



27 e 28 Giugno 2018

Conferenza dei Rettori delle Università Italiane - CRUI

I MAGNIFICI INCONTRI CRUI 2018

PIANO NAZIONALE UNIVERSITÀ DIGITALE

Mapa delle piattaforme e loro inter-operabilità

Alessandro Sperduti-Università di Padova – David Vannozi, Cineca – Dario Mingarelli, Cineca – Christian Micheloni, Università di Udine

Giugno 2018

Udine - Palazzo Garzolini di Toppo Wasserman, via Gemona 92

Tavolo 2A

Mapa delle piattaforme e loro inter-operabilità

Alessandro Sperduti-Università di Padova – David Vannozzi, Cineca –
Dario Mingarelli, Cineca – Christian Micheloni, Università di Udine

1. Introduzione

Al progredire di quella che viene comunemente chiamata la *digital transformation*, ovvero sia quel processo di transizione e di revisione del funzionamento di un'organizzazione riorganizzando il funzionamento dei servizi IT mettendo al centro del funzionamento la gestione digitale, il numero di servizi digitali che gli Atenei dovranno erogare è destinato a crescere esponenzialmente.

Il cambiamento di ruolo dei servizi informatici da supporto ad elemento essenziale di un'organizzazione, incluse le pubbliche amministrazioni, sta comportando un'evoluzione normativa che impone nuovi vincoli di conformità a come i sistemi informatici e le infrastrutture digitali debbano essere realizzate ed armonizzate.

La pubblica amministrazione è stata spinta sin dal 2005 ad un percorso di digitalizzazione dei propri processi mediante il Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD), documento che introduce strumenti essenziali per la definizione del trattamento di documenti e interazioni nel mondo digitale. Il CAD ha visto numerose revisioni nel corso degli anni la cui ultima risale al dicembre 2017. Più recentemente nel 2017 l'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID) ha introdotto nuove norme rivolte alle pubbliche amministrazioni in materia di *cybersecurity*: le misure minime di sicurezza sono rivolte ad aumentare la sicurezza dei sistemi informatici della pubblica amministrazione al fine di tutelare il patrimonio digitale sempre più centrale alla sua attività. Sempre l'AgID ha pubblicato anche il piano triennale per l'ICT della PA, dando indicazioni su come sviluppare in modo armonizzato i sistemi delle PA, indicando inoltre dei servizi nazionali, come ad esempio il Sistema Pubblico per l'Identità Digitale (SPID) o il sistema per i pagamenti alla pubblica amministrazione PagoPA.

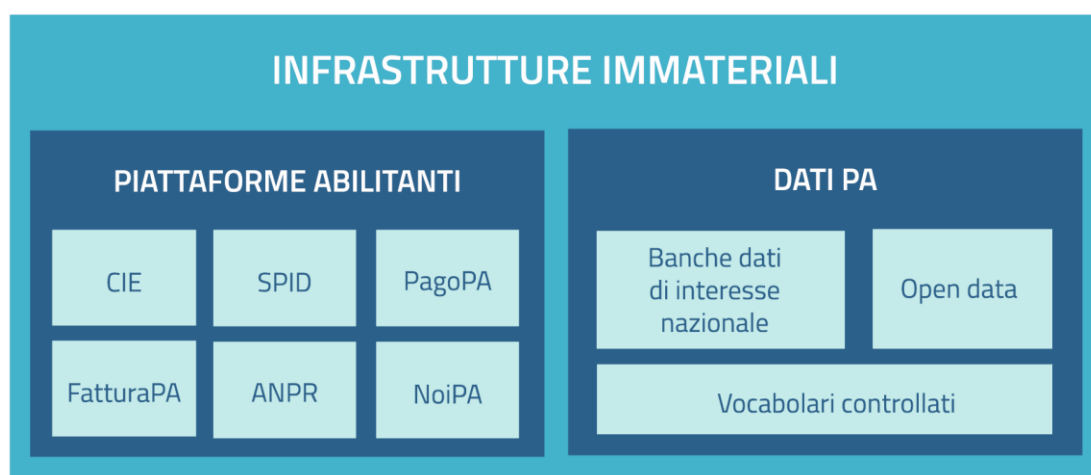


Figura 1. Le infrastrutture immateriali così come definite dal piano triennale ICT

