

Consulta preliminar de mercado ao abrigo do artigo 35º-A do CCP para o desenvolvimento do “Ecosystema de Aprendizagem”

14/07/2023

Conteúdo

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Ecosistema de aprendizagem..... | 4 |
| 1.1 | Enquadramento | 4 |
| 1.2 | Objetivos gerais | 5 |
| 1.3 | Objetivos específicos | 5 |
| 1.4 | Visão geral do ecossistema de aprendizagem | 6 |
| 1.5 | Resumo dos requisitos..... | 7 |
| 2. | Requisitos de arquitetura | 8 |
| 2.1 | LMS (Sistema de Gestão de Aprendizagem)..... | 8 |
| 2.2 | LRS (Learning Record Store) e xAPI..... | 9 |
| 2.3 | Padrões de Interoperabilidade | 9 |
| 2.3.1 | Learning Tools Interoperability - LTI | 9 |
| 2.3.2 | xAPI (Experience API)..... | 11 |
| 2.3.3 | CMI5 (Computer Managed Instructional Content)..... | 12 |
| 2.4 | Personalização e Acessibilidade..... | 13 |
| 3. | Requisitos Funcionais do ecossistema de aprendizagem | 14 |
| 3.1 | Autenticação e Gestão de Identidade | 14 |
| 3.2 | Gestão de Cursos e Turmas | 15 |
| 3.3 | Recursos Educativos Digitais..... | 16 |
| 3.4 | Interações sociais entre participantes do ecossistema | 17 |
| 3.5 | Análise de Dados e <i>Analytics</i> | 18 |
| 3.6 | Gamificação | 19 |
| 3.6.1 | Sistema de recompensas | 19 |
| 3.6.2 | <i>Rankings</i> | 20 |
| 3.6.3 | Desafios..... | 20 |
| 3.6.4 | Itens e Requisitos | 20 |
| 3.6.5 | Interface e Experiência | 20 |
| 4. | Requisitos de recursos avançados | 21 |
| 4.1 | Inteligência Artificial e Aprendizagem Adaptativa..... | 21 |
| 4.1.1 | Recursos educativos automatizados..... | 22 |
| 4.1.2 | Personalização adaptativa | 22 |
| 4.1.3 | Processamento de linguagem natural | 22 |
| 4.1.4 | <i>Feedback</i> adaptativo..... | 22 |
| 4.1.5 | Assistente virtual ou <i>chatbot</i> | 22 |
| 4.1.6 | Análise de dados e monitorização do progresso dos alunos | 23 |
| 4.1.7 | Análise preditiva e intervenções preventivas | 24 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1.8 | Gestão do ciclo de vida do modelo de IA..... | 25 |
| 5. | Requisitos de segurança e Privacidade dos Dados | 25 |
| 5.1 | Segurança e privacidade dos dados..... | 25 |
| 5.2 | Governança..... | 26 |
| 5.3 | Infraestrutura de certificações com base em tecnologia Blockchain | 26 |
| 5.3.1 | Protocolo Blockchain | 27 |
| 5.3.2 | Identidade digital | 28 |
| 5.3.3 | Armazenamento e modelo de dados..... | 28 |
| 5.3.4 | Transações e consenso | 28 |
| 5.3.5 | Privacidade e confidencialidade..... | 28 |
| 5.3.6 | Verificação de autenticidade | 29 |
| 6. | Alojamento, Suporte técnico e Manutenção..... | 29 |
| 6.1 | Alojamento do Ecosistema de aprendizagem..... | 29 |
| 6.1.1 | Alojamento do Ecosistema de aprendizagem na nuvem e <i>on-premises</i> | 29 |
| 6.1.2 | Localização geográfica dos Data Centers..... | 29 |
| 6.1.3 | Disponibilidade e confiabilidade | 29 |
| 6.1.4 | Segurança da nuvem..... | 30 |
| 6.1.5 | Escalabilidade e desempenho..... | 30 |
| 6.1.6 | <i>Backup</i> e recuperação de dados | 30 |
| 6.1.7 | Migração e portabilidade..... | 30 |
| 6.1.8 | Suporte e gestão | 31 |
| 6.1.9 | Ambiente de Teste..... | 31 |
| 6.2 | Custos e licenciamento..... | 31 |
| 6.2.1 | Custos de Infraestrutura: | 31 |
| 6.2.2 | Custos de serviços..... | 32 |
| 6.2.3 | Custos de tráfego e transferência de dados: | 32 |
| 6.2.4 | Modelo de licenciamento | 32 |
| 6.3 | Manutenção do ecossistema de aprendizagem | 32 |
| 6.4 | Suporte técnico..... | 33 |
| 7. | Evolução e melhorias futuras | 34 |
| 8. | Fases do projeto, duração e entregáveis..... | 35 |

1. Ecossistema de aprendizagem

1.1 Enquadramento

A plataforma proposta, denominada por “Ecossistema de aprendizagem”, tem como objetivo atender às necessidades do sistema educativo, proporcionando um recurso abrangente e centralizado para Recursos Educativos Digitais (RED). O ecossistema de aprendizagem visa reunir alunos, professores e encarregados de educação num ambiente de aprendizagem colaborativo e envolvente, com o intuito de melhorar a qualidade e a eficácia da aprendizagem em Portugal.

O ecossistema de aprendizagem proposto pretende ser uma plataforma educativa inovadora que utiliza a inteligência artificial, análise de dados e uma variedade de recursos educativos para criar um ambiente virtual de ensino colaborativo e personalizado.

Projetado com uma abordagem centrada no utilizador, o ecossistema de aprendizagem facilitará o acesso a uma variedade de materiais digitais que podem ser integrados nos processos de ensino, de aprendizagem e de avaliação proporcionando experiências de aprendizagem individualizadas.

Assim, o ecossistema de aprendizagem visa também contribuir para “Superar a utilização insuficiente de recursos educativos digitais no processo de ensino/aprendizagem e nos processos de avaliação, criando condições para a melhoria e utilização generalizada de recursos educativos digitais, incluindo nos processos de avaliação”. A meta será a de, até 2025, produzir RED para 95% das disciplinas previstas na matriz curricular.

O ecossistema de aprendizagem está alinhado com as metas da Estratégia Portugal 2030 e do recente Plano de Ação para a Educação Digital da Comissão Europeia para 2021-2027, que procuram promover a educação digital e reforçar as competências digitais.

Os RED produzidos e integrados neste ecossistema de aprendizagem serão variados em tipos e conteúdos, alinhados com o currículo nacional e com os objetivos de aprendizagem individuais, proporcionando uma aprendizagem personalizada e direcionada. Este espaço será equipado com uma interface intuitiva e poderosa, permitindo aos utilizadores navegar, pesquisar e filtrar conteúdos com facilidade, garantindo o acesso rápido e eficiente aos recursos necessários.

O ecossistema de aprendizagem não se limitará a ser apenas um repositório de recursos, mas sim um ambiente que visa fomentar o desenvolvimento de uma comunidade ativa e colaborativa de aprendizagem. Os utilizadores poderão utilizar e comentar os RED incentivando a troca de ideias e experiências. Além disso, o ecossistema de aprendizagem contará com algoritmos de aprendizagem adaptativa e inteligência artificial, que acompanharão o progresso dos alunos e fornecerão sugestões de recursos e atividades personalizadas.

Com o objetivo de ser uma solução completa, alinhada com a visão de uma educação inclusiva, personalizada e eficaz para todos, o ecossistema de aprendizagem oferecerá aos alunos a oportunidade de explorar diferentes percursos de aprendizagem dentro do mesmo ambiente digital. Os RED serão contruídos a partir de narrativas sólidas, do ponto de vista didático e científico e permitirão aos alunos terem *feedback* e avançar, explorando diferentes percursos de aprendizagem dentro de um mesmo ambiente digital.

Este ecossistema de aprendizagem vai para além das tradicionais salas de aula, oferecendo uma experiência de aprendizagem educativa adaptada às necessidades individuais dos alunos e disponíveis para todos.

Neste sentido, o ecossistema de aprendizagem deverá, ainda, contemplar, para alunos impossibilitados de frequentar o ensino presencial, uma experiência remota de qualidade e adaptada, que integre uma solução segura de colaboração e produtividade.

1.2 Objetivos gerais

- Personalizar a experiência educativa para atender às necessidades e estilos de aprendizagem individuais dos alunos, proporcionando um ambiente de aprendizagem adaptativo.
- Oferecer *feedback* personalizado e imediato para alunos, auxiliando-os na identificação de áreas de melhoria e no progresso da sua aprendizagem.
- Disponibilizar uma variedade de recursos educativos, tarefas de ensino e aprendizagens estruturadas, mas personalizáveis, como vídeos, textos, jogos educativos e simuladores entre outros.
- Apoiar o trabalho dos professores, dando acesso a informações sobre o desempenho do aluno, permitindo que aqueles adaptem o ensino de acordo com as necessidades individuais de cada aluno.
- Fornecer aos professores e alunos uma visão clara do progresso da aprendizagem e identificar aqueles que necessitam de suporte adicional.
- Possibilitar a criação de aulas mais interativas, pré-programadas pelos professores, utilizando tecnologias como *chatbots* e assistentes virtuais.
- Apoiar alunos-atletas de diferentes níveis de competição, incluindo aqueles com estatuto de alto rendimento, integração em seleções nacionais ou outras representações desportivas nacionais, bem como os que possuem potencial talento desportivo e exigem uma educação adaptada às suas sequências de aprendizagem.
- Apoiar adultos que procuram o ensino recorrente e a conclusão de percursos atuais ou extintos.
- Colmatar a ausência temporária de docentes, garantindo a continuidade da educação.
- Possibilitar aos alunos e respetivos responsáveis educativos que estão a frequentar o ensino individual e o ensino doméstico o acesso a recursos educativos alinhados com o currículo nacional e apoiá-los na tomada de decisões sobre a sua própria aprendizagem.
- Facilitar o ensino a distância e oferecer uma ampla variedade de experiências de aprendizagem potenciando a melhoria do sucesso educativo desta modalidade de ensino.
- Aumentar a eficiência no processo educativo, permitindo que os alunos aprendam ao seu próprio ritmo, enquanto os professores direcionam a sua atenção para outras áreas que requerem maior atenção.
- Contribuir para garantir que todos os alunos tenham acesso a uma educação de qualidade, independentemente de sua localização geográfica ou condição financeira.
- Contribuir para a melhoria geral da qualidade da educação, gerando dados que possam ser utilizados para aprimorar o ensino em cada comunidade educativa e para suportar políticas educativas.

1.3 Objetivos específicos

- Desenvolver algoritmos de aprendizagem de máquina baseados em linguagem natural para disponibilizar o conteúdo educativo e fornecer *feedback* adaptado de cada aluno.
- Criar uma interface de utilizador intuitiva e atraente para o ecossistema de aprendizagem, facilitando o acesso e uso por alunos e professores.

- Implementar sistemas de avaliação capazes de identificar áreas em que os alunos necessitam de mais apoio e *feedback* personalizado.
- Integrar recursos educativos validados, como vídeos, textos, jogos e simuladores, num ambiente de aprendizagem unificado.
- Fomentar a criação de ambientes de aprendizagem que permitam a elaboração significativa de novos conhecimentos, por meio de interações e contextos diferenciados dos espaços tradicionais de ensino.
- Desenvolver ferramentas para professores gerirem o desempenho de seus alunos, acompanhar o progresso individual e oferecer suporte adicional quando necessário.
- Criar *chatbots* e assistentes virtuais capazes de interagir com os alunos e responder às suas perguntas em tempo real.
- Garantir a segurança do ecossistema de aprendizagem, seguindo as melhores práticas, protegendo dados pessoais e confidenciais dos seus utilizadores.
- Desenvolver a infraestrutura necessária para fornecer conteúdos educativos e ensino a distância de alta qualidade, incluindo sistemas de tutoria inteligente e suporte técnico.
- Estabelecer parcerias com outras instituições para fornecer acesso ao ecossistema de aprendizagem para um público mais amplo.
- Realizar pesquisas e análises de dados para avaliar a eficácia do ecossistema de aprendizagem e identificar áreas que necessitem de melhorias e ajustes.
- Suportar pesquisas temáticas e de texto livre envolvendo qualquer conteúdo que esteja disponível no ecossistema de aprendizagem.

