuns desta plataforma, tais como transparência, descentralização, segurança e outras formas de serviços que podem beneficiar tanto as instituições educativas como os estudantes. Outras limitações podem ser mais humanas, no sentido em que as pessoas que têm de trabalhar com estas ferramentas não estão familiarizados com elas, levando

algum tempo a fomentar uma cultura de tecnologia de blockchain numa empresa.

2.5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ESTADO DA ARTE

Como também apresentado anteriormente, a introdução da blockchain no contexto das IES faz parte de um processo mais amplo de digitalização do setor educativo que começou um pouco mais atrás no tempo. Recebeu um aumento considerável durante a pandemia CoVid-19, mas não com uma abordagem sistemática. Para este fim, a blockchain pode, em vez disso, fornecer um grande apoio.

A primeira fase da digitalização do setor educativo de uma forma "inteligente" é melhorar o tratamento da documentação/burocracia. É bem conhecido e reconhecido que, no contexto das universidades de todo o mundo, a quantidade de documentação/burocracia é enorme em termos de diplomas, certificados ou mesmo de créditos individuais, etc. Durante a pandemia, a emissão e a entrega prática desses documentos tornou-se particularmente complicada. De facto, algumas universidades ou outras instituições de ensino, físicas ou totalmente digitais, já utilizam a tecnologia apresentada acima para produzir certificados facilmente verificáveis: emitir um contrato inteligente de modo a produzir o documento real, mandá-lo entregar na carteira do utilizador final ou endereço digital e conceder a possibilidade de verificar a sua validade na network através de uma simples ligação ou de uma aplicação descentralizada (dApp). Uma estrutura semelhante pode ser copiada em pequena escala também para outras atividades, como tem sido feito na Universidade de Malta, a fim de votar nos representantes dos estudantes.

O que se poderia tornar uma implementação muito mais interessante no futuro é aumentar a escala deste processo. Como já foi brevemente mencionado, quanto mais expandir a network em termos de utilizadores, pedidos de verificação, etc., mais limitações técnicas poderá encontrar. Por exemplo, a equipa NEM começou a desenvolver uma segunda blockchain para aumentar a

sua capacidade operacional. Pode ser interessante para as universidades começar a pensar numa network comum para emitir certificados conjuntos ou diplomas conjuntos: esta forma de cooperação já é uma realidade para muitos estudantes em todo o mundo, e com uma infraestrutura escalável em termos de blockchain, esta abordagem pode promover uma cooperação mais sólida e mais estreita entre as IES na Europa e no mundo. Ao mesmo tempo, representa uma declaração importante em termos de transparência dos resultados da aprendizagem, dado que a network seria capaz de reconhecer através de diferentes países, com um simples clique. Isto pode revolucionar a oferta educacional de muitas instituições: mais currículos transnacionais poderiam ser desenvolvidos e, ao mesmo tempo, conseguir que sejam reconhecidos de uma forma descentralizada e mais automática. De facto, alguns criadores de blockchain já implementaram uma forma de contrato que é automaticamente lida por máquinas (Hyland Credentials) o que poderia acelerar ainda mais a utilização desta tecnologia.

Os estudos de caso apresentam uma situação em que a blockchain é construída a fim de reduzir a presença de intermediários para assegurar a verificação das informações armazenadas: por outro lado, a própria blockchain pode funcionar como um intermediário importante para colmatar a lacuna entre o mundo académico ou de investigação e o mundo empresarial. Exemplos como ODEM ou também EchoLink tentam convidar empresas e outros atores económicos ou partes interessadas para as suas plataformas, a fim de criar conteúdos de aprendizagem mais significativos ou oferecer a possibilidade de um reconhecimento simples e direto dos resultados educativos. Estas abordagens não parecem ser contempladas pelas IES, mas podem representar uma forma de aumentar a escala dos currículos dos estudantes e ser facilmente acessíveis pela universidade, para os resultados de aprendizagem dos talentos que eles procuram. Ainda mais, as IES podem decidir cooperar entre si, mas também com outros parceiros técnicos do setor privado, a fim de pilotar e implementar mais amplamente esta forma de tecnologia, no caso da universidade em questão não possuir competências para construir a sua própria network (ao contrário da ideia piloto da University of the Pacific, onde uma equipa local especializada em blockchain conseguiu criar a arquitetura necessária).

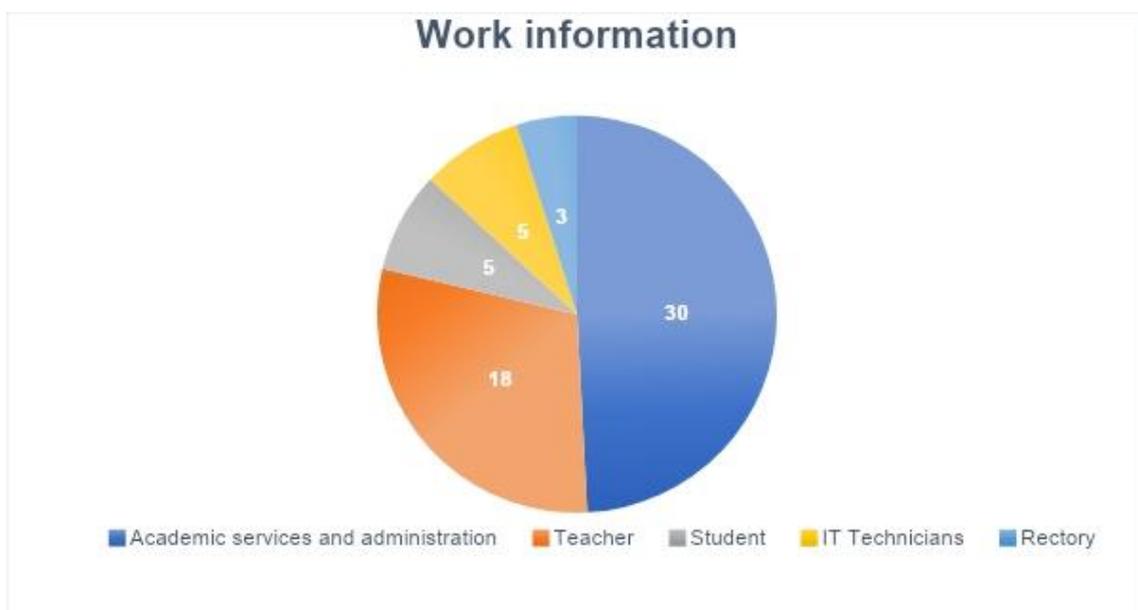
Finalmente, a adoção de uma forma de pagamento baseada em tokens pode abrir importantes oportunidades ou cenários para as universidades. Ao proporcionar ainda outra opção de acesso a graus acadêmicos completos ou mesmo a cursos menores, o público em geral para este material pode expandir consideravelmente. Isto é particularmente verdade do ponto de vista de uma internacionalização mais profunda das IES: com uma forma de pagamento baseada em tokens, os estudantes podem facilmente comprar com créditos digitais em diferentes países, o que torna o processo global muito mais fácil e acessível aos estudantes de todo o mundo, sem ter de passar por transferências bancárias por vezes complicadas.