Sempre nel piano triennale vengono indicate linee strategiche di sviluppo relativamente sia alle infrastrutture fisiche come i Data Center, che relativamente al modo con cui architettare i nuovi software nella pubblica amministrazione al fine di ridurre gli effetti del *lock in* ed armonizzare l'interoperabilità tra piattaforme differenti. La via indicata dal piano relativamente a questo aspetto rilevante per le piattaforme software è quella dei *micro-servizi*, un nuovo modo per organizzare il software facendo uso di servizi Web.

Anche la Comunità Europea è intervenuta in questo ambito con il regolamento per la protezione dei dati personali noto come GDPR. Sebbene entrato in vigore nel maggio del 2016, l'attenzione sul regolamento si è progressivamente alzata in vista dell'entrata in vigore della parte sanzionatoria nel maggio del 2018. Il regolamento disciplina il trattamento dei dati personali di persone fisiche con particolare riferimento ai sistemi informatici.

Contestualmente il panorama tecnologico continua ad evolvere con passo esponenziale, rendendo continuamente obsoleti vecchi servizi e tecnologie e rendendo possibile nuovi. L'affermazione dei cloud pubblici ha poi reso possibile accelerare il tempo di realizzazione di nuovi servizi e l'abbattimento di costi operativi di quei servizi generali di largo uso.

Le piattaforme software degli Atenei sono state sviluppate nel corso di decenni, e l'impiego di sistemi digitali è stato sicuramente più pervasivo che in altre amministrazioni. La stratificazione e lo sviluppo spesso emergente e non coordinato che ha generato molti software ha portato ad una frammentazione e, a causa di un'interoperabilità spesso ridotta, ad un'organizzazione non ottimale del dato.

Il Consorzio CINECA ha svolto un ruolo importante nell'armonizzazione delle piattaforme secondo il sistema più naturale: l'adozione dello stesso sistema. Questo approccio ha portato economie di scala, soprattutto per quei software specifici al sistema Universitario nazionale, ma nel momento in cui i sistemi devono cominciare ad interagire con sistemi nazionali è necessario rivedere queste architetture. La revisione è già in corso, ma vanno trovati percorsi per far evolvere software complessi che si sono evoluti nel tempo, adattandosi anche a scenari per cui non erano stati originariamente pensati.

In questo scenario di rapida evoluzione tecnologica e normativa, gli Atenei devono affrontare il non semplice compito di indicare la via per l'attualizzazione dei propri servizi sia per garantire la conformità che per adeguare le tecnologie con cui sono stati sviluppati.

In questo documento, dopo aver fatto il punto sullo stato dell'arte delle piattaforme in uso degli Atenei, si affronteranno i temi sulle nuove architetture dei sistemi data centric e l'importanza dei contratti per lo scambio dati. Prenderemo in considerazione infine nuove tecnologie che potrebbero influenzare le piattaforme già in uso da parte delle Università.

2. Mappa delle piattaforme

Sono numerose le piattaforme software che popolano i servizi che sottendono il funzionamento di un Ateneo. Con la crescita della rete Internet, e in particolare dell'infrastruttura di rete Nazionale curata dal Consorzio GARR, è stato possibile delocalizzare servizi di calcolo consentendo la condivisione e l'interscambio di software e servizi tra più Atenei e il Ministero. L'introduzione del modello di gestione di servizi basato sul cloud e le sue evoluzioni hanno portato gli Atenei a distribuire i propri servizi in più domini di gestione che possono essere riassunti secondo le seguenti topologie: servizi *on-premise* erogati dall'Ateneo stesso, servizi erogati da fornitori locali e nazionali esterni, servizi erogati da CINECA, e servizi erogati da cloud pubblico. Da un punto di vista astratto i vari fornitori esterni ad un Ateneo sono da considerarsi equivalenti, pur tuttavia

sia la modalità di approvvigionamento, che la scala, che il modello di business associato li rende casi differenti.