1.4 Visão geral do ecossistema de aprendizagem

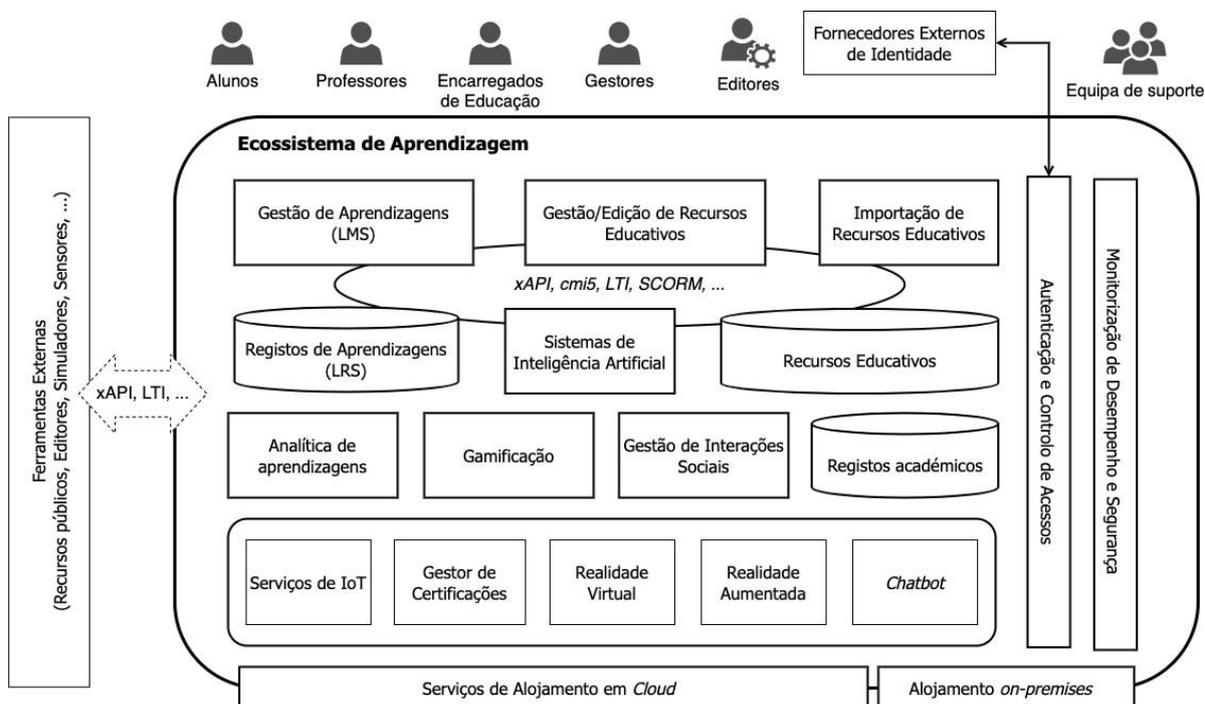


Figura 1: Visão geral do Ecossistema de Aprendizagem

O ecossistema de aprendizagem a desenvolver é composto por vários serviços, repositórios de recursos educativos e de dados em geral. As secções seguintes dos requisitos descrevem os macro componentes do ecossistema, as suas funcionalidades (de base e avançadas) bem como aspetos transversais como é o caso dos aspetos de autenticação e controlo de acessos, monitorização e garantias de desempenho e alojamento de todo o ecossistema de aprendizagem.

A **Figura 1** apresenta a visão geral dos serviços e componentes do ecossistema de aprendizagem. Os RED, através do Sistema de Gestão de Aprendizagem (LMS), interagem com o Repositório de Registos de Aprendizagem (LRS), seguindo a abordagem xAPI (Experience API), norma IEEE 9274.1.1¹, e de forma compatível com outros protocolos e *standards* utilizados no desenvolvimento de plataformas educacionais modernas. São disponibilizadas interfaces adequadas para a visualização, edição e gestão de recursos educativos digitais, em função da política de segurança desenhada e configurada. É também definido como requisito a existência de serviços de comunicação em tempo real entre os utilizadores, facilitando as ligações sociais entre alunos, turmas, equipas e grupos em geral.

Um dos pilares do ecossistema de aprendizagem é o uso de inteligência artificial e da aprendizagem adaptativa. Os requisitos nesta área incluem a análise de percursos educativos, o *feedback* personalizado e um *chatbot*. É, contudo, essencial o papel dos professores e a interação com a IA para reforçar as aprendizagens. Pretende-se, numa fase futura, o uso também de tecnologias de realidade virtual, realidade aumentada e a IoT para maior envolvimento e estímulo dos alunos.

Para dar uma resposta adequada à grande base de utilizadores que se prevê que venham a utilizar os serviços do ecossistema de aprendizagem, a arquitetura a adotar e as soluções tecnológicas devem conseguir tirar partido da elevada quantidade de recursos disponibilizados por plataformas de *cloud*. A generalidade dos serviços/componentes do sistema deve assim ter alojamento num modelo de computação em nuvem, salvaguardando-se, no entanto, a necessidade de alojar dados de certificações dos alunos em infraestruturas computacionais *on-premises*, sob responsabilidade do Estado Português.

1.5 Resumo dos requisitos

No âmbito deste documento, os termos DEVE, DEVEM, TEM, TÊM e NECESSÁRIO (MUST e REQUIRED), RECOMENDADO (SHALL) e PODE (MAY), bem como as suas negações são interpretados de acordo com o RFC 2119².

Todos as interligações entre sistemas DEVEM seguir o indicado nas Resoluções de Conselho de Ministros nº 2/2018³, 41/2018⁴, sendo este documento específico, complementar e restritivo no que diz respeito às interligações com o ecossistema de aprendizagem a desenvolver.

Os requisitos, descritos nas secções seguintes, estão divididos e identificados na Tabela 1:

| Classe de requisito | Descrição | Identificação |
|--------------------------------|--|---------------|
| Requisitos de Arquitetura (§2) | Macro componentes do ecossistema de aprendizagem e as suas interligações | RA.x |

¹ <https://standards.ieee.org/ieee/9274.1.1/7321/>

² <https://www.ietf.org/rfc/rfc2119.txt>

³ <https://dre.pt/home/-/dre/114457664/details/maximized>

⁴ <https://dre.pt/home/-/dre/114937034/details/maximized>

| | | |
|---|---|-------|
| Requisitos Funcionais (§3) | Funcionalidades do sistema disponibilizadas aos diferentes tipos de utilizadores | RF.x. |
| Requisitos de Recursos Avançados (§4) | Requisitos funcionais dos componentes ligados à inteligência artificial, realidade virtual e IoT | RR.x |
| Requisitos de Segurança, Privacidade e Governança (§5) | Aspetos de segurança da informação, de governança dos dados e dos recursos geridos pelo ecossistema de aprendizagem | RS.x |
| Requisitos de alojamento, monitorização e manutenção (§6) | Aspetos de relacionados com o alojamento dos serviços, a sua monitorização, evolução e manutenção | RM.x |

Tabela 1: Resumo das classes de requisitos

Quando indicado, haverá requisitos que serão detalhados em sede de projeto. O processo para detalhar esses requisitos DEVE envolver uma ou mais reuniões entre a entidade adjudicante e o adjudicatário, DEVENDO resultar um documento escrito, da autoria do adjudicatário, que:

- TEM de seguir o descrito neste caderno de encargos, não podendo ser contraditório relativamente a algum requisito;
- Tem de ser aprovado pelo adjudicante.

As calendarizações das reuniões, bem como a produção do documento, não podem colocar em causa os prazos de realização do projeto, exceto em situações excecionais não imputáveis ao adjudicatário.

2. Requisitos de arquitetura

2.1 LMS (Sistema de Gestão de Aprendizagem)

O Sistema de Gestão de Aprendizagem (LMS) é uma peça fundamental no ecossistema de aprendizagem. A integração com um LMS deve permitir a gestão eficiente dos cursos, turmas e inscrições, garantindo a organização e administração dos processos educativos. O LMS deve oferecer funcionalidades que possibilitem:

RA.1. Gestão de cursos, turmas e inscrições: O sistema deve permitir a criação e gestão de cursos, incluindo informações sobre horários, datas, materiais didáticos e requisitos. Além disso, deve ser capaz de controlar a matrícula de alunos em turmas específicas e facilitar o processo de inscrição.

RA.2. Atribuição e acompanhamento de atividades: O LMS deve fornecer ferramentas para os professores atribuírem tarefas, exercícios ou projetos aos alunos. Ele também deve permitir o acompanhamento do progresso dos alunos, permitindo a visualização das atividades completas e em andamento, bem como a avaliação das mesmas.

RA.3. Recursos de comunicação entre professores e alunos: É essencial que o LMS ofereça recursos de comunicação eficientes para facilitar a interação entre professores e alunos. Isso pode incluir fóruns de discussão, mensagens privadas, salas de chat ou qualquer outra forma de comunicação síncrona ou assíncrona.

RA.4. Feedback e avaliação de desempenho dos alunos: O sistema deve possibilitar que os professores forneçam *feedback* individualizado aos alunos sobre seu desempenho em atividades e avaliações. Além disso, deve permitir a avaliação formal do desempenho dos alunos, como a atribuição de notas ou conceitos, de acordo com critérios pré-definidos.

RA.5. Gerar relatórios e estatísticas de aprendizagem: O LMS deve ser capaz de gerar relatórios e estatísticas de aprendizagem, que permitam monitorar o progresso dos alunos e avaliar a eficácia dos cursos. Esses relatórios podem incluir informações sobre a participação dos alunos, notas, atividades concluídas, tempo gasto no sistema, entre outros dados relevantes.

2.2 LRS (Learning Record Store) e xAPI

A implementação de um *Learning Record Store* (LRS) é essencial para recolher e armazenar registos de aprendizagem dos alunos. O LRS deve ser capaz de suportar o padrão xAPI (Experience API), permitindo o envio e recebimento de dados de aprendizagem por meio dessa especificação. O elemento fonte desta informação é designado genericamente de *Learning Record Provider* (LRP), que na prática pode ser o LMS, um recurso educativo ou qualquer elemento autorizado a escrever registos de aprendizagens. Além disso, é importante garantir a compatibilidade com o padrão cmi5 para a monitorização e registo de dados de aprendizagem, assegurando a interoperabilidade e a monitorização adequada do progresso dos alunos.

Assim, é necessário ter em conta os seguintes pontos:

RA.6. Recolha e armazenamento de registos de aprendizagem dos alunos: O LRS deve ser capaz de recolher e armazenar de forma segura os registos de aprendizagem dos alunos (eventos com detalhe máximo disponível), garantindo a integridade e confidencialidade dos dados.

RA.7. Suporte ao padrão xAPI (Experience API): O LRS deve ter total compatibilidade com o padrão xAPI, permitindo a captura de dados de aprendizagem por meio dessa especificação. Isso inclui o suporte a todos os verbos, objetos e contextos definidos pelo xAPI.

RA.8. Envio e recção de dados de aprendizagem por meio do xAPI: O LRS deve ser capaz de enviar e receber dados de aprendizagem usando o xAPI, permitindo a comunicação eficiente e confiável entre o LRS e outros sistemas de aprendizagem. Isso inclui a capacidade de registar eventos de aprendizagem, como conclusão de cursos, resultados de avaliações e interações com conteúdo de aprendizagem.

2.3 Padrões de Interoperabilidade

O ecossistema de aprendizagem deve adotar padrões de interoperabilidade reconhecidos internacionalmente, a fim de garantir a compatibilidade e integração com outras ferramentas e sistemas educacionais existentes.

São exigidos os seguintes padrões de interoperabilidade:

2.3.1 Learning Tools Interoperability- LTI

A integração com o LTI visa estabelecer uma conexão eficiente e padronizada entre o ecossistema de aprendizagem e outras ferramentas educativas e sistemas externos, a fim de facilitar a troca de informações e recursos educativos, promovendo uma experiência de aprendizagem mais integrada e abrangente.

Ao nível dos requisitos é necessário:

RA.9. Adoção do Padrão LTI: O ecossistema de aprendizagem deve ser compatível com a versão mais recente do *Learning Tools Interoperability* (LTI), LTI1.3 e LTI Advantage, seguindo as especificações técnicas e recomendações estabelecidas pelo IMS Global Learning Consortium.

RA.10. Compatibilidade com Ferramentas LTI: o ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de integrar-se perfeitamente com outras ferramentas educativas e sistemas externos que sejam compatíveis com o padrão LTI.

RA.11. Autenticação e Autorização: A integração LTI deve suportar a autenticação e autorização adequadas para garantir a segurança e o controle de acesso aos recursos do ecossistema.

RA.12. Troca de Dados: O ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de receber e enviar dados relevantes, como informações do utilizador, notas, conteúdo do curso e configurações, de forma consistente e confiável através da integração LTI.

RA.13. Gestão de Configuração: Deve ser possível configurar as conexões LTI, incluindo o registo e o armazenamento seguro das informações de integração necessárias, como chaves de autenticação e URL de lançamento. A configuração deve ser feita usando uma interface do utilizador própria, devidamente integrada na plataforma, não podendo haver configurações com recurso a edição de ficheiros. A interface deve validar todos os parâmetros, não aceitando parâmetros inválidos nem ligações com erros de acesso.