É assim evidente que o blockchain abriu muitas portas para as IES, a maioria delas não totalmente abertas e exploradas. Contudo, as duas direções principais são claras: avançar para um setor da educação totalmente digital ou consideravelmente digital, juntamente com uma integração e cooperação muito mais profundas com instituições parceiras para além da fronteira nacional.

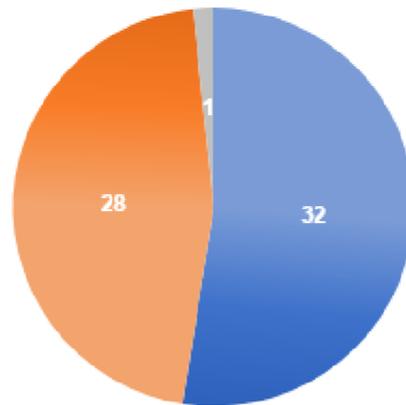
3. ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO

Nesta terceira parte do Relatório de Conhecimento Prévio (inicial) serão analisadas 61 respostas recolhidas ao longo de pouco mais de dois meses através de um formulário online. A estrutura foi apresentada no capítulo da introdução, e reflete a estrutura do questionário. O objetivo desta atividade é compreender melhor o quanto e quão profundamente os conceitos de blockchain e todas as suas aplicações relacionadas têm penetrado nas IES europeias.

3.1. ANÁLISE DOS ENTREVISTADOS E DADOS ANTERIORES

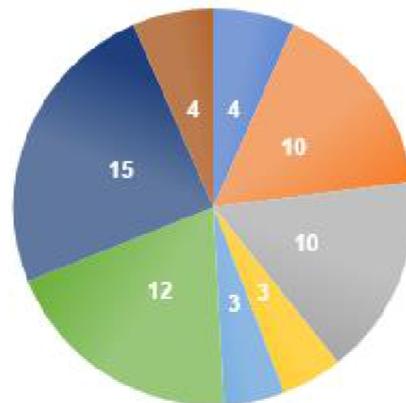


Gender

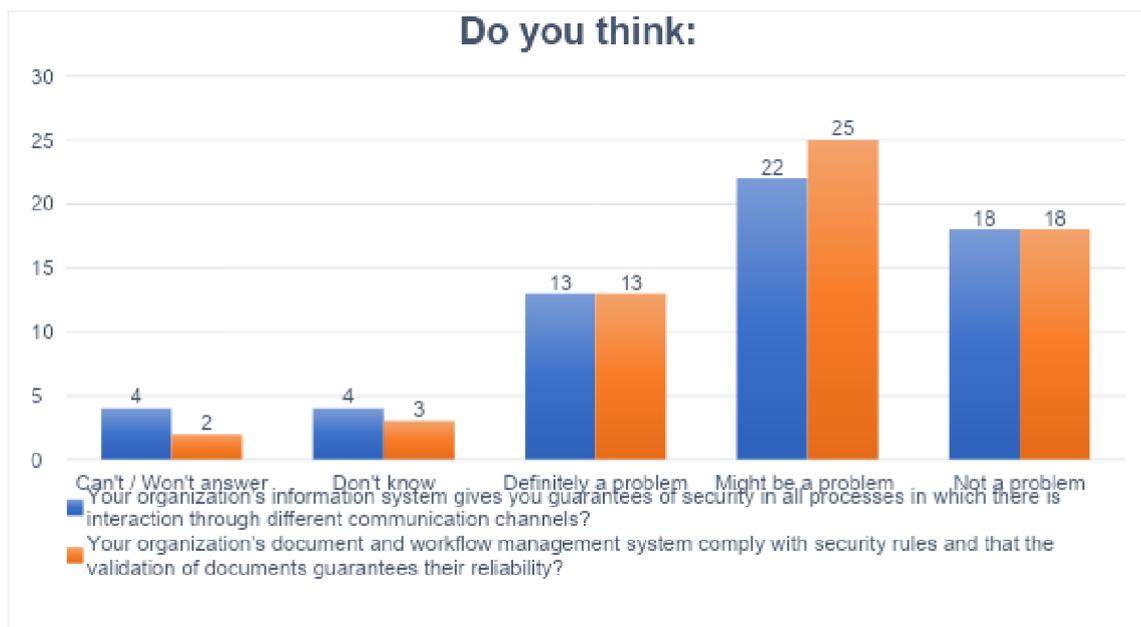
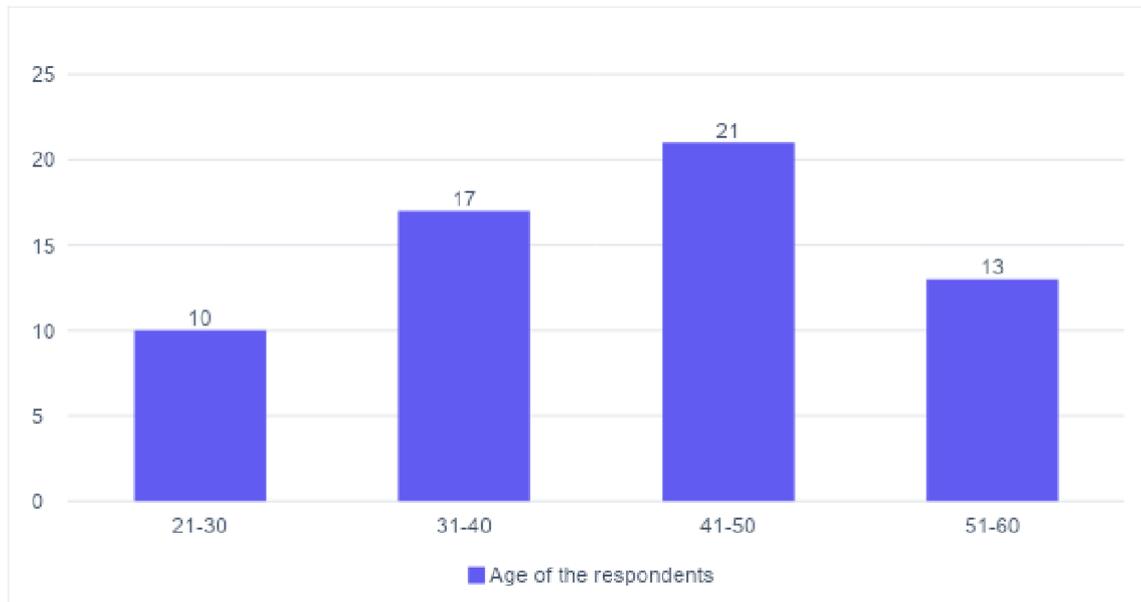