Il Consorzio CINECA in particolare ha svolto nel tempo un ruolo sempre più centrale nello sviluppo di servizi dedicati alle necessità degli Atenei concentrandosi in particolare su due assi principali: sistemi di calcolo scientifico; software e servizi cloud orientati al supporto delle attività amministrative degli Atenei. In particolare i software e ESSE3, Titulus, e U-Gov rappresentano strumenti essenziali per il funzionamento di molti Atenei, siano essi in esecuzione presso i servizi IT di un Ateneo che nel cloud CINECA.

È difficile, e forse anche inopportuno, produrre una lista esaustiva delle piattaforme software usate dagli Atenei, in Figura 2 è riportata una mappa incompleta dei sistemi ormai sempre più importanti nel funzionamento di un Ateneo. Sebbene il numero sia elevato, se si raggruppano le piattaforme secondo il loro funzionamento allora si possono individuare un numero significativamente inferiore di piattaforme:

- E-mail e messaggistica
- Portali Web
- Applicazioni Web
- Applicazioni native

Nel panorama del software odierno le architetture Web per la distribuzione di applicazioni sono divenute la norma, relegando le applicazioni native ad uno stato di manutenzione in attesa di una loro riscrittura. È il caso, ad esempio, del sistema ESSE3 il cui processo di revisione è in corso di avvio. Il protocollo http è divenuto la lingua franca con cui vengono integrati sistemi, con poche eccezioni come, ad esempio, la posta elettronica oppure i protocolli necessari allo streaming video e alla connessione a sistemi remoti.

Le applicazioni, soprattutto se di natura amministrativa, siano esse Web o native, hanno normalmente un sistema di memorizzazione dati strutturati come un DBMS (nel caso di CINECA si fa spesso uso di database Oracle), oppure su sistemi di memorizzazione NoSQL come ad esempio MongoDB utilizzato da Titulus.