RA.14. Interface do Utilizador: O ecossistema de aprendizagem deve fornecer uma que apresente uma boa experiência de utilização, para configurar e gerir as integrações LTI, permitindo aos administradores e instrutores visualizar e controlar os recursos e as permissões associadas a cada integração. Devem ser dadas evidências da qualidade da experiência de utilização, e devem ser seguidos a recomendação *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) 2.1 ou superior⁵, no nível AAA.

Ao nível dos testes e conformidade:

RA.15. Conformidade LTI: O ecossistema de aprendizagem deve passar por testes de conformidade LTI para garantir que o sistema atende aos padrões e especificações estabelecidos pelo IMS Global Learning Consortium. Devem ser apresentadas evidências dessa conformidade.

RA.16. Testes de Integração: Devem ser realizados testes abrangentes de integração com ferramentas educativas e sistemas externos compatíveis com LTI, a fim de verificar a funcionalidade correta da integração e a troca de dados. Devem ser apresentadas evidências dos resultados e abrangência dos testes, sendo o resultado validado pelo adjudicante.

Ao nível do Documentação e Suporte:

RA.17. Documentação Técnica: O ecossistema de aprendizagem deve fornecer documentação clara e abrangente que descreva os procedimentos de configuração e utilização da integração LTI, incluindo requisitos técnicos, fluxos de trabalho e exemplos. A documentação deve estar escrita em português europeu. A documentação deve estar escrita em português europeu.

RA.18. Suporte Técnico: A equipa responsável pelo ecossistema de aprendizagem deve oferecer suporte técnico especializado para ajudar os utilizadores a configurar, solucionar problemas e

⁵ <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

utilizar a integração LTI de maneira eficaz. A equipa de suporte de ter como responsável um engenheiro de Informática ou similar com conhecimentos comprovados na área.

Ao nível de segurança:

- RA.19. Criptografia de Dados:** Os dados transmitidos entre o ecossistema de aprendizagem e as ferramentas LTI devem ser protegidos por meio de criptografia adequada, garantindo a confidencialidade e a integridade das informações durante a transferência.
- RA.20. Autenticação Segura:** É essencial implementar um processo de autenticação seguro para verificar a identidade e as permissões dos utilizadores envolvidos na integração LTI, impedindo o acesso não autorizado aos recursos do ecossistema de aprendizagem.
- RA.21. Prevenção de Ataques:** O ecossistema de aprendizagem deve adotar medidas para prevenir e mitigar ataques comuns, como ataques de injeção, *cross-site scripting* (XSS) e falsificação de solicitação entre sites (CSRF), a fim de garantir a segurança da integração LTI.
- RA.22. Controlo de Acesso:** Deve ser implementado um mecanismo de controlo de acesso granular, permitindo que os administradores configurem permissões específicas para utilizadores e ferramentas LTI, garantindo que apenas as informações e funcionalidades relevantes sejam acedidas. A configuração deve ser feita usando uma interface do utilizador própria, devidamente integrada na plataforma, não podendo haver configurações com recurso a edição de ficheiros.
- RA.23. Monitoramento e Registo de Atividades:** É necessário manter um registo de acesso, alteração e remoção (logs), com informação sobre quem acedeu, de onde acedeu (IP e Porto), quando acedeu, a que dados acedeu, que ação foi efetuada sobre os registos de atividades relacionadas à integração LTI, a fim de identificar e responder a qualquer atividade suspeita ou anomalia de segurança.

2.3.2 xAPI (Experience API)

Referente ao padrão de Integração, Registo de Aprendizagens e Monitorização:

- RA.24.** O ecossistema de aprendizagem deve ser compatível com o xAPI (Experience API).
- RA.25.** O ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de monitorizar e registar dados de aprendizagem, incluindo atividades como visualização de conteúdo, participação em atividades interativas e conclusão de exercícios. Deve ser garantido o armazenamento com um grão de detalhe igual ao dos sistemas fonte (e.g. o RED) para garantir que não existe perda de informação por agregação.
- RA.26.** Os dados monitorizados devem ser armazenados de forma segura e estarem disponíveis para análises e criação de relatórios, interna e/ou externamente ao ecossistema de aprendizagem.

Interoperabilidade com Ferramentas Externas:

- RA.27.** O ecossistema de aprendizagem deve permitir a integração com ferramentas e recursos externos que utilizam o xAPI.
- RA.28.** O ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de importar e exportar dados no formato xAPI para facilitar a troca de informações entre diferentes sistemas e ferramentas educativas. Não

podem ser criadas barreiras artificiais à importação e exportação de dados, e.g. restringir o seu uso a uma aplicação de uma determinada entidade ou marca.

RA.29. A integração com ferramentas externas baseadas no xAPI deve ser realizada de forma eficiente e transparente para o utilizador, após terem sido feitas as eventuais configurações necessárias ao acesso a sistemas externos.

Personalização e Análise Avançada:

RA.30. O ecossistema de aprendizagem deve utilizar os dados monitorizados pelo xAPI para oferecer capacidade de personalização da experiência de aprendizagem.

RA.31. O ecossistema de aprendizagem deve ter a possibilidade de armazenar as preferências pessoais dos utilizadores. Essas preferências podem ser explicitamente indicadas através da resposta a um conjunto de perguntas pré-definidas, através da criação de listas de favoritos, ou uma mistura das duas. As questões são definidas em sede de projeto e validadas pelo adjudicante.

RA.32. Deve ser possível adaptar o conteúdo, as atividades e o suporte ao ensino/aprendizagem com base no progresso e nas preferências individuais dos alunos.

RA.33. Devem ser disponibilizadas soluções de análise de dados, permitindo a geração de relatórios e análises que permitam avaliar o desempenho do aluno e o impacto das atividades de aprendizagem.

RA.34. Devem ser criados *Key Performance Indicators* (KPI) em quantidade e em qualidade relevantes que permitam aferir o desempenho do sistema. A identificação dos KPI será efetuada em fase de projeto.

2.3.3 CMI5 (Computer Managed Instructional Content)

Suporte ao Padrão CMI5:

RA.35. O ecossistema de aprendizagem deve ser compatível com o padrão CMI5 (Computer Managed Instructional Content), versão mínima 1.1.

RA.36. O ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de lançar e controlar conteúdo baseado no CMI5, incluindo lições, sequências, avaliações e outros recursos interativos.

RA.37. A integração com conteúdos e ferramentas externas baseados no CMI5 deve ser realizada de forma eficiente e transparente para o utilizador, após terem sido feitas as eventuais configurações necessárias ao acesso a sistemas externos.

Gestão de Conteúdo:

RA.38. O ecossistema de aprendizagem deve permitir a importação e exportação de conteúdo no formato CMI5 para facilitar a criação e a partilha de materiais educativos.

RA.39. Recursos de gestão de conteúdo, como organização, versionamento e controle de acesso, devem estar disponíveis para facilitar a administração do conteúdo baseado no CMI5. A configuração deve ser feita usando uma interface do utilizador própria, devidamente integrada na plataforma, não podendo haver configurações com recurso a edição de ficheiros. A interface

deve validar todos os parâmetros, não aceitando parâmetros inválidos nem ligações com erros de acesso.

Interação com Recursos Externos:

RA.40. O ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de se integrar com ferramentas externas que suportam o CMI5, permitindo a troca de dados e o lançamento de atividades baseadas nesse padrão. Não podem ser criadas barreiras artificiais à importação e exportação de dados, e.g. restringir o seu uso a uma aplicação de uma determinada entidade ou marca.

RA.41. A interação com recursos externos deve ser suportada de maneira a manter uma boa experiência de utilização, fornecendo uma experiência contínua e integrada para os utilizadores do ecossistema de aprendizagem.

RA.42. O ecossistema de aprendizagem deve garantir a conformidade total com as versões mais recentes das normas mencionados acima (CMI5 e xApi). Além disso, deve ser implementado suporte a atualizações e melhorias eventualmente incluídas em futuras versões das normas. Essa manutenção evolutiva não deve alterar as funcionalidades existentes, nem quebrar compatibilidade com todos os sistemas integrados no ecossistema de aprendizagem.

RA.43. É necessário que o ecossistema de aprendizagem possua um mecanismo de verificação de compatibilidade, permitindo que os administradores e utilizadores verifiquem a conformidade com os padrões de interoperabilidade suportados. Isso pode incluir a disponibilização de relatórios ou testes automatizados que verifiquem a conformidade dos recursos e funcionalidades do ecossistema de aprendizagem. Tem de ser garantida a manutenção evolutiva sem perda de dados nem perda de funcionalidade.

RA.44. Além dos padrões mencionados acima, o ecossistema de aprendizagem também deve suportar outras especificações de interoperabilidade amplamente adotadas no setor educativo, sempre que relevante e necessário para a integração com sistemas externos.

2.4 Personalização e Acessibilidade

O ecossistema de aprendizagem a ser desenvolvido deve oferecer recursos abrangentes de personalização e acessibilidade para garantir uma experiência de aprendizagem inclusiva e adaptada às necessidades individuais dos alunos. Deve ser capaz de atender aos seguintes requisitos:

RA.45. Personalização da interface do utilizador: O ecossistema de aprendizagem deve permitir que cada utilizador personalize a interface de acordo com suas preferências individuais. Isso inclui opções para ajustar o layout, o tema, as cores, o tamanho da fonte e outros elementos visuais, de modo a proporcionar uma experiência confortável e adequada para cada aluno.

RA.46. Preferências de idioma e configurações de acessibilidade: O ecossistema de aprendizagem deve oferecer suporte a vários idiomas, permitindo que os utilizadores escolham a sua preferência de idioma na interface. Além disso, deve disponibilizar configurações de acessibilidade, como opções de contraste, narração de texto, legendas e outras funcionalidades que tornem o conteúdo acessível para pessoas com deficiência visual ou auditiva.

RA.47. Suporte a diferentes dispositivos: O ecossistema de aprendizagem deve ser projetado e desenvolvido de forma responsiva, permitindo que os utilizadores acedam o sistema por meio de diferentes dispositivos, como computadores, tablets e smartphones. A interface e as

funcionalidades devem ser adaptadas para oferecer uma experiência de utilização consistente e otimizada para as plataformas mais comuns de utilização.

RA.48. Adaptação da experiência de aprendizagem às necessidades individuais dos alunos: o ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de personalizar a experiência de aprendizagem de acordo com as necessidades individuais dos alunos. Isso pode incluir recursos como sugestões de conteúdo com base no progresso do aluno, recomendações personalizadas, ritmo adaptativo de aprendizagem e avaliações adaptativas que se ajustam ao nível de competência de cada aluno.

RA.49. Suporte a tecnologias de apoio para a inclusão de alunos com deficiência no contexto educativo: O ecossistema de aprendizagem deve integrar tecnologias de acessibilidade, como leitores de ecrã, teclados virtuais, reconhecimento de voz (incluindo ditar texto), ampliação de tela e outras ferramentas que permitam a participação plena de alunos com deficiência no processo educativo. Deve fornecer suporte adequado para a acessibilidade web, seguindo diretrizes e padrões reconhecidos.

3. Requisitos Funcionais do ecossistema de aprendizagem

3.1 Autenticação e Gestão de Identidade

A Autenticação e Gestão de Identidade refere-se à implementação de um sistema de autenticação seguro e confiável, com recursos de gestão de identidade, controle de acesso e permissões personalizadas. Para atender a essas necessidades, o sistema deve oferecer os seguintes itens:

RF.1. Provedor de identidade com suporte a autenticação multifator: O sistema deve fornecer um provedor de identidade que suporte a autenticação multifator, ou seja, permita aos utilizadores utilizar mais de um método de autenticação para garantir uma camada adicional de segurança. Isso pode incluir o uso de senhas, códigos de verificação por SMS, autenticação biométrica, entre outros.

RF.2. Integração com provedores de identidade externos, como OAuth2, OpenId Connect e SAML: Além do provedor de identidade interno, o sistema deve ser capaz de se integrar com provedores de identidade externos, como OAuth2 (RFC 6749 e atualizações), OpenId Connect (OIDC Core 1.0 e atualizações) e SAML 2.0. Isso permite que os utilizadores utilizem as suas credenciais de outros serviços ou sistemas para aceder ao ecossistema de aprendizagem, simplificando o processo de autenticação.

RF.3. Gestão de contas de Utilizadores: O sistema deve fornecer recursos de criação e gestão de contas de utilizadores. Isso inclui a capacidade de registar novos utilizadores, armazenar informações de perfil, permitir alterações de senha e fornecer opções de recuperação de conta em caso de perda de acesso. Toda esta gestão deve ter uma interface de utilizador dedicada.