■ Male ■ Female ■ Prefer not to answer

Geographic Location of the Respondents



■ Belgium ■ Finland ■ Germany ■ Greece ■ Italy ■ Netherlands ■ Portugal ■ Others

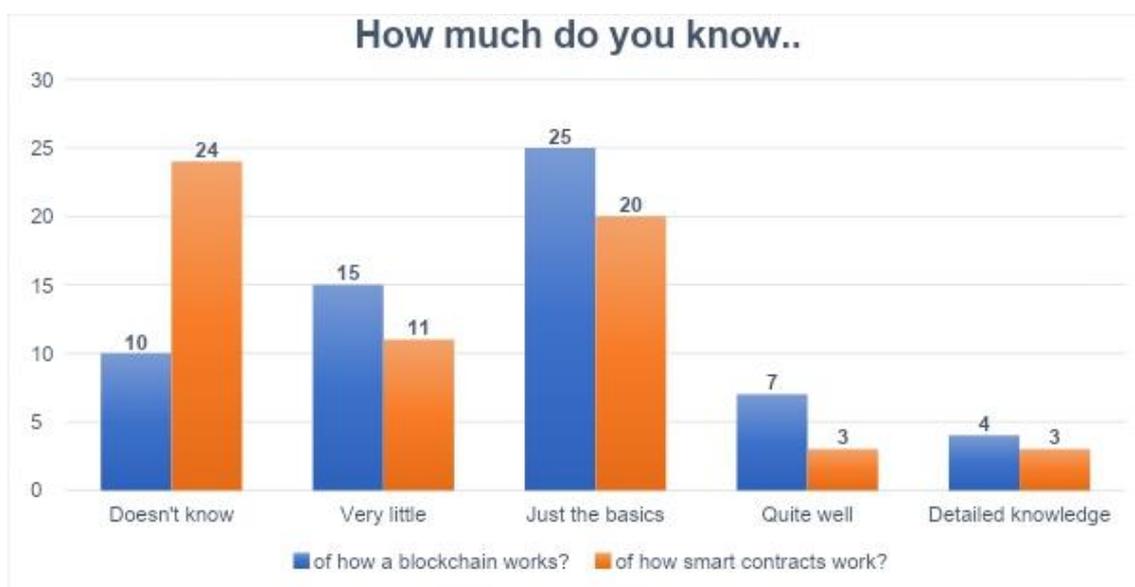


O primeiro grupo de perguntas do questionário foi desenvolvido para se compreenderem os antecedentes do grupo-alvo. É possível dizer que os 61 inquiridos são consideravelmente homogêneos em termos de idade, origem geográfica e género: eles fornecem uma imagem fiável do conhecimento da blockchain em todo o espectro na Europa. Por outro lado, o número de estudantes participantes no questionário é bastante limitado em comparação

com os funcionários empregados, o que conseqüentemente não revela um desequilíbrio na idade, como já foi notado. Ao mesmo tempo, os números destacados acima, com professores e funcionários académicos a representar mais de metade dos inquiridos, dão uma ideia clara aos responsáveis pela tomada de decisões a nível universitário no que diz respeito à aceitação da blockchain.

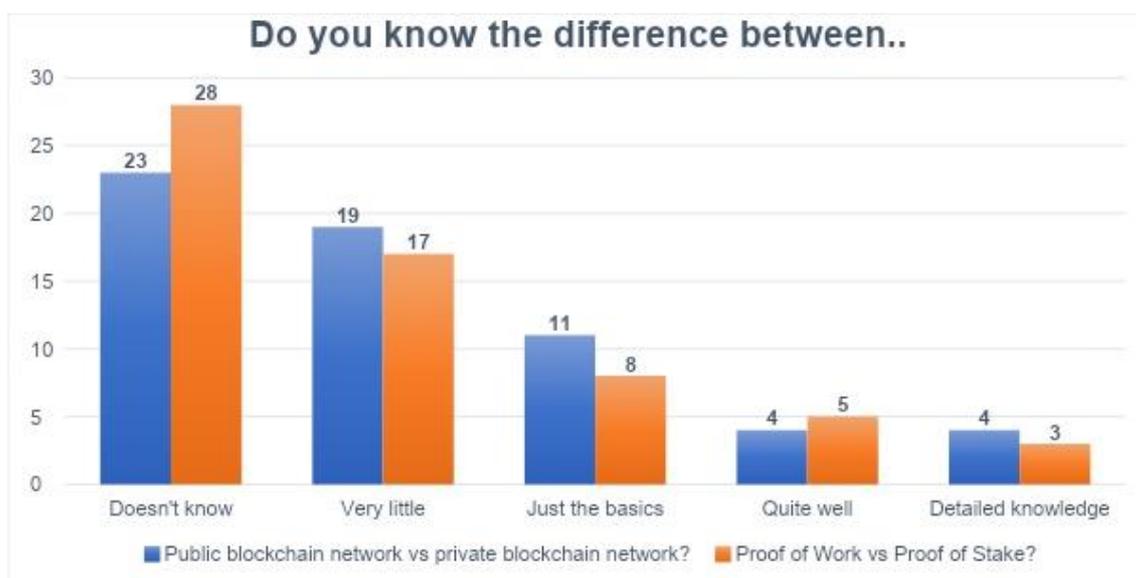
As respostas permanecem coerentes também para as outras duas perguntas mais específicas apresentadas ao grupo-alvo: o seu objetivo era questionar sobre as garantias em termos de segurança que as universidades oferecem a partir de agora. As respostas obtidas não nos dão a possibilidade de fazer uma constatação definitiva, embora a preocupação com a segurança do sistema informático seja definitivamente uma preocupação para cerca de 35-40 inquiridos de um total de 61. Nas próximas secções, serão exploradas as oportunidades para a blockchain preencher esta lacuna de segurança, juntamente com outras considerações.