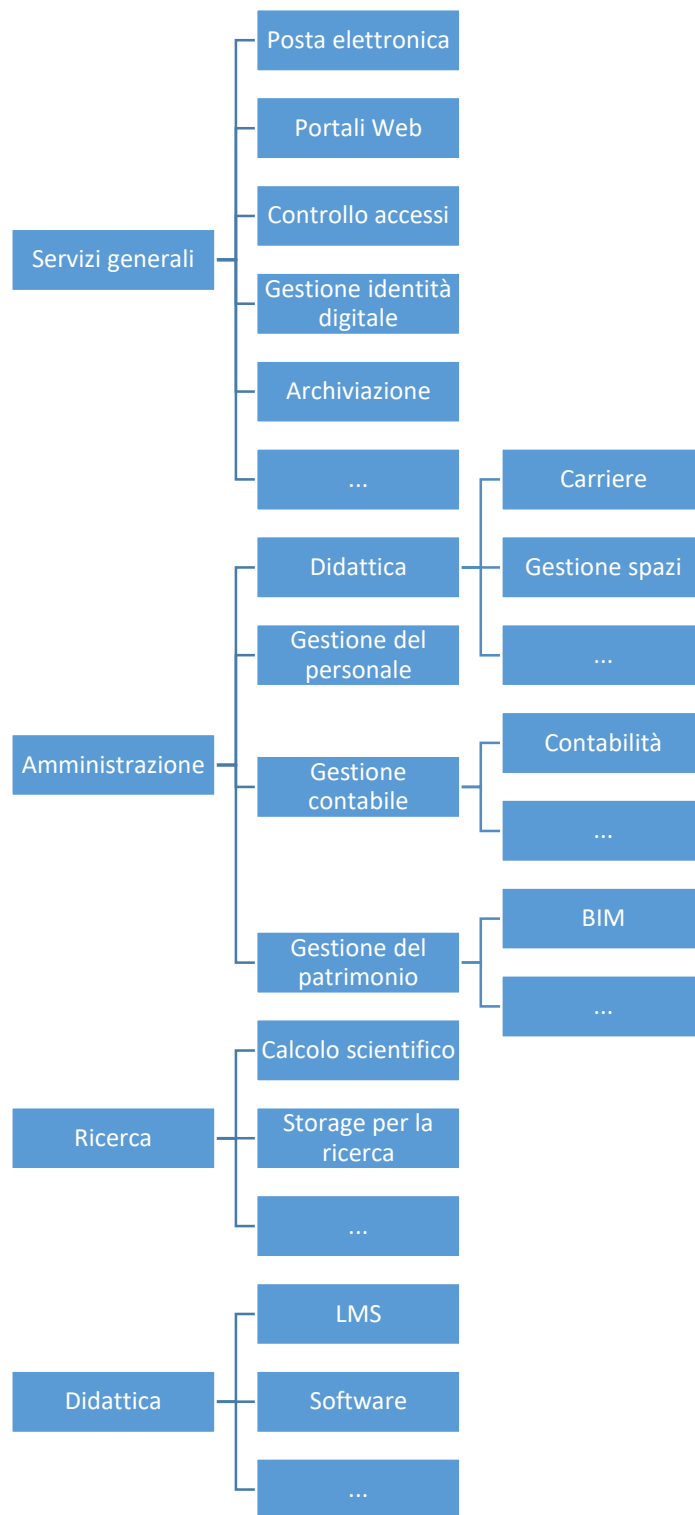


Figura 2 Mappa dei servizi di un Ateneo

3. La centralità dei dati

L'affermarsi del Web come piattaforma per lo sviluppo di applicazioni ha rapidamente omogeneizzato le architetture dei sistemi secondo un'architettura a livelli in cui lo stato dell'applicazione Web è memorizzato in database server. Il front-end Web è responsabile per l'immissione e l'aggiornamento dei dati in modo da assicurare la consistenza e la correttezza del dato secondo un'opportuna logica.

In questo tipo di applicazioni il dato è di fatto mediato e reso accessibile solo attraverso schermate del software, che in molti casi offre procedure di esportazione di solo una parte del dato. A volte i dati sono resi accessibili anche attraverso Web-Services, ovvero sia invocazioni di pagine Web che restituiscono dati non in HTML ma che possano essere letti a programma. Raramente però il modello dei dati coincide con quello esposto da questi meccanismi di esportazione, né si può considerare completo.

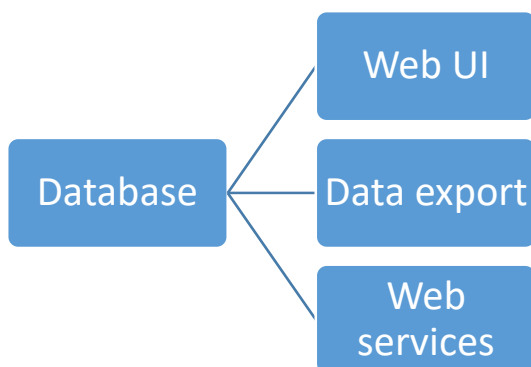


Figura 3. Architettura multi-tier di un'applicazione Web

Il vantaggio di questa struttura è che la struttura del dato è interamente sotto il controllo di chi sviluppa il software, assicurando cicli di aggiornamento e modifica meno complessi di quelli altrimenti necessari in caso di descrizioni dei dati condivise con altri enti. Inoltre gli unici cambiamenti

Purtroppo il prezzo da pagare è quello di assenza o di ridotta interoperabilità con altre applicazioni e soprattutto in modo mediato, riducendo la capacità di accedere all'intero dato memorizzato nel database.

In ambito accademico già le prime linee guida per l'Università digitale raccomandavano il passaggio di dati digitali tra Università come ad esempio la carriera di uno studente. Inoltre, le Università inviano esportazioni dei dati delle carriere studenti all'Anagrafe Nazionale degli Studenti in un formato noto. Più in generale le procedure in essere tendono a consentire una vista limitata dei dati contenuti negli applicativi e con esportazione non interattiva. Questo non è un problema limitato al nostro settore, basti pensare che la cartella clinica digitale dopo quasi vent'anni è ancora una chimera.

Le condivisioni di dati nel nostro paese sono state standardizzate largamente da enti regolatori e sono state implementate da procedure di esportazione che in qualche modo adattano la rappresentazione interna del dato ad un formato spesso tabulare, ma anche semi strutturato utilizzando la sintassi XML.