RF.4. Controlo de acesso e permissões: O sistema deve oferecer recursos de controle de acesso e permissões personalizadas. Isso significa que os administradores devem ter a capacidade de definir diferentes níveis de acesso e atribuir permissões específicas aos utilizadores, de acordo com as suas funções e responsabilidades dentro do ecossistema de aprendizagem. Isso garante que apenas as pessoas autorizadas tenham acesso a determinadas áreas ou recursos do ecossistema de aprendizagem. Recomenda-se o uso de políticas baseadas em papéis (*Role-based access control* - RBAC), onde utilizadores, papeis e permissões são definidas de forma flexível.

3.2 Gestão de Cursos e Turmas

A gestão eficiente de cursos e turmas é fundamental para um sistema educativo. Nesse sentido, é necessário disponibilizar funcionalidades que permitam gerir cursos e turmas.

RF.5. O ecossistema de aprendizagem deve permitir aos administradores do sistema gerir cursos:

- Registrar informações detalhadas, como nome, descrição, carga horária e pré-requisitos.
- Atualizar as informações dos cursos conforme necessário, mantendo um registo histórico das alterações realizadas.
- Atribuir docentes e outros agentes educativos a um curso.
- Atribuir papéis e permissões a esses docentes e agentes educativos.
- Atribuir recursos (e.g. salas) a cada turma.

RF.6. A **matrícula e atribuição de alunos às turmas** devem ser processos, incluindo:

- Seleção de cursos disponíveis.
- Alocação dos alunos nas turmas correspondentes, considerando critérios como capacidade máxima de alunos por turma, compatibilidade de horários e eventuais necessidades especiais dos alunos.

RF.7. Flexibilidade para alterações. Deve ser possível realizar ajustes durante o período de matrícula, incluindo reatribuição de alunos, de docentes, de agentes educativos e de recursos.

RF.8. Acompanhamento do progresso dos alunos. Deve ser possível fazer o acompanhamento dos alunos, permitindo aferir o desempenho individual e coletivo, exigindo:

- Registo de notas, faltas e resultados de avaliações.
- Registo de comentários associados a cada um dos elementos registados.
- Geração de relatórios e estatísticas para uma análise detalhada do desenvolvimento dos alunos.

RF.9. Identificação de pontos de melhoria e fundamentação de decisões pedagógicas.

RF.10. Indicadores de desempenho. Deve ser possível criar indicadores de desempenho associados a turmas, docentes, alunos e cursos. Estes indicadores podem usar funções de estatística descritiva e outras (e.g. período homólogo), bem como recorrer a várias funções de agrupamento. A definição destes indicadores será alvo de especificação durante a fase de projeto por parte do adjudicatário, e aprovado pelo adjudicante.

RF.11. A gestão de professores e responsáveis pelo nível de escola deve contemplar recursos como:

- Registo de professores.
- Alocação de turmas.
- Acompanhamento das atividades realizadas pelos professores.

RF.12. Suporte a colaboração no ecossistema educativo, incluindo comunicação, entre os diferentes atores envolvidos.

RF.13. Integração do calendário escolar. Deve ser possível integrar um calendário escolar no ecossistema de aprendizagem, para proporcionar uma visão global das atividades a serem realizadas, incluindo:

- Planeamento e organização das aulas, provas, eventos e outros compromissos.
- Suporte para notas e lista de *to-dos*;
- Visualização clara e acessível do calendário para todos os envolvidos, contribuindo para a eficiência e sincronização das atividades escolares.
- Integração com outros calendários disponibilizados utilizando a norma iCalendar⁶, quer para importação, quer para exportação.

RF.14. Integração com repositório de registos académicos e certificações: o ecossistema deve integrar repositório de competências e certificações dos alunos, sendo necessário conseguir ler e escrever novas informações neste repositório. O serviço avançado de certificações descrito na Secção 5.3 é complementar a este requisito.

3.3 Recursos Educativos Digitais

Os recursos educativos digitais são elementos essenciais para o processo de ensino e de aprendizagem. Nesse contexto, é necessário oferecer um ecossistema de aprendizagem que permita a criação de acessibilidades adequadas aos RED. Além disso, devem ser disponibilizadas ferramentas para adição e gestão de recursos diversificados, como livros digitais, textos, vídeos, tutoriais, atividades interativas, manuais escolares, entre outros. É fundamental classificar e organizar esses recursos de forma intuitiva, por disciplina, nível de ensino, tópico, entre outros critérios. O ecossistema de aprendizagem também deve fornecer ferramentas de pesquisa avançada, filtros e a opção de marcar recursos como favoritos. A partilha de recursos entre professores, turmas e alunos deve ser suportada para promover a colaboração e a partilha de conhecimento.

Assim, o ecossistema de aprendizagem deve incluir os seguintes recursos:

RF.15. Criação de acessibilidades adequadas aos RED: O ecossistema de aprendizagem deve oferecer recursos para garantir a acessibilidade dos RED, considerando as necessidades de diferentes tipos de utilizadores, como pessoas com deficiência visual, auditiva, cognitiva, entre outras. Como a criação de conteúdo é separada, a plataforma LMS suportará diferentes tipos de conteúdo.

Adição e gestão de recursos diversificados: Os utilizadores autorizados devem poder adicionar, editar e excluir recursos educativos digitais, como livros digitais, textos, vídeos, tutoriais, atividades interativas e manuais escolares. A remoção, em particular, não elimina o recurso do ecossistema educativo, mas antes coloca-o numa lista de itens a esconder dos utilizadores. A lista é específica por cada utilizador.

RF.16. Deve ser possível importar pacotes de recursos *standard*, em particular o Shareable Content Object Reference Model (SCORM) e recursos individuais de diferentes formatos, como PDF, vídeos, documentos de texto, entre outros.

RF.17. Os recursos devem ser armazenados de forma segura e organizada no ecossistema de aprendizagem. Todos os recursos devem ser armazenados com metadados que o descreva o conteúdo.

⁶ <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5545>

RF.18. Classificação e organização de recursos:

- Os recursos devem ser classificados e organizados de forma intuitiva, permitindo a pesquisa fácil por disciplina, nível de ensino, tópico e outros critérios relevantes.
- Devem ser fornecidas opções para adicionar metadados aos recursos, como autor, data de criação, palavras-chave, entre outros. Os metadados são usados na organização e na recuperação de informação. Para isso deve ser usado um conjunto consistente de termos.
- O conjunto de termos usados na metadata deve evoluir com o ecossistema.
- Ferramentas de pesquisa avançada e filtros de recursos: O ecossistema de aprendizagem deve oferecer uma pesquisa avançada que permita aos utilizadores encontrar rapidamente os recursos desejados, utilizando filtros por critérios específicos, como disciplina, nível de ensino, tipo de recurso, entre outros. Todos os campos da meta informação são pesquisáveis, incluindo suporte para pesquisa em linguagem natural.

RF.19. Marcação de favoritos nos recursos:

- Os utilizadores devem ter a opção de selecionar e remover recursos como favoritos para aceder facilmente mais tarde.
- Os recursos favoritos devem ser armazenados numa seção específica do perfil do utilizador.

RF.20. Partilha de recursos entre professores, turmas e alunos:

- O ecossistema de aprendizagem deve permitir a partilha de recursos entre professores, turmas e alunos, visando promover a colaboração e a partilha de conhecimento.
- Inclui-se nesta partilha comentários, notas e *to-dos*.
- A partilha deve ser próxima do tempo real, permitindo a edição colaborativa para os recursos que o suportem.
- Os recursos partilhados devem ser acessíveis apenas aos utilizadores autorizados, de acordo com as permissões definidas pelos administradores.

3.4 Interações sociais entre participantes do ecossistema

O ecossistema deverá ter mecanismos de partilha de mensagens e de referências para conteúdos entre os diferentes utilizadores, usando modelos de comunicação em tempo real:

RF.21. O ecossistema de aprendizagem disponibilizar um serviço de comunicação em tempo real, por mensagens.

RF.22. O serviço deve suportar a partilha de recursos educativos, internos e externos, entre os diferentes atores do sistema.

RF.23. A comunicação é feita em grupos, e.g., uma turma ou um grupo de trabalho *ad-hoc* criado pelo professor no âmbito de um trabalho, que podem envolver alunos de várias turmas, bem como outros agentes educativos (e.g. encarregados de educação).

RF.24. Devem ser possível estabelecer permissões para a comunicação para o grupo, nomeadamente a adição de novos elementos, a partilha de recursos externos e criar e apagar mensagens. As

definições das permissões são passíveis de serem atribuídas a vários utilizadores, tendo um valor por omissão que depende do papel do utilizador.

3.5 Análise de Dados e *Analytics*

A análise de dados desempenha um papel crucial na compreensão do desempenho dos alunos e na efetividade dos recursos educativos. Portanto, é necessário recolher e armazenar dados de aprendizagem para possibilitar a análise avançada. O ecossistema de aprendizagem a ser desenvolvido deve fornecer as funcionalidades necessárias para a recolha, processamento, armazenamento e análise desses dados, bem como a geração de relatórios e visualizações interativas que facilitem a interpretação dos resultados. Além disso, é importante que o ecossistema de aprendizagem possa prever o desempenho dos alunos e identificar as suas necessidades futuras de aprendizagem, com base em informação passada. A integração dos dados analíticos com outras funcionalidades do ecossistema também é essencial para uma abordagem holística na gestão do sistema educativo.

Assim, o ecossistema de aprendizagem deve:

- RF.25.** Recolher e armazenar dados de aprendizagem de forma segura e confiável. Deve ser mantido o grão original sem que haja qualquer agregação de dados
- RF.26.** Disponibilizar dados agregados, para melhorar o tempo de resposta a interrogações analíticas.
- RF.27.** Implementar mecanismos de segurança e privacidade para proteger as informações de todos os intervenientes, em particular dos alunos.
- RF.28.** O ecossistema deve ter capacidade de analítica descritiva e preditiva. Ou seja, permite realizar análises de estatística descritiva, realizar processamento analítico (OLAP), identificar padrões e tendências, e dispor de técnicas de aprendizagem automática passíveis de serem usadas sobre os dados recolhidos, para realizar aprendizagem supervisionada e não supervisionada.
- RF.29.** O sistema não deve usar características como o sexo, a raça ou a religião para desenvolver modelos preditivos
- RF.30.** Devem ser possível editar e armazenar modelos de relatórios que incluem métricas de desempenho sobre os alunos. Devem ser suportadas diferentes granularidades, e.g. turma, agrupamento, e deve ser possível definir o período de geração dos relatórios. Estes períodos são também variáveis, e.g. semana, mês, trimestre, semestre. As métricas de desempenho incluem informação sobre notas, progresso, participação e outras medidas de sucesso educativo. A definição total é feita em sede de projeto.
- RF.31.** O sistema deve oferecer visualizações de dados interativas e painéis de controle que permitam aos utilizadores explorar os dados de aprendizagem de maneira intuitiva e autónoma (e.g. através de tabelas e gráficos dinâmicos)
- RF.32.** O sistema deve analisar as tendências de aprendizagem ao longo do tempo e manter medidas de desempenho sobre a efetividade dos recursos educativos utilizados. Isso auxiliará os professores na identificação de áreas de melhoria e no aprimoramento das estratégias de ensino/aprendizagem.
- RF.33.** O ecossistema de aprendizagem deve ter mecanismos ativos que permitam sinalizar alunos com lacunas em determinadas competências e/ou dificuldade em assimilar novos conhecimentos,

tendo como base os dados de interação dos alunos com o ecossistema. Deve ainda ser sugeridos recursos educativos adicionais para preencher essas lacunas, podendo incluir sugestões de materiais de estudo complementares, exercícios adicionais ou outros recursos relevantes.

RF.34. O ecossistema de aprendizagem deve usar algoritmos de aprendizagem automática para estimar o desempenho dos alunos, com base em dados históricos, na próxima (ou próximas) avaliações ou exercícios, tendo em conta uma disciplina em particular ou todas as disciplinas. Isso permitirá identificar as necessidades futuras de aprendizagem dos alunos com base nas tendências e nos dados históricos. Por outro lado, permitirá, também, que os professores antecipem e ofereçam o suporte adequado aos alunos, seja por meio de conteúdos adicionais, intervenções personalizadas ou outros recursos de apoio. Esta funcionalidade garante um modelo personalizado por aluno.

3.6 Gamificação

Na educação, a gamificação tem-se mostrado como uma estratégia poderosa para promover o envolvimento dos alunos e estimular a aprendizagem de forma eficaz. Ao incorporar elementos como recompensas, *rankings* e desafios dentro de uma plataforma educativa a gamificação procura transformar o processo de aprendizagem numa jornada emocionante e envolvente.