3.2. CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS RESPONDENTES



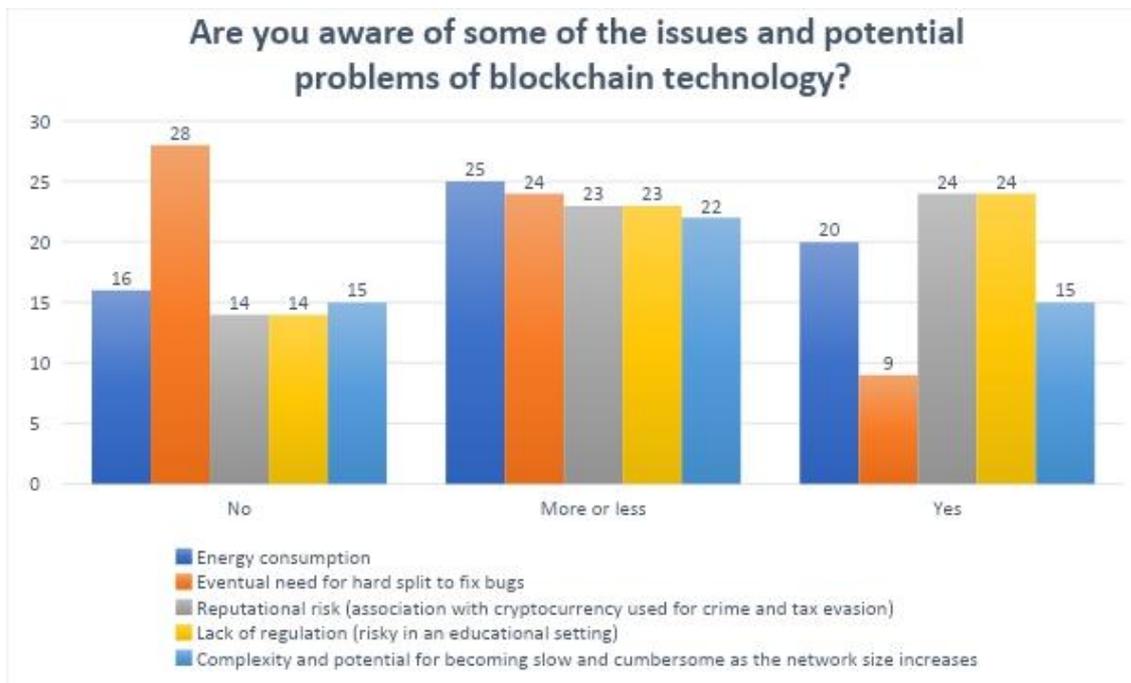
O segundo grupo de perguntas vai um pouco mais a fundo no que diz respeito ao conhecimento da blockchain, mas também dos contratos inteligentes: no capítulo anterior compreendemos de facto como esta segunda ferramenta pode

ser importante para as IES, assim como para muitos outros setores. É fundamental que esta ferramenta, tão importante como prática, seja analisada nesta primeira fase. De facto, se as respostas para a blockchain ilustram uma situação que poderia ser um pouco esperada, com apenas um público limitado a dominar bastante bem a tecnologia, avançando um passo mais no domínio dos contratos inteligentes, o número de inquiridos que "não sabem" aumenta de 10 para 24. Isto significa que embora possa existir uma consciência muito ampla e básica no público, ela é ainda mais limitada quando se trata de uma das aplicações mais comuns (contratos inteligentes).



A mesma consideração pode ser feita quando se investiga mais a fundo o conhecimento de aspetos mais específicos da conceção de uma blockchain. Aqui, as diferenças entre dois aspetos importantes da arquitetura da blockchain são analisadas: a rede pública e privada, assim como a validação das evidências e a validação de risco. Ambos são muito relevantes para compreender o processo de validação e fiabilidade em termos de segurança e gestão das redes: no entanto, mesmo os conhecimentos básicos parecem faltar no grupo-alvo.

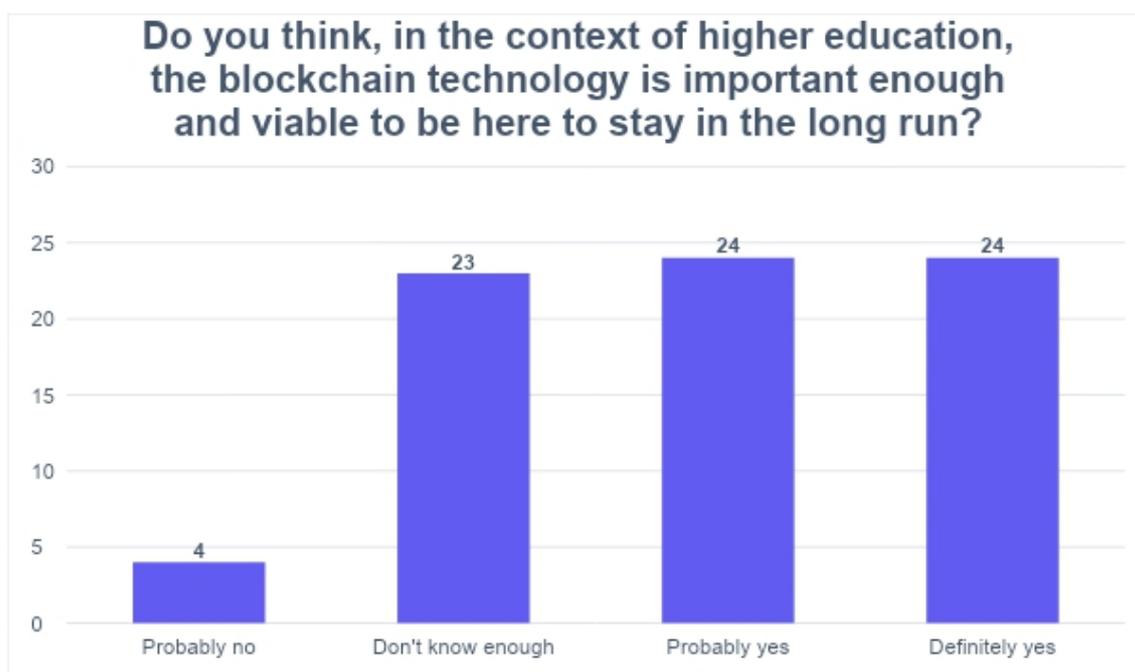
3.3. CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS E CONSCIENCIALIZAÇÃO