C'è da chiedersi chi possa definire formati che rappresentino strutture dati relative al mondo Universitario, e come sia possibile assicurarsi un corretto versionamento delle strutture dati così da assicurarne una corretta evoluzione nel tempo.

4. I micro-servizi e i contratti dati

La strutturazione del software come un insieme di micro-servizi è un'architettura divenuta popolare recentemente ed è frutto dell'introduzione di HTML5 che ha completato la maturazione del Web Browser come un vero e proprio presentation system con cui realizzare applicazioni grafiche e capace di mantenere un proprio stato grazie all'abilità di poter effettuare chiamate in stile AJAX, ovvero effettuare richieste al Web Server senza la necessità di dover scaricare la pagina corrente.

In questo nuovo modo di procedere il modello precedente, che consisteva nel generare il sorgente HTML di una pagina popolandola con i dati ottenuti dal database ed inviandola al Web browser per la visualizzazione, è rapidamente divenuto obsoleto a causa delle interfacce meno usabili e interattive rispetto a quelle rese possibili dalle nuove versioni degli standard. Inoltre una parte dello stato dell'interfaccia grafica visualizzata all'utente era memorizzato sul server nella forma di una struttura dati chiamata sessione. Questo legava indissolubilmente lo stato del client e quello del server, rendendo più difficile distribuire le funzionalità tra più server Web pur mantenendo la coerenza dell'interfaccia utente.

Con HTML5 e AJAX il lavoro di composizione dei dati viene assolto dal Web browser che solitamente carica uno scheletro HTML e molti script JavaScript che implementano la logica di un particolare sistema. I dati vengono poi richiesti al server con chiamate che usualmente restituiscono dati strutturati (il formato più popolare per la loro rappresentazione è dato dal formato JSON) piuttosto che HTML. Gli script in esecuzione nella pagina Web del client leggono i dati ricevuti e li usano per aggiornare la vista presentata all'utente.



Figura 4. Modello tradizionale di applicazione Web e modello a micro-servizi

Poiché un micro servizio si limita a generare dati che vengono poi utilizzati dal client per produrre una visualizzazione coerente del dato, è possibile realizzare più servizi Web che gestiscono in modo opportuno i propri dati, e delegare il Web browser per la loro composizione.

Ecco quindi che un'applicazione Web monolitica, tipicamente strutturata a moduli, può essere riscritta in più micro-servizi ciascuno che si dedica ad un compito ben preciso e si occupa di mantenere un certo insieme di dati.

I micro-servizi consentono di ridurre la dimensione dei progetti, rendendo il processo di sviluppo e di debugging più agile e rapido. Inoltre un micro-servizio può essere utilizzato da più applicazioni, migliorando la componibilità dei sistemi.

Il prezzo da pagare per beneficiare di questi vantaggi è quello di definire il formato del dato generato da un micro-servizio che non può evidentemente essere disegnato per una particolare applicazione. Se infatti la struttura del dato è troppo dipendente da una particolare applicazione sarà più difficile riuscire a riutilizzare un micro-servizio per realizzare un'altra applicazione.

In altri termini, il formato delle strutture dati generate da uno o più micro-servizi dovrebbe essere compositazionale in modo da garantire la massima libertà nella realizzazione di applicazioni come composizione di micro-servizi.

È bene sottolineare come la disponibilità dei dati mediati da micro-servizi consente anche di realizzare servizi *machine-to-machine*, ovverosia servizi che non si limitano a mostrare i dati all'utente ma li usano per altri fini. Questo è possibile anche con architetture più tradizionali, ma come abbiamo già detto il dato viene esposto per esportazione sulla base di specifiche necessità e non in modo sistematico come in questo nuovo contesto.

I micro-servizi rappresentano anche la chiave verso l'interoperabilità tra piattaforme differenti, a patto di definire in modo preciso e documentato la semantica associata all'invocazione di un servizio e la struttura del dato che esso restituisce.