Uma das principais vantagens da gamificação é sua capacidade de motivar os alunos. Ao oferecer recompensas virtuais, como pontos, emblemas ou moedas, os alunos são incentivados a alcançar metas, superar desafios e a destacar-se no seu desempenho. Essas recompensas não apenas reconhecem as suas conquistas, mas também desencadeiam um senso de realização e satisfação, mantendo-os motivados e envolvidos ao longo do processo de aprendizagem.

Além disso, a implementação de *rankings* permite que os alunos comparem o seu progresso com o de seus colegas, criando uma competição saudável e estimulando a procura por melhores resultados. A exibição dos *rankings* individuais e de turma cria um senso de comunidade e colaboração, onde os alunos podem apoiar-se mutuamente para alcançar objetivos comuns.

A introdução de desafios e missões desafia os alunos a explorar conteúdos de forma mais aprofundada, colocando em prática o que aprenderam e desenvolvendo competências específicas. Esses desafios podem variar em níveis de dificuldade, permitindo que cada aluno encontre um equilíbrio entre desafio e sucesso pessoal. O *feedback* imediato e as recompensas obtidas ao completar os desafios aumentam a sensação de conquista e incentivam a procura contínua pela aprendizagem.

Os itens virtuais são outro elemento da gamificação que desperta o interesse dos alunos. Ao obter itens especiais, como trajes para avatares ou acessórios personalizáveis, os alunos sentem-se recompensados e têm a oportunidade de expressar a sua individualidade dentro do ambiente virtual.

A gamificação é, assim, uma abordagem inovadora que tem revolucionado a maneira como as pessoas aprendem, interagem e se envolvem em diversas áreas. Combinando os princípios e elementos dos jogos com atividades não relacionadas a jogos, a gamificação procura tornar a experiência mais divertida, motivadora e mais atraente.

Para implementar elementos de gamificação no ecossistema de aprendizagem, será necessário considerar os seguintes itens

3.6.1 Sistema de recompensas

RF.35. Deve ser implementado um sistema de recompensas e/ou crachás, que permita aos alunos ganhar pontos ou distintivos ao completar tarefas, alcançar metas ou obter bons desempenhos.

RF.36. Devem ser definidas uma variedade de recompensas, como medalhas, emblemas ou moedas virtuais, que os alunos possam acumular e trocar por benefícios ou privilégios dentro do ecossistema de aprendizagem.

RF.37. Devem ser criadas recompensas/crachás que acompanhem a evolução dos alunos, e que sirvam de motivação para continuar a progredir. Estas recompensas devem ser atrativas quer para alunos com dificuldade de aprendizagem ou com necessidade educativas especiais, que para alunos médios, quer para alunos de excelência. Tendencialmente, o sistema de recompensa deve ser escalável para criar novas recompensas quando um aluno termina todas as existentes.

3.6.2 Rankings

RF.38. Deve ser disponibilizado um sistema de *rankings* que classifique o aluno com base nos seus desempenhos, pontuações ou níveis de realização. Este *ranking* deve evitar comparar de forma qualitativa, mas antes ter em atenção a evolução de um aluno tendo como referência o estado inicial deste e o estado atual. Como estado, entenda-se as competências adquiridas e as notas obtidas.

RF.39. Exibir *rankings* individuais e de turma, de modo que os alunos possam comparar seu progresso com o dos seus colegas e procurar uma posição mais alta. Os rankings de turma são sempre resultado da ponderação dos *rankings* individuais dos seus alunos. Podem ser considerados fatores para o cálculo do *ranking*, o número de alunos em sala, bem como o número de alunos com necessidades educativas especiais, nas suas diversas vertentes.

3.6.3 Desafios

RF.40. Criar desafios ou missões que estimulem os alunos a explorar mais conteúdos e se envolverem ativamente no ecossistema de aprendizagem.

RF.41. *Design* de desafios com diferentes níveis de dificuldade para atender às necessidades e competências dos diferentes alunos.

RF.42. Incorporar *feedback* imediato e recompensas ao concluir os desafios para manter os alunos envolvidos e motivados.

3.6.4 Itens e Requisitos

RF.43. Definir um conjunto de itens virtuais que os alunos possam trocar quando alcançam certas metas ou desbloquear conquistas.

RF.44. Determinar os requisitos para a obtenção desses itens, como completar um determinado número de atividades ou obter uma pontuação específica num exame.

RF.45. Possibilitar a personalização dos avatares dos alunos usando os itens adquiridos.

3.6.5 Interface e Experiência

RF.46. Design de uma interface atraente e intuitiva que incorpore os elementos de gamificação de forma clara e eficiente.

RF.47. Utilizar elementos visuais, como gráficos, ícones e animações, para tornar a experiência de aprendizagem mais divertida e envolvente.

RF.48. Garantir que os recursos de gamificação não prejudiquem a usabilidade geral da plataforma e não distraiam excessivamente os alunos dos objetivos educativos.

RF.49. Devem ser realizados testes de usabilidade e de experiência de utilização que permitam aferir a qualidade da interface. Os testes resultam num relatório escrito realizado pelo adjudicatário, que necessita de ser aprovado pelo adjudicante.

4. Requisitos de recursos avançados

4.1 Inteligência Artificial e Aprendizagem Adaptativa

A rápida evolução da tecnologia tem impactado significativamente o setor educativo, abrindo portas para uma abordagem mais personalizada e eficiente no processo de aprendizagem. A integração da Inteligência Artificial (IA) e da Aprendizagem Adaptativa tem-se destacado como uma poderosa ferramenta para impulsionar a educação, proporcionando um ambiente educativo adaptado às necessidades individuais de cada aluno.

A Inteligência Artificial é capaz de analisar grandes volumes de dados e identificar padrões, correlações e lacunas de conhecimento, gerando conhecimentos valiosos que podem otimizar o processo de ensino/aprendizagem. Ao utilizar algoritmos de aprendizagem de máquina e processamento de linguagem natural, é possível recomendar recursos educativos existentes, de forma personalizada, de acordo com as necessidades e preferências de cada aluno. Nesse contexto, o suporte a uma Aprendizagem Adaptativa desempenha um papel fundamental, permitindo que o processo de aprendizagem seja moldado de acordo com o ritmo, estilo de aprendizagem e áreas de maior dificuldade de cada aluno. Através da análise contínua do desempenho e progresso individual, a IA pode identificar automaticamente áreas de dificuldade ou lacunas de conhecimento, oferecendo suporte personalizado e recursos educativos específicos para cada estudante.

Além disso, a IA e a Aprendizagem Adaptativa possibilitam o uso de assistentes virtuais ou *chatbots*, que fornecem suporte instantâneo e interativo aos alunos, melhorando a interação entre alunos e o ecossistema de aprendizagem. Esses assistentes virtuais são capazes de responder perguntas, oferecer explicações adicionais e auxiliar os alunos nas suas necessidades específicas, promovendo uma aprendizagem mais envolvente e efetiva, usando linguagem natural.

A análise de dados é outra área em que a IA se destaca, fornecendo informações valiosas para avaliar o desempenho dos alunos e medir o progresso em relação aos objetivos de aprendizagem. Através da análise preditiva, a IA pode identificar estudantes em risco de baixo desempenho ou desistência, permitindo que os professores adotem intervenções preventivas e personalizadas.

No entanto, é importante destacar que a IA e a Aprendizagem Adaptativa não substituem o papel essencial dos professores. Pelo contrário, eles desempenham um papel fundamental na revisão, validação e orientação dos recursos gerados pela IA, garantindo a sua qualidade e alinhamento com os objetivos educativos. A colaboração entre professores e IA é fundamental para criar um ambiente de aprendizagem enriquecedor e bem-sucedido.

Neste contexto, o ecossistema de aprendizagem com inteligência artificial e aprendizagem adaptativa, deve ter em conta os seguintes requisitos:

4.1.1 Recursos educativos automatizados

RR.1. Desenvolver novos percursos formativos com base na análise de dados disponíveis no ecossistema de aprendizagem.

RR.2. Usar IA para identificar padrões, quer de sucesso, quer de insucesso, e correlacioná-los com recursos educativos existentes.

RR.3. Gerar sugestões de novos percursos formativos adaptados às necessidades e preferências dos alunos.

4.1.2 Personalização adaptativa

RR.4. Utilizar dos dados de desempenho e progresso dos alunos para personalizar a criação de recursos educativos.

RR.5. Usar IA para sugerir percursos específicos para abordar lacunas de conhecimento identificadas nos alunos.

4.1.3 Processamento de linguagem natural

RR.6. Análise automática de textos, vídeos, tutoriais e outros materiais educativos disponíveis no ecossistema de aprendizagem, por exemplo, para *topic modelling*.

RR.7. Extração de informações relevantes, identificação de conceitos-chave e geração de explicações, exemplos ou atividades práticas adicionais.

4.1.4 *Feedback* adaptativo

RR.8. O *feedback* adaptativo refere-se à capacidade do ecossistema de aprendizagem de oferecer orientações personalizadas e relevantes para cada aluno, tendo por base o seu progresso, dificuldades e estilo de aprendizagem individual. Para cumprir esse requisito, o sistema deve:

RR.9. Utilizar algoritmos de IA e análise de dados para monitorizar de forma automática e contínua as interações do aluno com os recursos educativos e avaliar seu desempenho. Com base nessa análise, o sistema pode oferecer *feedback* imediato e direcionado, ajudando o aluno a entender o seu progresso, identificar as áreas de melhoria e fornecer sugestões específicas para melhorar a sua aprendizagem.

RR.10. Oferecer o *feedback* de várias maneiras, como comentários escritos, sugestões de recursos adicionais, recomendações personalizadas de atividades ou exercícios, entre outros.

RR.11. Ser capaz de adaptar a forma e o conteúdo do *feedback* com base nas necessidades individuais de cada aluno, levando em consideração o seu estilo de aprendizagem, preferências e objetivos educativos.

RR.12. Permitir que os professores verifiquem e validem o *feedback* gerado pela IA, garantindo a sua qualidade e relevância. A colaboração entre professores e o sistema de IA é essencial para garantir um ambiente de aprendizagem enriquecedor e bem-sucedido, no qual o *feedback* adaptativo seja utilizado de forma eficaz para apoiar o processo de ensino e de aprendizagem.

4.1.5 Assistente virtual ou *chatbot*

O ecossistema de aprendizagem deve disponibilizar um assistente virtual ou *chatbot* para oferecer suporte e responder às perguntas dos alunos. O objetivo é melhorar a interação entre os alunos e o ecossistema de

aprendizagem, proporcionando uma experiência mais envolvente, interativa e acessível. Os alunos podem enviar as suas questões através de texto e receber respostas imediatas do assistente virtual. O *chatbot* pode ser projetado para simular uma conversa natural, oferecendo respostas claras e concisas, explicando conceitos complexos e fornecendo exemplos ou referências relevantes.

Para cumprir esse requisito, o assistente virtual ou *chatbot* deve ser capaz de:

- RR.13. Compreender perguntas e solicitações dos alunos, utilizando processamento de linguagem natural e algoritmos de aprendizagem automática.
- RR.14. Ser programado para fornecer respostas relevantes e precisas, utilizando informações disponíveis no ecossistema de aprendizagem, como materiais educativos, recursos adicionais e dados do aluno.
- RR.15. Ser capaz de fazer perguntas adicionais para esclarecer dúvidas, oferecer opções de percursos de aprendizagem ou fornecer sugestões de percursos educativos específicos.
- RR.16. Auxiliar os alunos com tarefas práticas, como a resolução passo a passo de exercícios ou a demonstração de processos complexos por meio de representações visuais.
- RR.17. Possibilitar a interação com o assistente virtual ou *chatbot* em tempo real, permitindo aos alunos obterem suporte instantâneo quando necessário.
- RR.18. Garantir que a interação com o assistente virtual seja intuitiva e amigável, fornecendo aos alunos uma experiência positiva. Devem ser realizados testes de usabilidade e de experiência de utilização que permitam aferir a qualidade da interface. Os testes resultam num relatório escrito realizado pelo adjudicatário, que necessita de ser aprovado pelo adjudicante.
- RR.19. Utilizar uma linguagem clara e compreensível, oferecendo opções de ajuda contextual, e facilitando a navegação e acesso aos recursos educativos.
- RR.20. Encaminhar os alunos aos professores quando necessário, promovendo a colaboração e interação entre todos os envolvidos no processo educativo.

4.1.6 Análise de dados e monitorização do progresso dos alunos

O ecossistema de aprendizagem deve ter a capacidade de realizar análises de dados para avaliar o envolvimento e a compreensão dos alunos, identificar áreas de dificuldade ou lacunas de conhecimento, e monitorar o progresso individual em relação aos objetivos de aprendizagem. Será através da ferramenta OLAP-like (*Online Analytical Processing*) e de relatórios previamente desenhados que a análise de dados é apresentada e disponibilizada.