O terceiro grupo de perguntas visava explorar a consciência do grupo-alvo sobre alguns dos desafios mais comuns para a implementação da blockchain e uma aceitação muito mais ampla. Aqui as respostas descrevem uma situação coerente com exceção de um caso: a maioria dos inquiridos está de alguma forma consciente das limitações e desafios que a blockchain tem encontrado até ao momento. Ao contrário do conhecimento anteriormente analisado, os grupos-alvo estão de facto conscientes da existência da blockchain como um sistema que pode trazer alguns desafios organizacionais ou de coordenação, quando implementado. Isto é particularmente verdade, exceto por mais uma questão específica sobre a eventual necessidade de *hard forks* para se corrigirem bugs (vírus informáticos). A origem desta consciência pode ser do interesse do grupo-alvo, que pode não ter os conhecimentos práticos para implementar esta tecnologia, ou de uma abordagem mais cética. O questionário irá investigar melhor este aspeto, avaliando a utilidade e as oportunidades identificadas.

Em termos de outros desafios, alguns dos inquiridos mencionaram, de facto, a falta de conhecimento entre o staff/funcionários que mais pode beneficiar de uma gestão de dados baseada em blockchain. Mas, em geral, também a gestão da blockchain pode ser problemática se não for tratada por profissionais. Foram também levantadas algumas preocupações quanto ao possível custo de implementação desta tecnologia.

3.4. RELEVÂNCIA

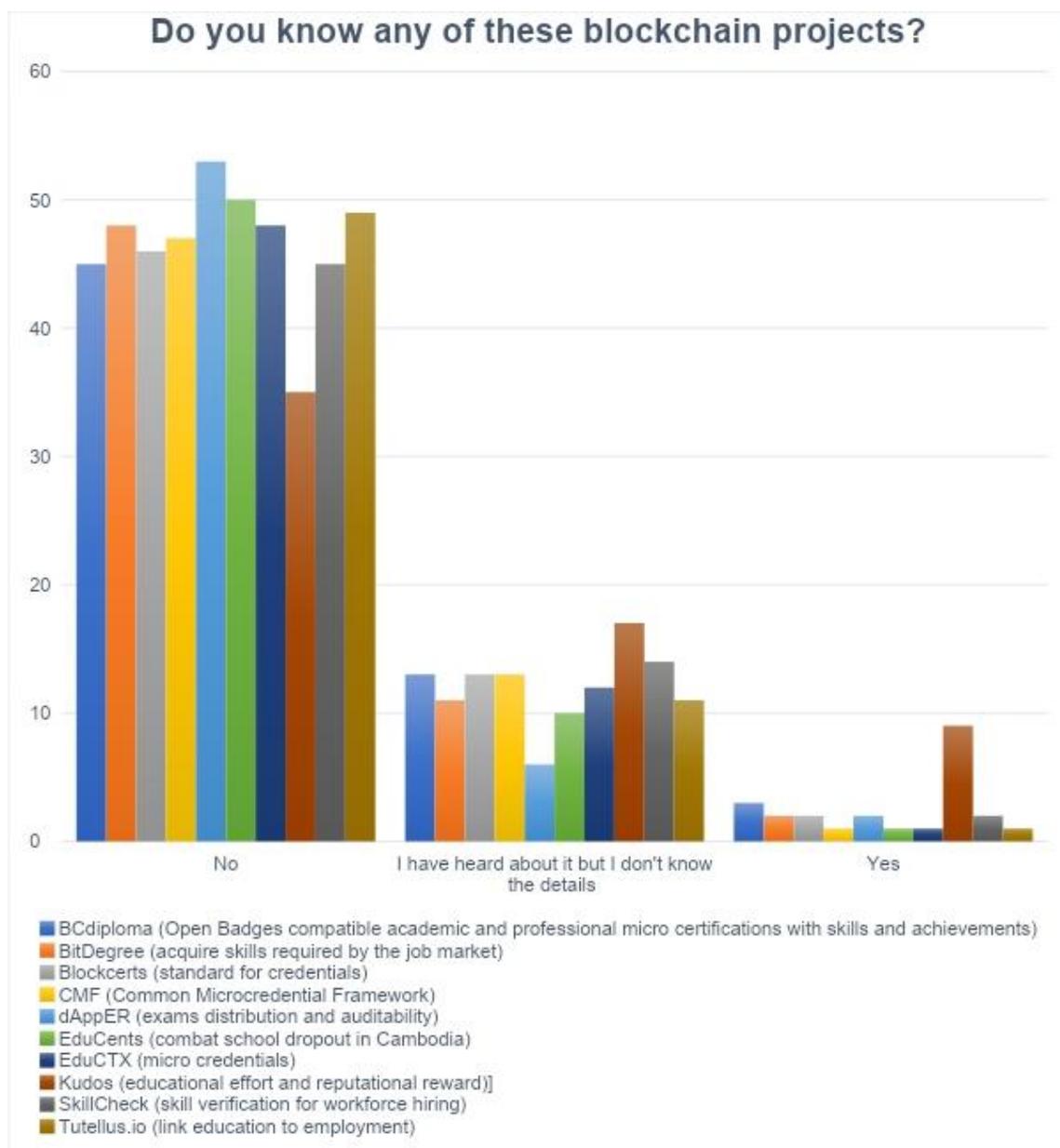


A questão acima relativa à relevância da blockchain nas IES clarifica os desafios identificados. Por muito pouco que o grupo-alvo possa saber sobre a blockchain, mais de metade dos inquiridos são positivos em relação ao impacto significativo desta tecnologia no ensino superior. Estas respostas definem os próximos passos: dados os desafios identificados acima e a confiança que o grupo-alvo tem nesta tecnologia, é importante agora compreender qual pode ser a melhor abordagem a seguir para tirar o máximo partido da blockchain, para bem das IES.