Gli identity provider che vengono usati per stabilire le identità digitali degli utenti, come ad esempio il servizio Idem di GARR che consente agli Atenei di federare le identità dei propri utenti ed offrirli al servizio *eduroam*, oppure il sistema SPID introdotto dal Governo. In tutti questi casi dei micro-servizi si occupano di trasferire dei messaggi su HTTP in formato XML secondo la struttura standard nota come SAML. L'interazione con questi servizi consente ad un portale di autenticare un utente senza dover richiedere la password, ma reindirizzandolo al portale della propria organizzazione dove fornirà le proprie credenziali.

I micro-servizi consentono anche un'esecuzione più robusta essendo meno legati alla relazione con un particolare utente. Ecco quindi che i grossi giganti del Web fanno uso della tecnologia dei container per creare degli ambienti di esecuzione usa e getta in cui un micro-servizio viene allocato per gestire una richiesta e distrutto al termine del processo.

Quando un'applicazione Web è interamente realizzata con interrogazioni a micro-servizi la cui esecuzione non ha stato, o comunque ha uno stato che non è troppo accoppiato al funzionamento della particolare applicazione si può parlare di *serverless computing*, ovvero di un modello di sviluppo che abbandona il paradigma client-server per un'architettura più aperta e distribuita in cui i servizi possono essere riallocati in modo trasparente agli utenti.

5. Controllo dell'accesso ai dati personali attraverso i micro-servizi

Una delle sfide che il regolamento GDPR pone ai sistemi informatici è quella del controllo e del trattamento a grana fine dei dati personali. Uno degli obblighi è quello di redigere un registro del trattamento che indichi gli attori in un processo che coinvolge dati personali. È naturale attendersi che vi sia la necessità di monitorare gli accessi al dato.

In quest'ottica un'applicazione strutturata a micro-servizi consente implicitamente un tracciamento del dato con una grana decisamente più fine di quella possibile con un'applicazione monolitica. È quindi possibile immaginare scenari in cui sia possibile sapere quali dati sono stati acceduti attraverso i servizi utilizzando meccanismi standard per monitorare le richieste soddisfatte.

È inoltre possibile introdurre livelli di sicurezza differenti a seconda del micro-servizio e della natura del dato che tratta, consentendo di modulare in modo più mirato gli investimenti e gli overhead che l'impiego di contromisure di sicurezza informatica comporta

6. Modelli di sviluppo ed interoperabilità

Un altro trend nello sviluppo software volto a garantire una migliore interoperabilità e robustezza del software è quello di adottare modelli di sviluppo software tipici dell'Open Source. Perfino Microsoft ha adottato questo modo di operare, mettendo a disposizione delle varie comunità codici sorgenti dei propri prodotti e consentendo la sottomissione di contributi che possono poi essere integrati.

L'accesso al codice sorgente offre spesso l'unica via per comprendere il comportamento di un servizio che è mal-documentato o la cui documentazione non sia più aggiornata. D'altronde i meccanismi che GIT, il sistema di controllo delle revisioni dei sorgenti di Linux, mette a disposizione consentono l'implementazione di gruppi di lavoro che validino e coordinino il lavoro della comunità.

Le Università fanno ricorso a questo modo di sviluppare il software troppo di rado, facendo più spesso riferimento a modelli di riuso del software basati su contratti e norme dettate dalle agenzie governative.

7. Integrazione ed interoperabilità di piattaforme

Finora ci siamo concentrati sui meccanismi con cui si sono realizzate nel tempo le applicazioni in uso presso gli Atenei, e quelli che sono raccomandati per la costruzione dei nuovi sistemi. È indispensabile avere una qualche comprensione di questi meccanismi poiché molto dell'interoperabilità e dell'integrazione di piattaforme software è legato ad essi.

In un mondo di applicativi Web l'integrazione avviene secondo due linee principali: l'invocazione di micro-servizi REST; il reindirizzamento del Web browser ad un'altra pagina potenzialmente estranea all'organizzazione secondo protocolli di redirectione ben definiti.

Ma quali piattaforme è necessario integrare e far cooperare? Un Ateneo oggi ha facilmente servizi in esecuzione presso uno o più fornitori esterni, alcuni in-house come CINECA, altri forniti da operatori economici disponibili sul mercato oppure presenti su CONSIP. In questo nuovo mondo in cui non è realistico che le Università realizzino in-house tutti i software necessari è cruciale capire come si debbano integrare tra loro piattaforme e vendor differenti.