Ferramenta OLAP-like (Online Analytical Processing):

- RR.21. Disponibilizar uma ferramenta de análise flexível e interativa, na qual cada professor possa cruzar diferentes dimensões de análise disponíveis no ecossistema de aprendizagem.
- RR.22. Permitir aos professores selecionar as métricas, filtrar os dados, criar visualizações personalizadas e explorar os dados de acordo com as suas necessidades específicas.
- RR.23. Permitir uma análise detalhada e personalizada, permitindo que os professores identifiquem tendências, padrões e informações relevantes para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem.

Relatórios previamente desenhados:

- RR.24. Oferecer relatórios pré-configurados com métricas e indicadores de desempenho relevantes.
- RR.25. Fornecer informações sobre o progresso dos alunos, a sua participação em atividades, notas, pontos fortes e pontos fracos, entre outros. Os relatórios são gerados automaticamente com base nos dados recolhidos e podem ser acedidos pelos professores e alunos de forma fácil e intuitiva.
- RR.26. É necessária exportação dos relatórios no formato PDF/A.
- RR.27. Deve ser possível partilhar relatórios.

Em ambos os casos referidos anteriormente, é importante que o ecossistema de aprendizagem permita:

- RR.28. Oferecer informações claras, relevantes e acionáveis.
- RR.29. Apresentar de maneira compreensível, por meio de gráficos, tabelas ou outras representações visuais, facilitando a interpretação e análise por parte dos professores.
- RR.30. Permitir que os professores definam metas e critérios de avaliação, e acompanhem o progresso individual de cada aluno ao longo do tempo.
- RR.31. Fornecer aos professores informações detalhadas sobre as áreas específicas em que cada aluno está a revelar dificuldades.
- RR.32. Ajudar os professores a identificarem os alunos que estão em risco de baixo desempenho ou desistência, possibilitando a adoção de intervenções preventivas e personalizadas.

4.1.7 Análise preditiva e intervenções preventivas

O ecossistema de aprendizagem deve ser capaz de realizar análises preditivas para identificar antecipadamente se um aluno terá sucesso ou insucesso em determinadas tarefas ou atividades. Esta funcionalidade permite aos professores tomar medidas preventivas e oferecer suporte adicional aos alunos que possam apresentar dificuldades, a fim de melhorar a sua aprendizagem.

Para isso o ecossistema de aprendizagem deve:

- RR.33. Utilizar algoritmos de aprendizagem automática para criar modelos preditivos com base em dados históricos que permitam estimar o resultado esperado para cada aluno numa determinada tarefa ou atividade.
- RR.34. Fornecer uma estimativa de sucesso ou insucesso, para cada aluno.
- RR.35. Fornecer uma métrica de robustez da estimativa. Esta métrica deve indicar o grau de confiança associado à previsão feita pelo ecossistema de aprendizagem, permitindo que os professores compreendam a incerteza da estimativa fornecida.

Para realizar essas análises preditivas, o sistema deve:

- RR.36. Usar dados históricos relevantes. Estes dados podem incluir o desempenho passado do aluno em tarefas ou atividades, informações sobre o progresso ao longo do tempo, feedback recebido, entre outros aspetos relevantes.
- RR.37. Processar e analisar os dados de forma eficiente.

No caso de um aluno sem histórico disponível, o sistema deve:

RR.38. Ter uma estimativa por omissão, que pode usar estimativas estáticas de obtidas em estudos prévios, ou usar apenas características do aluno, excluindo o histórico de interação, desde que essas características sejam relevantes como atributos preditivos. No entanto, é fundamental que o sistema forneça uma estimativa com uma métrica de confiança adequada.

4.1.8 Gestão do ciclo de vida do modelo de IA

O ecossistema de aprendizagem deve incorporar uma gestão adequada do ciclo de vida do modelo de IA, garantindo que os algoritmos sejam monitorados com base em métricas de desempenho e ajustados quando necessário. Esta funcionalidade, conhecida como AI Model Lifecycle Management, é essencial para assegurar que os algoritmos de IA se mantenham eficientes e eficazes ao longo do tempo. O AI Model Lifecycle Management envolve uma abordagem sistemática para gerir os modelos de IA implementados no sistema. Assim, será necessário:

RR.39. Monitorizar continuamente o desempenho dos modelos em relação às métricas estabelecidas.

RR.40. Tomar medidas corretivas quando o desempenho for considerado inferior a determinados patamares definidos.

RR.41. Incluir a revisão e a avaliação periódica dos modelos existentes, o que pode envolver a análise de novos dados, a comparação com métodos de referência e a consideração de avanços tecnológicos e melhores práticas no campo da IA e aprendizagem adaptativa.

RR.42. Permitir ajustes e atualizações regulares nos algoritmos de IA com base nas conclusões e melhorias identificadas durante o processo de gestão do ciclo de vida do modelo. Estas atualizações podem incluir a incorporação de novos dados, a redefinição de algoritmos existentes e a incorporação de técnicas mais avançadas à medida que se tornam disponíveis.

5. Requisitos de segurança e Privacidade dos Dados

5.1 Segurança e privacidade dos dados

O ecossistema de aprendizagem deve implementar medidas robustas de segurança para proteção dos dados dos utilizadores. Isso inclui, mas não se limita a:

RS.1. Autenticação e gestão de identidade: Integrar com sistemas de identidade existentes, como provedores de autenticação, para permitir o acesso seguro e o controle de identidade dos utilizadores. Suportar fornecedores de identidade através dos protocolos OpenID Connect e SAML 2.0.

RS.2. Proteção de dados do utilizador: O ecossistema de aprendizagem deve adotar protocolos e tecnologias adequados para garantir a confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados dos utilizadores. Isso envolve a implementação de criptografia forte dos dados em repouso e em trânsito, bem como mecanismos de autenticação robustos para prevenir acessos não autorizados.

RS.3. Conformidade com regulamentos: O ecossistema de aprendizagem deve estar em conformidade com os regulamentos de privacidade e proteção de dados vigentes, como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD). Todos os procedimentos relacionados à recolha, armazenamento, processamento e partilha de dados devem seguir as diretrizes estabelecidas pelos regulamentos aplicáveis.

RS.4. Políticas de privacidade e termos de uso: O ecossistema de aprendizagem deve fornecer políticas de privacidade claras e facilmente acessíveis, que informem os utilizadores sobre como os seus dados serão recolhidos, usados, armazenados e partilhados. Além disso, os termos de uso devem estabelecer claramente as responsabilidades e direitos tanto dos utilizadores quanto do ecossistema de aprendizagem.

RS.5. Autorização de acesso por parte de menores de idade: Têm de ser pedidas as devidas autorizações aos encarregados de educação no acesso inicial às funcionalidades do ecossistema, em particular aquelas que envolvem a recolha de informação pessoal e identificável do menor e dados biométricos, como é o caso do reconhecimento por voz.

RS.6. Proteção contra ataques cibernéticos: O ecossistema de aprendizagem deve implementar mecanismos avançados de segurança para proteger-se contra ataques cibernéticos, como ataques de negação de serviço (DoS), ataques de injeção de código e exploração de vulnerabilidades. É recomendado a adoção de boas práticas e *frameworks* para minimizar o risco de ataques através da cadeia de fornecimento de software.

RS.7. Backup regular e recuperação de desastres: O ecossistema de aprendizagem deve realizar *backups* regulares dos dados dos utilizadores, de forma automática e segura. Além disso, é necessário elaborar planos de recuperação de desastres detalhados, a fim de minimizar o impacto de possíveis falhas ou incidentes. Os *backups* devem ser armazenados de maneira segura e redundante, garantindo a sua integridade e disponibilidade quando necessário.

RS.8. Testes de restauração de dados: Devem ser realizados testes regulares de restauração de dados a partir dos *backups*, a fim de verificar a eficácia do processo de recuperação. Esses testes garantirão a integridade e a confiabilidade dos dados armazenados, bem como a eficiência das medidas de *backup* e recuperação implementadas.

RS.9. Monitorização contínua: A infraestrutura do ecossistema de aprendizagem deve ser monitorizada de forma contínua para identificar e mitigar riscos de perda de dados. Isso inclui a monitorização de *logs* de segurança, análise de eventos de segurança e adoção de sistemas de alerta precoce para detetar atividades suspeitas ou anormais.

5.2 Governança

RS.10. Todos os dados gerados no sistema, direta ou indiretamente, são propriedade do adjudicante.

RS.11. Todos os modelos de aprendizagem automática, bem como todos os algoritmos desenvolvidos para tratar dados e modelá-los, são propriedade do adjudicante.

RS.12. Os dados têm de ser passíveis de serem extraídos da plataforma em *cloud*.

5.3 Infraestrutura de certificações com base em tecnologia Blockchain

Existem atualmente várias abordagens para reconhecer e validar os resultados de aprendizagem. Destacam-se dois exemplos:

- *Open Badges*⁷, é um sistema de credenciais digitais usado em plataformas de educação para reconhecer e validar resultados de aprendizagem. Esta abordagem fornece uma maneira para os alunos ganharem e exibirem *badges* (insígnias) digitais que representam as suas capacidades, conhecimentos e realizações. O sistema Open Badges foi desenvolvido pela Fundação Mozilla.

⁷ <https://openbadges.org>

- *Microcredentials*⁸, nanogaus ou minigaus, são certificações baseadas em capacidades específicas, normalmente oferecidas por plataformas de aprendizagens on-line no contexto dos graus de ensino superior. As microcredenciais incluem normalmente avaliações ou trabalho baseado em projetos para demonstrar proficiência numa área específica.

Recentemente têm sido propostas outras abordagens, tendo por base a tecnologia *blockchain*. Esta tecnologia tem demonstrado um imenso potencial para transformar diversos setores, e a área da educação não é exceção. Com o objetivo de fortalecer a segurança e a autenticidade dos registos educativos, como diplomas e certificados digitais, a inclusão da tecnologia *blockchain* no ecossistema de aprendizagem proporcionará uma infraestrutura confiável e transparente para a emissão, o armazenamento e a verificação desses documentos.

A aplicação da tecnologia *blockchain* no ecossistema de aprendizagem proposto tem, assim, como objetivo principal aumentar a segurança e a autenticidade dos registos educativos, como diplomas e certificados. Por meio da utilização dessa tecnologia inovadora, espera-se alcançar uma série de benefícios significativos, que promoverão maior confiança e eficiência no processo educativos. Alguns desses benefícios esperados incluem:

- **Redução de fraudes:** Ao implementar a tecnologia *blockchain*, será possível reduzir significativamente as tentativas de falsificação de diplomas e certificados. A natureza imutável e transparente da *blockchain* torna extremamente difícil alterar ou falsificar registos, proporcionando uma camada adicional de segurança.
- **Transparência na emissão e verificação:** O ecossistema de aprendizagem baseado em *blockchain* permitirá um processo de emissão e verificação de diplomas e certificados mais transparente. Todas as transações serão registadas de forma permanente na *blockchain*, o que significa que cada etapa do processo, desde a emissão até a verificação, poderá ser monitorizada e auditada de forma confiável.
- **Maior confiabilidade dos registos:** Com a *blockchain*, os registos educativos serão armazenados de forma descentralizada e distribuída entre os participantes da rede. Isso elimina a dependência de um único repositório centralizado, reduzindo os riscos de perda, corrupção ou alteração de dados. Os registos serão protegidos pela imutabilidade proporcionada pela tecnologia *blockchain*.
- **Facilidade de acesso para os utilizadores autorizados:** O ecossistema de aprendizagem baseado em *blockchain* oferecerá facilidade de acesso aos utilizadores autorizados. Os diplomas e certificados estarão disponíveis digitalmente na *blockchain*, permitindo que os indivíduos acessem e verifiquem seus próprios registos de forma rápida e conveniente, a qualquer momento e em qualquer lugar.

5.3.1 Protocolo Blockchain

A escolha adequada do protocolo *blockchain* é essencial para a implementação bem-sucedida da tecnologia no ecossistema de aprendizagem. O protocolo *blockchain* selecionado deve atender aos requisitos específicos do ambiente educativo, levando em consideração fatores como escalabilidade e segurança.

Tendo em conta os objetivos do ecossistema de aprendizagem, são apresentados os detalhes relevantes para a definição do protocolo *blockchain*:

1. **Escalabilidade:** O ecossistema de aprendizagem pode lidar com um grande volume de registos educativos, portanto, é essencial que o protocolo *blockchain* seja capaz de lidar com essa

⁸ <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/micro-credentials>

escalabilidade sem comprometer o desempenho. Devem ser considerados protocolos que possuam soluções escaláveis, como o uso de camadas de escalabilidade ou algoritmos de consenso que otimizem o processamento de transações.