Alguns comentários gerais com maior relevância foram feitos pelo grupo-alvo que já seguiu nesta direção: uma network europeia para um fácil reconhecimento dos certificados de educação, em menor ou maior escala,

parece ser um objetivo desejável e realista a médio prazo para as IES em todo o continente. Claramente, é essencial construir as competências dos recursos humanos contratados pelas universidades: isto é particularmente importante porque a revolução, como foi mesmo prevista na origem da blockchain, será descentralizada e de baixo para cima. Na prática, isto terá de ser feito porque os escritórios administrativos, especialmente aqueles que lidam com a gestão de dados e emissão de certificados, terão de se ocupar de muitos documentos e do processo de verificação.

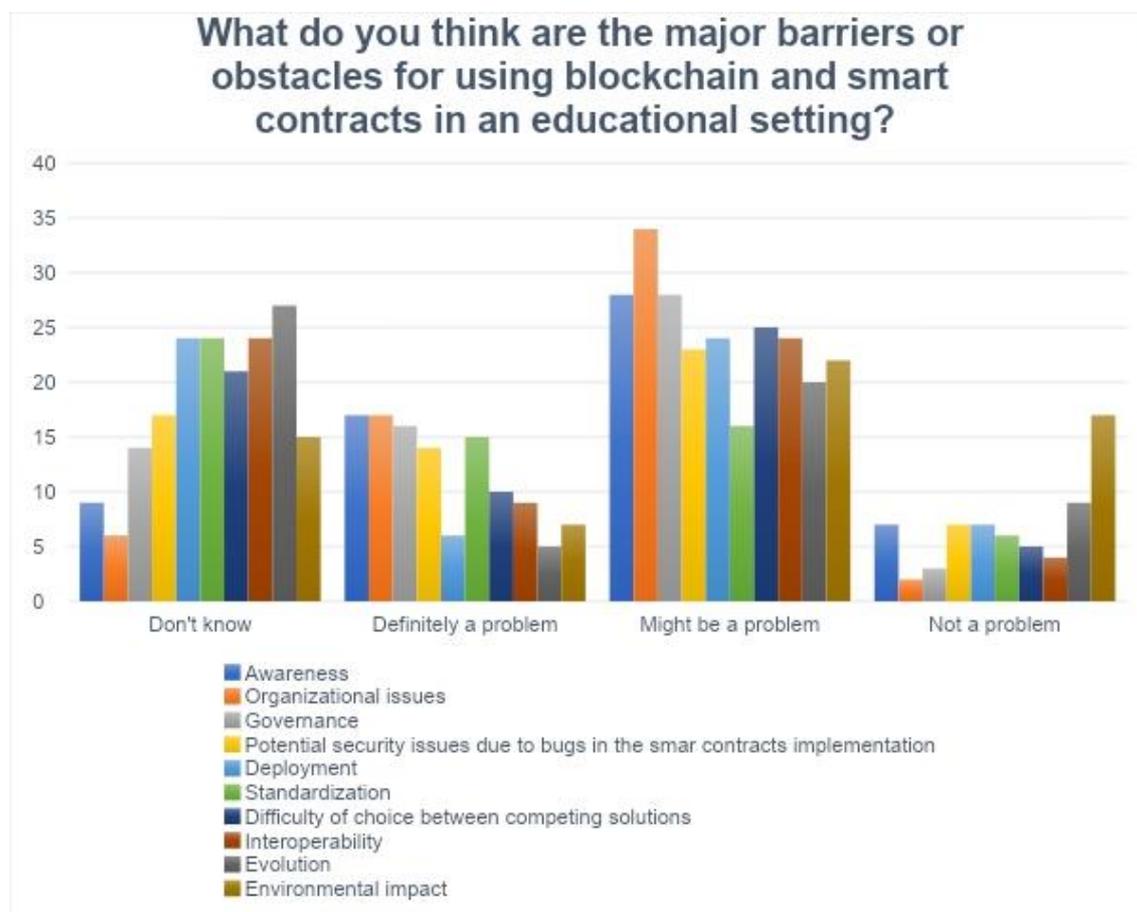
3.5. OUTROS PROJETOS BLOCKCHAIN



Esta pergunta dá uma ideia muito mais clara dos conhecimentos prévios do grupo-alvo. É muito difícil argumentar o contrário: existe uma falta de consciência generalizada quando se trata da implementação prática da blockchain. De facto, mesmo que o grupo-alvo esteja consciente das oportunidades que esta tecnologia pode trazer às IES, a maioria do pessoal que trabalha neste contexto não conhece as aplicações relativas ou tem apenas um conhecimento limitado (possivelmente não o suficiente para replicar o projeto nas suas próprias universidades). Assim, é possível notar que muito trabalho pode ser feito neste sentido com potenciais resultados positivos.