Il primo punto di integrazione è la condivisione degli utenti in modo che ad un utente possano essere assegnate le risorse e le capabilities opportune affinché possa svolgere al meglio il proprio lavoro. Si tratta di un'integrazione complessa poiché l'identità è una caratteristica permeante di un sistema, e come tale richiede spesso una revisione integrale di un software. Ciononostante, il processo procede, e molti Atenei già ora integrano i propri servizi con i cloud pubblici come Google e Microsoft usando le proprie identità.

Il Web ha poi una grande capacità di permettere di passare da un sistema ad un altro con un semplice collegamento, consentendo un'aggregazione dei vari strumenti messi a disposizione degli utenti attraverso una composizione di superficie senza richiedere ulteriori interazioni tra i vari sistemi.

Questa forma di integrazione però non è sempre soddisfacente: quando è necessario condividere i dati tra più piattaforme software, o ancor meglio consentire ad una piattaforma di invocare i servizi offerti dall'altra in modo da massimizzare integrazione e riuso, allora si incontrano spesso barriere che rendono i sistemi scarsamente interoperabili. Come discusso in precedenza, in queste situazioni l'unica possibilità è che siano disponibili procedure, meglio se micro-servizi, per poter consentire un'integrazione adeguata.

Ad esempio, come è possibile collegare la piattaforma dello streaming video delle lezioni di un Ateneo al sistema che è usato per la gestione dell'orario delle lezioni? E se si ritiene necessario che lo stesso dato sia anche disponibile sulla piattaforma LMS adottata?

Queste domande non sono limitate al settore Universitario: sistemi di orchestrazione di processi e integrazione con varie piattaforme sono sempre più popolari sul mercato. Esistono centinaia di connettori che consentono di invocare i servizi di una particolare piattaforma.

Spesso l'interoperabilità viene raggiunta con la selezione di un singolo strumento, per questo motivo il settore dell'information technology tende sempre a costituire monopoli, ma l'impossibilità di poter affiancare piattaforme software affini nelle funzioni ma dal funzionamento differente può avere impatti significativi sul funzionamento di ambienti eterogenei e complessi come gli Atenei. È quindi prioritario, compatibilmente con le risorse a disposizione, cercare di offrire più piattaforme capaci di interoperare tra loro piuttosto che selezionare uno strumento ed imporne l'utilizzo.

Una certezza è che la complessità di queste piattaforme è tale da non poter pensare che un'unica entità realizzi e mantenga tutto il software necessario per la Ricerca e per la Didattica. Vi sono ambiti dove è irrealistico pensare di poter competere con i giganti di Internet, capaci di operare a scale che sono semplicemente inaccessibili ad organizzazioni che non siano dedicate; vi sono poi ambiti in cui l'assimilazione degli Atenei pubblici alla stregua di una qualsiasi altra pubblica amministrazione forza l'approvvigionamento attraverso canali standard in cui la selezione delle piattaforme avviene senza tener conto dei particolari scenari pre-esistenti.

8. Il cloud pubblico

Sempre più Atenei stanno adottando servizi di cloud pubblico (tipicamente Amazon, Google, e Microsoft) capaci di erogare servizi ormai commodity come, ad esempio, la posta elettronica o il cloud storage. Questo porta ad avere sempre più informazioni che risiedono al di fuori del perimetro accademico oppure del Consorzio CINECA, ponendo nuove sfide su come realizzare piattaforme di cloud ibrido capaci di armonizzare le informazioni memorizzate nel cloud con il resto dei sistemi utilizzati.

Fino a quando ci si limita ad usare servizi come posta o cloud storage è facile individuare percorsi di interoperabilità e anche piani di dismissione per evitare lock-in. Ma al maturare di servizi dedicati alla Didattica, o alla collaborazione la natura del dato e di come sia possibile estrarlo si complica. I cloud pubblici usualmente mettono a disposizione delle API per poter leggere i dati anche nei servizi meno standard, resta però lo scoglio di dover programmare per poter accedere a quei dati.