2. Segurança: A segurança é um aspeto crítico ao escolher o protocolo *blockchain*. O protocolo deve oferecer robustez contra-ataques maliciosos, como ataques de 51%, ataques de reescrita de histórico e outras vulnerabilidades conhecidas.

3. Comunidade e ecossistema: Deve ser verificada a vitalidade e a maturidade da comunidade de desenvolvedores em torno do protocolo *blockchain*. Uma comunidade ativa indica suporte contínuo, atualizações regulares e soluções para possíveis desafios. Além disso, um ecossistema robusto de ferramentas e recursos de desenvolvimento pode acelerar o processo de implementação e integração do ecossistema de aprendizagem.

5.3.2 Identidade digital

RS.13. Implementar um sistema de gestão de identidade digital baseado em chaves criptográficas públicas e privadas.

RS.14. Integrar com sistemas de identidade existentes, como provedores de autenticação, para permitir o acesso seguro e o controle de identidade dos utilizadores.

RS.15. Definir políticas de segurança para garantir a autenticidade das identidades digitais e evitar falsificações ou ataques.

5.3.3 Armazenamento e modelo de dados

RS.16. Definir um modelo de dados adequado para os registos educativos, levando em consideração informações como detalhes do curso, notas, datas relevantes e informações do aluno.

RS.17. Utilizar contratos inteligentes individuais para cada diploma ou certificado, permitindo a imutabilidade e a rastreabilidade dos registos.

RS.18. Garantir a privacidade dos dados sensíveis, como o uso de criptografia para proteger as informações armazenadas na blockchain.

5.3.4 Transações e consenso

RS.19. Definir as transações relacionadas aos registos educativos, como emissão de diplomas, verificação de certificados e atualizações de informações.

RS.20. Escolher o mecanismo de consenso apropriado, como *proof-of-work* (PoW), *proof-of-stake* (PoS) ou outro algoritmo de consenso, levando em consideração os requisitos de segurança e desempenho.

5.3.5 Privacidade e confidencialidade

RS.21. Implementar níveis de acesso diferenciados para garantir a privacidade e a confidencialidade dos registos educativos.

RS.22. Definir políticas de privacidade que determinem quais informações são públicas e quais são restritas a determinados utilizadores ou partes autorizadas.

5.3.6 Verificação de autenticidade

RS.23. Utilizar *hashes* criptográficos para garantir a integridade dos registos educativos.

RS.24. Criar um sistema de verificação que permita a qualquer pessoa verificar a autenticidade de um diploma ou certificado por meio da *blockchain*, utilizando o *hash* correspondente.

6. Alojamento, Suporte técnico e Manutenção

Esta secção descreve características não funcionais do sistema, nomeadamente quanto à sua forma de alojamento, escalabilidade, suporte e gestão do sistema.

6.1 Alojamento do Ecosistema de aprendizagem

A arquitetura geral do ecossistema deve conseguir tirar partido do alojamento em ambientes *cloud* onde, usando a grande quantidade de recursos computacionais disponíveis, é possível fazer uma alocação de recursos de forma elástica, aumentando ou diminuindo em função das reais necessidades do sistema. A arquitetura técnica, com os detalhes a serem definidos nas fases iniciais do projeto, deve, no entanto, prever que todo o ecossistema possa ser instalado em infraestruturas computacionais *on-premises*, com os recursos adequados. As funcionalidades do ecossistema deverão estar disponíveis em ambiente de teste, acessível a utilizadores reservados, e ambiente de produção.

6.1.1 Alojamento do Ecosistema de aprendizagem na nuvem e *on-premises*

RM.1. Em fase de projeto deve ser especificado o provedor de serviços da nuvem escolhido para alojar o ecossistema de aprendizagem, bem como todos os componentes que possam estar dependentes desse provedor. No caso da solução base prever dependência com serviços específicos do provedor, deve ser proposta uma alternativa para o cenário de instalação *on-premises*.

RM.2. Devem ser mostradas evidências relativas à reputação e confiabilidade do provedor de serviços da nuvem em relação à segurança, desempenho e disponibilidade.

RM.3. O armazenamento de certificações e registos pessoais dos alunos, terá de ser alojado *on-premises*, sob controlo da DGE. Deverão assim ser definidos os requisitos técnicos para que esta integração com alojamento em *cloud* e *on-premisse* não introduza um problema de desempenho para o sistema.

6.1.2 Localização geográfica dos Data Centers

RM.4. Deve ser possível especificar a região geográfica onde os *data centers* do provedor de serviços da nuvem estão localizados.

RM.5. Considerar a conformidade com as leis de proteção de dados e regulamentações de privacidade aplicáveis na jurisdição onde os *data centers* estão localizados.

6.1.3 Disponibilidade e confiabilidade

RM.6. Deve ser garantida uma infraestrutura de nuvem altamente disponível, com um acordo de nível de serviço que atenda às necessidades do ecossistema de aprendizagem. Assume-se uma disponibilidade superior a 99.9%, para cada serviço e para o ecossistema como um todo.

RM.7. Mostrar evidências que assegurem as medidas tomadas pelo provedor de serviços na nuvem para garantir a continuidade do serviço, incluindo redundância de hardware, replicação de dados e planos de recuperação de desastres.

6.1.4 Segurança da nuvem

RM.8. Mostrar evidências sobre as medidas de segurança implementadas pelo provedor de serviços da nuvem para proteger os dados armazenados, como criptografia de dados em repouso e em trânsito, controlos de acesso e monitorização de segurança.

RM.9. Indicar a conformidade do provedor de serviços da nuvem com as normas e regulamentações de segurança relevantes, como ISO 27001⁹, 22301, SOC 2, GDPR, certificação de informação até Nacional Reservado do Gabinete Nacional de Segurança, entre outras.

6.1.5 Escalabilidade e desempenho

RM.10. Mostrar evidências sobre a capacidade do provedor de serviços da nuvem para dimensionar verticalmente e horizontalmente os componentes utilizados na infraestrutura, a fim de lidar com aumentos de pedidos e garantir um desempenho adequado do ecossistema de aprendizagem.

RM.11. O ecossistema deve ter uma arquitetura que possibilite tirar partido da grande quantidade de recursos de armazenamento e computação do fornecedor de *cloud*, aumentando a sua capacidade à medida que novos recursos são utilizados e mais utilizadores são registados.

- O ecossistema terá de estar preparado para alojar até 150 RED, estimando-se que cada RED possa ter mais de uma centena de *Gbytes*, em função do conteúdo multimédia agregado que contenha. A capacidade total indicativa para armazenamento é de 60 *Tbytes*, tendo em conta os diferentes tipos de repositórios que venham a ser definidos em fase de desenho do projeto, envolvendo os ambientes de teste e produção do ecossistema.
- O ecossistema terá de estar preparado para dar resposta adequada a uma quantidade de acessos elevada, a qual pode corresponder a mais de 1,5 milhões de alunos registados no sistema, e por isso a muitos milhares de acessos simultâneos ao ecossistema de aprendizagem. A arquitetura do ecossistema e as tecnologias utilizadas devem usar as estratégias de distribuição de carga e elasticidade adequadas a este desafio.

RM.12. Avaliar a latência de rede e a velocidade de conexão oferecida pelo provedor de serviços da nuvem para garantir uma experiência de utilizador rápida e responsiva.

6.1.6 Backup e recuperação de dados

RM.13. Especificar os recursos de backup e recuperação de dados oferecidos pelo provedor de serviços da nuvem, como a frequência de backups, retenção de dados e a capacidade de restaurar os dados em caso de perda ou corrupção. Deve ser estimado o tempo máximo de recuperação da plataforma após falha total, de acordo com os requisitos RM.17 a RM.20.

6.1.7 Migração e portabilidade

RM.14. Deve existir um plano de migração do ecossistema de aprendizagem para outro provedor de serviços da nuvem, se necessário, e a capacidade de portar os dados e configurações sem interrupção significativa dos serviços.

⁹ <https://www.iso.org/standard/27001>

RM.15. Deve ser possível extrair todos os dados do ecossistema de aprendizagem, disponibilizados em formato aberto e suportados por vários programas em código aberto. A extração deve ter em conta a dimensão e natureza dos dados, devendo ser suportado o resumo se existir quebra na ligação.

6.1.8 Suporte e gestão

RM.16. Verificar os níveis de suporte técnico oferecidos pelo provedor de serviços da nuvem, incluindo tempos de resposta, disponibilidade da equipa de suporte especializada e opções de suporte 24/7.

RM.17. O adjudicatário terá de atuar perante pedidos de suporte com as seguintes prioridades:

RM.18. Prioridade 1: Paralisação Crítica – Implica indisponibilidade do ecossistema de aprendizagem, de perda ou inconsistência de dados, impossibilidade da organização de realizar a sua missão.

RM.19. Prioridade 2: Degradação do serviço – O uso do ecossistema de aprendizagem apresenta risco elevado de indisponibilidade com impacto no desempenho e experiência de utilização.

RM.20. Prioridade 3: Normal – Não tem impacto no funcionamento da plataforma.

| Nível de prioridade | Tempo máximo de confirmação de receção do incidente e início do tratamento | Tempo máximo de resolução |
|---------------------|--|---------------------------|
| Prioridade 1 | 1 hora | 2 horas |
| Prioridade 2 | 1 hora | 4 horas |
| Prioridade 3 | 2 horas | 8 horas |

RM.21. Deve ser disponibilizada uma interface de monitorização que terá de incluir todas as métricas relevantes para garantir a avaliação do respetivo nível de operação e desempenho dos recursos da infraestrutura computacional de suporte ao ecossistema de aprendizagem. Deve ser possível indicar limites de alarme para o uso excessivo de recursos, podendo ser indicados os destinatários desses alarmes.

6.1.9 Ambiente de Teste

RM.22. As funcionalidades do ecossistema como um todo têm de ser disponibilizadas em ambiente de teste, acessível apenas a utilizadores reservados, identificados na primeira fase do projeto. Este ambiente deve ter as mesmas garantias de segurança do ambiente de produção, mas, devido ao número restrito de utilizadores e acessos concorrentes, não necessita de dar as mesmas garantias de escalabilidade, garantindo uma disponibilidade igual ou superior a 99%.

6.2 Custos e licenciamento

6.2.1 Custos de Infraestrutura:

RM.23. Detalhar os custos associados à infraestrutura da nuvem, incluindo armazenamento de dados, capacidade de processamento, tráfego de rede e outros recursos necessários para o funcionamento do ecossistema de aprendizagem.

RM.24. Solicitar informações sobre preços unitários, escalabilidade de recursos e possíveis descontos com base no volume de utilização.

6.2.2 Custos de serviços:

RM.25. Identificar quaisquer serviços oferecidos pelo provedor de serviços na nuvem, como monitoramento, segurança, backup e recuperação de dados, e avaliar os custos associados a esses serviços.

RM.26. Verificar a disponibilidade de pacotes de serviços e as opções de personalização para atender às necessidades específicas do ecossistema de aprendizagem.

6.2.3 Custos de tráfego e transferência de dados:

RM.27. Identificar os custos relacionados ao tráfego de rede dentro da nuvem e à transferência de dados entre o ecossistema de aprendizagem e outras aplicações ou sistemas externos.

RM.28. Identificar se existem limites de largura de banda, tarifas de transferência de dados ou cobranças adicionais por tráfego de rede excessivo.

6.2.4 Modelo de licenciamento:

RM.29. Identificar o modelo de licenciamento adotado para o ecossistema de aprendizagem (por exemplo, licença vitalícia, licença anual, licença por utilizador, licença por necessidade computacional).

RM.30. Indicar todos os custos existentes, incluindo os relacionados com atualizações, suporte técnico ou outros serviços.

6.3 Manutenção do ecossistema de aprendizagem

Manutenção preventiva e Atualizações regulares:

RM.31. A manutenção preventiva do ecossistema de aprendizagem, como a otimização regular do desempenho e a aplicação de *patches* de segurança, deve ser realizada para garantir a estabilidade contínua do sistema.

RM.32. O ecossistema de aprendizagem deve receber atualizações regulares para correção de bugs, aprimoramentos de segurança e melhorias funcionais.

RM.33. As atualizações devem ser implementadas de forma cuidadosa e planeada, garantindo a compatibilidade com os sistemas existentes e minimizando qualquer impacto negativo na usabilidade ou desempenho do ecossistema. As atualizações não podem limitar o acesso total ao ecossistema de aprendizagem.

RM.34. Deverá ser estabelecido um cronograma claro para as atualizações, informando antecipadamente as datas e detalhes das alterações a serem implementadas. As atualizações devem ser feitas a horas de menor utilização.