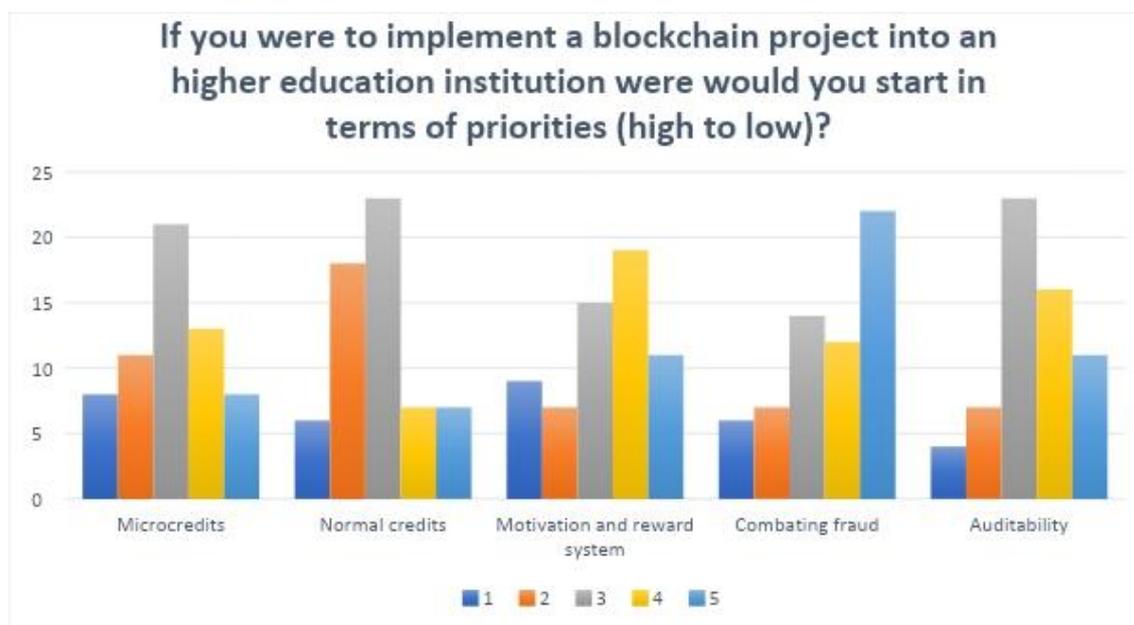
Ao mesmo tempo, alguns dos inquiridos, mais especializados, também tiveram a oportunidade de conhecer outros projetos, quer em primeira mão (com a participação num modelo de credenciais digitais ou de rastreabilidade no setor alimentar) ou com informação em segunda mão (Seli, e Velocity Network foundation).

3.6. BARREIRAS



Nesta secção do questionário, solicitou-se ao grupo-alvo que avaliasse a viabilidade de um possível projeto de blockchain e quais podem ser as barreiras mais difíceis de ultrapassar a fim de alcançar um resultado bem-sucedido. É seguro dizer que muito poucas barreiras parecem ser fáceis de gerir, em certa medida: o impacto ambiental será provavelmente resolvido graças ao impulso que a tecnologia está a experimentar como um todo quando se trata da pegada de carbono no ambiente. Por outro lado, a maioria das outras barreiras representará provavelmente desafios a enfrentar numa abordagem de caso único ao implementar os projetos. Outro fator que pode ser destacado para explicar as respostas recolhidas nesta secção diz respeito à falta de conhecimento profundo do grupo-alvo relativamente às aplicações práticas da blockchain no contexto das IES, algo que pode influenciar, pelo menos até certo ponto, o parecer dos funcionários académicos. Na verdade, as respostas "não sei" estão, especialmente para algumas áreas particulares, no mesmo nível das que consideram as mesmas barreiras como um problema.

3.7. ÁREAS PRIORITÁRIAS

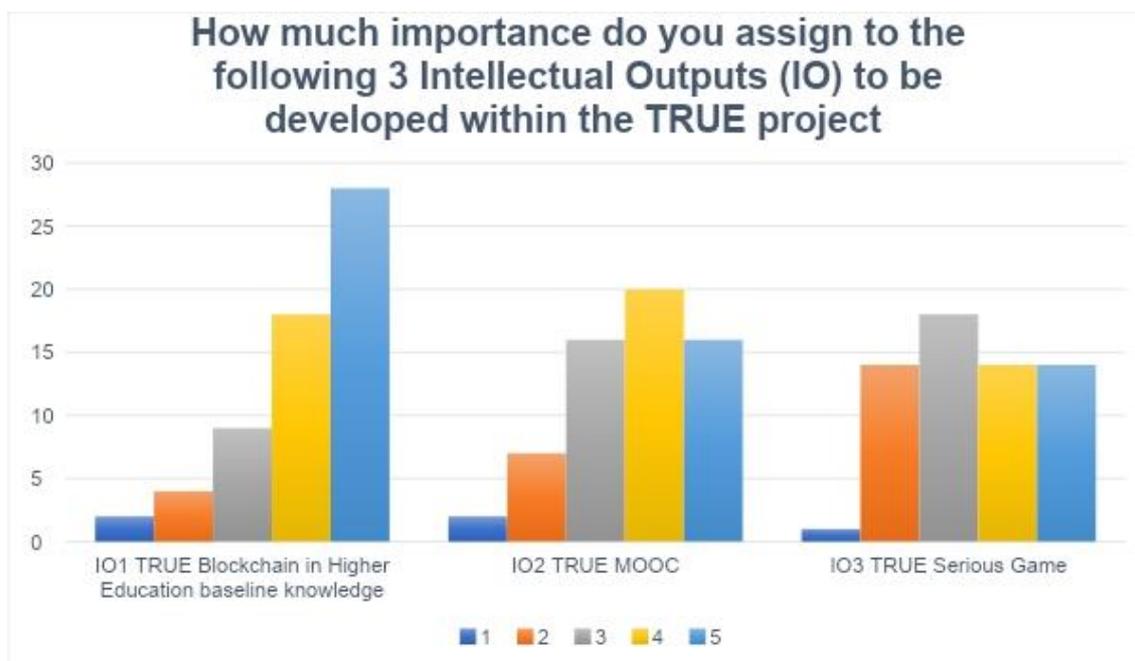


Este conjunto de perguntas deu espaço ao grupo-alvo para priorizar, de acordo com a sua opinião e experiência, as áreas onde os projetos da blockchain devem

ser implementados. Diferentemente do que foi destacado em muitos estudos de caso, a atenção da universidade aqui parece visar, em termos de prioridades, outros tópicos, em particular: motivação e sistema de recompensa, bem como o combate à fraude e, em menor medida, a auditabilidade.