9. Nuove sfide e nuove tecnologie

Mentre la necessità di integrare sempre più piattaforme costringerà gli Atenei a rivedere i propri software, anche col supporto di CINECA, al fine di renderli più facili da integrare con i nuovi sistemi adottati. Già ora si pongono problemi su come alimentare la knowledge base di un chatbot con i dati già presenti nei sistemi Universitari in modo da offrire assistenti digitali a cui i giovani sono sempre più abituati.

Vi sono poi nuovi paradigmi che stanno emergendo e divenendo popolari, e tra questi non si può non menzionare la *blockchain*. Una tecnologia divenuta popolare grazie ai *bitcoin* e che ora viene utilizzata per realizzare database distribuiti che consentano di preservare l'integrità dell'informazione. In ambito education, il MIT ha lanciato il progetto *Blockcerts* che permette a istituzioni, in particolare a Università, di costruire applicazioni che rilasciano e verificano certificazioni - espresse secondo la specifica Open Badges - sfruttando la tecnologia blockchain.

Blockcerts è soltanto uno dei progetti blockchain in ambito Education, altri attori ne stanno esplorando l'utilizzo con l'obiettivo di risolvere problemi come la verifica delle competenze di un individuo, il trasferimento sicuro e validato delle digital credential e dei crediti formativi di un individuo dallo Student Information System di un Ateneo a quello di un altro, o la riemissione di un certificato ad un individuo che ne ha perso la copia originale.

Si stanno poi aprendo nuovi fronti al crescere della capacità computazionale: sempre più spesso le Università hanno bisogno non solo di supporto amministrativo, ma anche e soprattutto di supporto ai processi della Didattica e della Ricerca, capaci di automatizzare l'allocazione delle risorse e supportare Docenti, ricercatori e studenti nei propri percorsi offrendo software che siano fruibili in modalità self service.

10. Cybersecurity

La forte pressione normativa non può non porre una particolare attenzione ai problemi della sicurezza dei sistemi informatici. Sebbene molti temi sono affrontati a livello di infrastrutture e non di piattaforme software è necessario che tutto il sistema cooperi al fine di innalzare i livelli di robustezza dei sistemi.

Troppo spesso il software è stato concepito per essere acceduto solo attraverso canali controllati, e successivamente all'apertura a Internet sono state individuate falle di sicurezza.

L'aggiornamento delle piattaforme imposto dalle norme minime di sicurezza di AgID poi richiede che i software siano scritti per poter essere aggiornati frequentemente, esponendo potenziali problemi dovuti all'evoluzione delle librerie da cui dipendono.

Infine, come sottolineato da GDPR, il trattamento dei dati e la loro custodia è un processo unico che va progettato e ingegnerizzato in modo coerente, senza continuare a disegnare prima le funzioni di un sistema e solo a posteriore cercare di proteggerlo.

11. Conclusioni

Lo stato delle piattaforme software delle Università è molto articolato, a causa della lunga storia che le ha generate, e della varietà dei sistemi impiegati. L'interoperabilità ha una grana grossa, basata su punti di esportazione e scambio dati, laddove l'adozione di un modello basato su micro-servizi potrebbe rendere più facile l'integrazione e uno sviluppo armonico di nuovi sistemi. I sistemi hanno sempre più necessità di integrarsi con altri sistemi, sia a causa di pressioni normative, sia per coordinare dati che sono presenti su un numero sempre maggiore di sistemi cloud e localmente agli Atenei.

È necessario coordinarsi e definire modelli di dato che aiutino un'integrazione più efficace tra vari sistemi, focalizzando gli sforzi sulle aree non presidiate da altre Agenzie della Pubblica Amministrazione al fine di poter far crescere i servizi nel rispetto dell'autonomia di ciascun Ateneo. La condivisione di esperienze di sviluppo, una volta definiti modelli di dati comuni, potrebbe portare alla creazione di comunità di sviluppo Open Source dove attori industriali, come CINECA potrebbero offrire servizi a valore aggiunto mantenendo la natura aperta dei sistemi sviluppati.