Monitorização:

RM.35. O ecossistema de aprendizagem deve ser monitorizado de forma contínua, a fim de identificar possíveis problemas de estabilidade, desempenho ou segurança.

RM.36. Devem ser identificados um conjunto de indicadores que permitam monitorizar e analisar o desempenho das diferentes partes do ecossistema, quer em tempo real quer através de relatórios de acesso e utilização do ecossistema.

RM.37. A monitorização é feita através de serviços específicos para esse efeito ou através de *dashboards* de administração integrados em serviços descritos nestes requisitos. Recomenda-se a apresentação de forma integrada dos vários indicadores.

RM.38. Deverão ser implementados sistemas de monitorização automatizados, capazes de detetar anomalias e alertar a equipa de suporte técnico para ações corretivas imediatas.

6.4 Suporte técnico

O ecossistema de aprendizagem deve oferecer aos administradores e aos seus utilizadores o seguinte:

Canais de suporte técnico:

RM.39. Deverão ser fornecidos canais de suporte técnico dedicados para administradores e professores do ecossistema de aprendizagem. Esses canais devem incluir opções de contacto, como e-mail, telefone e chat, para facilitar a comunicação entre os utilizadores e a equipa de suporte técnico.

RM.40. O tempo de resposta esperado para consultas de suporte deve ser claramente definido, indicando o prazo máximo para a resolução de problemas e dúvidas técnicas.

Resolução rápida de problemas e dúvidas técnicas:

RM.41. É fundamental que a equipa de suporte técnico tenha a capacidade e os recursos necessários para resolver rapidamente problemas e dúvidas técnicas dos utilizadores.

RM.42. Deverá ser estabelecido um processo eficiente de triagem, escalonamento e acompanhamento de problemas, a fim de garantir uma resolução ágil e satisfatória.

RM.43. As consultas dos utilizadores devem ser tratadas de forma profissional, demonstrando uma postura proativa na solução de problemas.

Disponibilização de documentação e recursos de autoajuda:

RM.44. Deve ser fornecida documentação abrangente, guiões de utilização e recursos de autoajuda para administradores do ecossistema, professores e restantes utilizadores. Esses materiais devem ser atualizados regularmente, refletindo as últimas funcionalidades e melhorias do ecossistema.

RM.45. Além disso, pode ser disponibilizada uma base de conhecimento *online* contendo respostas para perguntas frequentes, soluções para problemas comuns e dicas de utilização.

RM.46. Vídeos tutoriais, manuais do utilizador e outros recursos interativos também podem ser disponibilizados para auxiliar os utilizadores na exploração e utilização efetiva do ecossistema de aprendizagem.

RM.47. A documentação e os recursos de autoajuda devem estar organizados de forma clara e de fácil acesso, facilitando a localização de informações relevantes. Estes recursos de documentação e autoajuda visam capacitar os utilizadores a solucionarem dúvidas e problemas técnicos de forma independente, reduzindo a dependência do suporte técnico e promovendo uma experiência de uso mais eficiente.

7. Evolução e melhorias futuras

RM.48. A proposta deve incluir ainda a prestação de serviços de Manutenção Evolutiva, em regime de bolsa de horas, com 5000 horas (cinco mil horas). Estes pedidos serão realizados mediante solicitações específicas da Entidade Adjudicante (DGE), nas seguintes condições:

- Motivo: ajustes ou modificações nas especificações e funcionalidades já implementadas, assim como a adição de novas funcionalidades que sejam consideradas relevantes durante a fase de projeto (F1 e F2) da Tabela 2.
- Modo de utilização: A entidade adjudicante poderá fazer solicitações específicas após uma avaliação conjunta do esforço necessário, medido em horas de trabalho, que será realizado pelo adjudicatário. Essas solicitações serão discutidas e acordadas entre as partes antes de serem implementadas.

RM.49. Plano para incorporação de novos recursos e funcionalidades: O ecossistema de aprendizagem deve ser projetado de forma modular e escalável, permitindo a incorporação de novos recursos e funcionalidades de maneira eficiente. Reconhecendo o potencial da Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Internet das Coisas (IoT) para transformar a educação, o ecossistema de aprendizagem deverá estar preparado para incorporar estas tecnologias numa fase futura do projeto.

A RV proporciona aos alunos a oportunidade de mergulhar em ambientes virtuais imersivos, explorando conceitos complexos e interagindo com objetos tridimensionais. Da mesma forma, a RA enriquece o mundo real, sobrepondo informações virtuais ao ambiente físico, tornando os conceitos de estudo mais detalhados e contextualizados.

Com o objetivo de criar experiências imersivas e envolventes para os alunos, pretende-se, no futuro, integrar a RV e a RA ao ecossistema de aprendizagem. Isso abrirá novas possibilidades educativas, oferecendo uma abordagem inovadora e interativa para o processo de aprendizagem. Os alunos poderão envolver-se ativamente nos conteúdos, manipular objetos virtuais, explorar ambientes tridimensionais e participar de simulações realistas, consolidando os seus conhecimentos de forma mais efetiva.

Além disso, a IoT desempenhará um papel fundamental no ecossistema de aprendizagem, permitindo a conexão de dispositivos e sensores inteligentes à internet para recolher dados em tempo real. Essa interconexão oferecerá informações valiosas sobre o ambiente educativo, incluindo ocupação de espaços, qualidade do ar, comportamento dos alunos e desempenho escolar. Esses dados serão usados para otimizar o planeamento curricular, melhorar a eficiência operacional e personalizar a experiência educativa.

Contudo, o desenvolvimento destes recursos seguirá um processo iterativo, baseado nas necessidades dos utilizadores e nas tendências educativas e tecnológicas.

Um comité técnico será estabelecido para avaliar e priorizar os recursos propostos, levando em consideração o impacto educativo, a viabilidade técnica e os recursos disponíveis. O plano de desenvolvimento será atualizado regularmente, com lançamentos de novas versões que incluam os recursos mais relevantes e solicitados pela comunidade de utilizadores.

RM.50. Parcerias e integração com outros sistemas e plataformas educativas: Para enriquecer a experiência educativa, o ecossistema de aprendizagem procurará parcerias estratégicas com outras instituições e plataformas educativas. A integração com sistemas e ferramentas amplamente

utilizados no ambiente educativo será explorada, visando oferecer aos utilizadores acesso integrado a recursos complementares e promover a interoperabilidade.

RM.51. Deverá ser estabelecida uma equipa dedicada à gestão de parcerias, com o objetivo de identificar oportunidades de colaboração, estabelecer acordos de integração e acompanhar o desenvolvimento conjunto de recursos e funcionalidades.

RM.52. Testes de usabilidade e avaliações de desempenho do ecossistema: A usabilidade e o desempenho do ecossistema de aprendizagem serão avaliados regularmente para garantir uma experiência de utilização satisfatória e eficiente. Testes de usabilidade serão conduzidos com professores, alunos e encarregados de educação, visando identificar problemas de interface, fluxos de trabalho ineficientes e oportunidades de melhorias.

Além disso, serão realizadas avaliações de desempenho para monitorar a capacidade do ecossistema de aprendizagem em lidar com o crescimento da base de utilizadores, garantindo tempos de resposta adequados e escalabilidade.

RM.53. Acompanhamento de tendências tecnológicas, educacionais e sociais: O ecossistema de aprendizagem estará constantemente atento às tendências tecnológicas, educativas e sociais relevantes para aprimorar a sua oferta de recursos e funcionalidades. Uma equipa de pesquisa e desenvolvimento deverá ser responsável por monitorar e analisar as mudanças nesses domínios, bem como identificar oportunidades para incorporar recursos inovadores ao ecossistema de aprendizagem.

8. Fases do projeto, duração e entregáveis

O desenvolvimento do ecossistema de aprendizagem está dividido em duas grandes partes, compostas por 6 fases descritas na Tabela 2. A parte 1 tem 4 fases (F1, F2, F3 e F4) com duração indicativa de 12 meses, correspondendo ao desenho, implementação, teste e formação referente aos requisitos de base de arquitetura, funcionalidades e aspetos de segurança do ecossistema. A parte 2 tem 2 fases (F5 e F6) com duração indicativa de 6 meses, correspondendo ao desenho, implementação, teste e formação aos requisitos avançados do ecossistema de aprendizagem.

Em cada fase existe um conjunto de entregáveis os quais, após o envio à equipa da DGE, serão alvo de avaliação e aceitação ou solicitação de esclarecimentos e/ou revisão. O planeamento de detalhe de cada fase tem de incluir 10 dias para a revisão dos entregáveis. O início da fase subsequente a cada entrega poderá ser atrasado pelo Adjudicante para efeitos de revisão dos entregáveis da fase anterior.

Toda a documentação entregue deve seguir os seguintes requisitos:

- Toda a documentação deverá ser fornecida em língua portuguesa, em suporte informático, devendo todos os conteúdos (texto, tabelas, esquemas, etc.) serem produzidos em ferramentas convencionais de Office compatíveis com *Open Document Format for Office Applications* (ODF 1.0 ou superior)
- Devem ser seguidos modelos (*templates*) personalizados fornecidas pela Entidade Adjudicante, e entregues as respetivas fontes (originais) em formato editável pelas referidas aplicações

O Adjudicatário deverá manter a documentação atualizada até à receção definitiva, sendo responsabilizado pelas falhas que venham a ocorrer ao desenvolvimento e operação do ecossistema, decorrentes da não entrega atempada desta documentação ou de informação incorreta ou desatualizada nela contida.

| Fase | Duração (meses) | Resumo das ações | Entregáveis |
|------|-----------------|--|--|
| F1 | 2 | <p>Início dos trabalhos e constituição de equipas</p> <p>Levantamento detalhado de requisitos com base nas especificações técnicas através da definição de histórias de utilização e casos de uso</p> <p>Identificação de parâmetros de monitorização da plataforma</p> | <p>E.1 Documento com histórias de utilização e casos de uso</p> <p>E.2 Documento com modelação dos processos usando a norma Business Process Model and Notation (BPMN), atualmente na versão OMG BPMN 2.0</p> |
| F2 | 2 | <p>Definição da arquitetura tecnológica da solução</p> <p>Definição da experiência de utilização</p> <p>Definição do plano de formação</p> | <p>E.3 Diagramas de interação entre os serviços, incluindo os protocolos envolvidos e as estratégias e técnicas previstas para garantir a disponibilidade e escalabilidade do sistema</p> <p>E.4 Descrição do tipo de bases de dados, incluindo a natureza dos dados armazenados</p> <p>E.5 Ecrãs de exemplo da interface de utilização dos diferentes serviços e o tipo de experiência de utilização.</p> <p>E.6 Plano de formação da equipa da DGE que ficará responsável pela parametrização e configuração do ecossistema</p> <p>E.7 Plano de Formação destinado a professores e restantes utilizadores do ecossistema</p> |
| F3 | 7 | <p>Desenvolvimento dos serviços para suporte aos requisitos de arquitetura (§2), requisitos funcionais (§3) e requisitos de segurança e privacidade dos dados (§5.1), de acordo com os documentos entregues na Fase 1 e 2.</p> <p>Testes de integração e usabilidade da F3</p> | <p>E.8 Manual de utilizador referente aos diferentes serviços desenvolvidos nesta fase (§2, §3 e §5.1)</p> <p>E.9 Documento com resumo dos testes técnicos envolvendo os serviços desenvolvidos nesta fase</p> <p>E.10 Relatório dos testes de integração e usabilidade do sistema referente ao desenvolvimento desta fase (F3), envolvendo utilizadores selecionados pela DGE</p> |
| F4 | 1 | <p>Formação da equipa da DGE sobre a operação, configuração e manutenção das partes desenvolvidas do ecossistema</p> | <p>E.11 Relatório final da ação de formação com indicadores de qualidade</p> |

| | | | |
|-----------|---|--|---|
| F5 | 5 | <p>Desenvolvimento dos serviços para suporte aos requisitos de arquitetura avançados (§4) e relacionados com o registo e validação de certificados em <i>Blockchain</i> (§5.3)</p> <p>Testes de integração e usabilidade da F5</p> | <p>E.12 Manual de utilizador referente aos diferentes serviços desenvolvidos nesta fase (§4 e §5.3)</p> <p>E.13 Documento com resumo dos testes técnicos envolvendo os serviços desenvolvidos nesta fase (F5)</p> <p>E.14 Relatório dos testes de integração e usabilidade do sistema referente ao desenvolvimento desta fase (F5), envolvendo utilizadores selecionados pela DGE</p> |
| F6 | 1 | <p>Formação da equipa da DGE sobre a operação, configuração e manutenção das partes desenvolvidas na F5</p> | <p>E.15 Relatório final da ação de formação com indicadores de qualidade</p> |

Tabela 2: Fases do projeto