De certa forma, sob a categoria que foi mais priorizada pelo público, ou seja, "combate à fraude", também a emissão de créditos (sejam eles normais ou "micro") pode ser incluída, uma vez que o objetivo final é assegurar resultados de aprendizagem validáveis e verificáveis dos estudantes, a quem quer que esteja interessado neles. Outro elemento que é importante destacar é o tema da motivação e do sistema de recompensas. A segunda parte (a recompensa) pode também referir-se, em certa medida, aos diplomas emitidos após a conclusão de um curso de aprendizagem: no entanto, no espírito da pergunta, o que é importante é usar a blockchain a fim de criar conteúdos que sejam considerados como qualitativos, sempre atualizados e relevantes para o mercado de trabalho. Diferentes soluções já foram testadas neste sentido, como apresentado no caso de Tutellus, por exemplo. Mais trabalho pode ser concretizado a este respeito.

3.8. RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS INTELECTUAIS DO TRUE



Nesta última secção, o foco do grupo-alvo foi dirigido para os resultados intelectuais do projeto, todos os três. Em particular, foi pedido aos inquiridos que avaliassem a perceção da importância dos três IOs. Todos eles receberam pontuações muito aceitáveis: a classificação "5" é aplicada a quase todos os votos dados à IO1, com outros números relevantes também para os outros dois resultados, embora mais baixos (quase 30 contra 14-15). Ainda assim, eles são considerados como substancialmente úteis e importantes, num balanço geral.

Na mesma secção, foi também pedido ao público que identificasse os possíveis conteúdos que acreditam ser importantes e úteis para serem desenvolvidos em profundidade no contexto da IO1. Foram levantadas diferentes opções, mas é importante destacar a informação prática sobre como implementar concretamente soluções baseadas na blockchain na sua própria IES.

3.9. RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS INTELECTUAIS DO TRUE

Na última seção da pesquisa, foi dado espaço para sugestões abertas do grupo-alvo. A partir destas sugestões podem ser extraídos alguns pontos interessantes.

Há um interesse generalizado nas atividades que a TRUE está a realizar, e é possível acreditar que elas terão um impacto positivo em geral. Outros aspetos a salientar é que embora importantes, até agora os projetos da blockchain tiveram apenas um impacto limitado, apesar de já existirem há algum tempo. Assim, é importante começar a construir sinergias entre os diferentes intervenientes, a fim de aumentar os esforços.

4. CONCLUSÕES

4.1. LIGAÇÃO DO ESTADO DA ARTE COM AS NECESSIDADES IDENTIFICADAS

O objetivo deste relatório de Conhecimento Inicial é fornecer uma visão abrangente do atual estado da arte das aplicações da blockchain na área das Instituições de Ensino Superior (IES). Isto foi alcançado com uma dupla abordagem: a análise de um número relevante de estudos de caso, que ajudaram a identificar as soluções mais comuns e inovadoras implementadas no mercado mais vasto e em instituições educativas em todo o mundo; ao mesmo tempo, a parceria da TRUE envolveu o grupo-alvo do projeto, a fim de obter informações em primeira mão sobre a sua própria consciência e conhecimento sobre o tema da educação e da blockchain. Em conjunto, os resultados podem dar-nos uma avaliação bastante fiável da situação atual da implementação da blockchain em relação aos antecedentes dos destinatários (funcionários académicos, professores, estudantes, etc.).

A partir dos estudos de caso, foram confirmados dois pressupostos importantes: existe uma grande variedade de soluções tecnológicas que foram apresentadas, todas elas com as suas vantagens e desvantagens, mas com uma flexibilidade global que permite que a blockchain (e todas as ferramentas relativas, tais como o sistema de validação, a carteira, os tokens, os contratos inteligentes, etc.) se adapte de forma a satisfazer as necessidades específicas; ao mesmo tempo, um leque mais amplo de setores têm vindo a estudar soluções impulsionadas pela blockchain, provando a flexibilidade tecnológica que acaba de ser apresentada até agora. Dadas estas duas noções, é possível afirmar quão longe a blockchain já chegou, apesar dos desafios enfrentados e destacados na secção correspondente.

Pelo contrário, o grande número de projetos e soluções que se destacam da análise do estado da arte não são satisfeitos pelo mesmo grau de consciência do grupo-alvo que respondeu ao questionário, pelo menos em média. Diferentes explicações podem ser formuladas: todos os projetos são relativamente pequenos em escala e alcance, quer se trate de testes piloto ou apenas

experiências ligeiramente maiores; este ponto também pode ser explicado se olharmos para o facto de não ter sido alcançado nenhum padrão amplamente aceite. Não existe uma solução de formato único para as IES, ou em geral para muitos setores económicos. Não existe um acordo claro sobre uma eventual normalização da tecnologia, e isto pode criar algumas dúvidas ou atrasar definitivamente o processo de adesão. Não fomenta, igualmente, um conhecimento muito mais amplo das soluções já existentes no mercado e muito menos a sua implementação.

A partir desta primeira atividade do projeto TRUE, uma dupla abordagem pode ser considerada. A falta da consciência e do conhecimento deve ser abordada. Quanto ao primeiro aspeto, a análise dos estudos de caso representa uma boa base de dados a partir da qual se pode começar a construir um repositório de conhecimentos que pode ajudar a difundir e disseminar as boas práticas e possivelmente inspirar a replicação a nível local. Ao mesmo tempo, parece ser necessário construir as competências práticas básicas para realmente replicar e desenvolver projetos de blockchain. O foco de IO1 pode estar em qualquer um desses aspetos, ou mesmo em ambos.

Outras soluções que podem ajudar a apoiar esta iniciativa é trabalhar em cooperação com outros parceiros. A disseminação de competências pode ter lugar com uma abordagem pessoa para pessoa: isto também pode ser previsto se considerarmos que redes mais fortes e mais significativas podem ser construídas por 2 ou mais universidades, ou mesmo em cooperação com o setor privado. Em qualquer caso, o resultado deve ser a construção das capacidades e competências dos recursos humanos dentro de cada IES, a fim de gerir networks e soluções ainda mais complexas. A criação de uma network de cooperação vai além do mero aspeto técnico, por muito importante que seja, mas criará sinergias e possivelmente mais espaço para a cooperação no espaço educativo europeu.

TRUE poderia realmente preencher as lacunas identificadas neste relatório. Com uma abordagem prática e um conjunto abrangente de resultados, o projeto pode ajudar a aumentar a consciência sobre as melhores soluções que a blockchain oferece para o setor educativo. Ao mesmo tempo, irá apoiar

o desenvolvimento de competências importantes que podem ajudar as IES a abraçarem esta nova tecnologia.