



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"L'APPLICAZIONE DELLA BLOCKCHAIN TECHNOLOGY
NELL'AMBITO FORMATIVO:
QUALI NOVITÀ STA APPORTANDO
AL PROCESSO EDUCATIVO
E ALLA CERTIFICAZIONE DELLE COMPETENZE"**

RELATRICE:

CH.MO PROF. GIANECCHINI MARTINA

LAUREANDO: FERRACIN ANDREA

MATRICOLA N. 1173122

ANNO ACCADEMICO 2019 – 2020

Il candidato, sottoponendo il presente lavoro, dichiara, sotto la propria personale responsabilità, che il lavoro è originale e che non è stato già sottoposto, in tutto o in parte, dal candidato o da altri soggetti, in altre Università italiane o straniere ai fini del conseguimento di un titolo accademico. Il candidato dichiara altresì che tutti i materiali utilizzati ai fini della predisposizione dell'elaborato sono stati opportunamente citati nel testo e riportati nella sezione finale 'Riferimenti bibliografici' e che le eventuali citazioni testuali sono individuabili attraverso l'esplicito richiamo al documento originale.

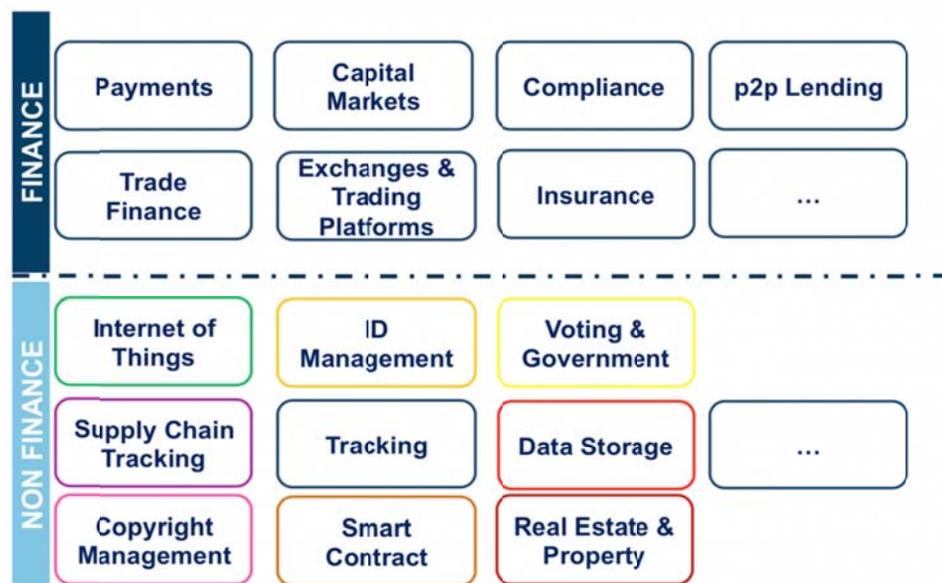
INDICE

Introduzione	4
1. La Blockchain technology	7
1.1 Cos'è e come funziona	7
1.2 Il problema del double spending e il meccanismo del consenso	10
1.3 Ethereum	12
1.4 Caratteristiche principali e vantaggi	14
1.5 Applicazioni della Blockchain Technology	16
2. La Blockchain nel campo della Formazione	19
2.1 La certificazione delle competenze digitalizzata e i suoi vantaggi	19
2.2 Smart Contract	22
2.3 Progetti per nuovi modelli educativi	25
2.4 Possibili problemi della Blockchain nel campo dell'istruzione	28
3. L'esperienza della Blockchain	30
3.1 Gli Open Badge di Bestr	30
3.2 Tra Università e istituzioni scolastiche	34
3.3 Altre possibili applicazioni nelle aziende	36
Conclusioni	40
Riferimenti Bibliografici	42

Introduzione

La Quarta Rivoluzione industriale che stiamo attraversando sta portando alla luce numerose invenzioni, grazie a una sempre maggior penetrazione tra il mondo fisico e quello digitale. Le nuove tecnologie stanno diventando sempre più protagoniste nelle nostre vite: si pensi ad esempio a Spotify, che è in grado di suggerire all'utente le playlist che possono piacergli sulla base dei brani da lui stesso precedentemente riprodotti; oppure agli assistenti vocali come Alexa o Google Home, che possono regolare l'illuminazione della propria abitazione "smart" con una semplice richiesta.

Tra le tante innovazioni che stanno facendosi largo in più ambiti di applicazione una delle più significative è sicuramente quella della Blockchain Technology, il "core" usato per la nascita e la diffusione delle criptovalute. Destinata originariamente alla semplificazione delle transazioni economiche, oggi questa tecnologia distruttiva sta trovando terreno fertile in altri ambiti, come riporta una ricerca dell'Osservatorio Blockchain del Politecnico di Milano (2017).



Lo scopo di questo elaborato è mostrare come la Blockchain Technology stia guadagnando un ruolo centrale anche nel Data Storage, con particolare riguardo alla Formazione e all'Educazione. Un sistema di raccoglimento dati sicuro, decentralizzato e trasparente come quello in analisi offre grandi vantaggi dal punto di vista dell'affidabilità delle informazioni, ma anche la potenzialità di incrementare la motivazione degli studenti a raggiungere risultati scolastici migliori.

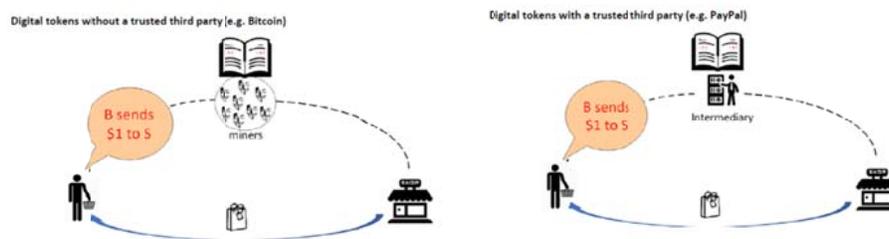
Il documento si suddivide in tre capitoli:

- Il primo capitolo propone un'illustrazione del concetto di Blockchain Technology, con riferimento alla sua nascita e al suo utilizzo nei vari ambiti di applicazione;
- Nel secondo viene analizzato l'utilizzo della suddetta tecnologia nell'ambito formativo ed educativo ed alcune evoluzioni del tradizionale metodo scolastico;
- L'ultimo capitolo esamina alcune esperienze di skills certification tramite Open Badge e Blockchain all'interno di istituzioni educative e aziendali, oltre ad esporre alcune possibili applicazioni del network all'interno degli Uffici del personale delle varie organizzazioni.

1. La Blockchain technology

1.1 Cos'è e come funziona

Sotto lo pseudonimo di Satoshi Nakamoto, nell'autunno del 2008 un tutt'ora sconosciuto soggetto introduce per la prima volta un sistema di pagamento elettronico attraverso un network peer-to-peer. La novità di questo metodo è l'estromissione di terzi e intermediari durante la transazione. Una vera e propria disruptive technology se si pensa che gli scambi in denaro fra due soggetti erano (e per ora sono ancora) per la maggior parte effettuati tramite la supervisione di un regolatore esterno che sposta i soldi da una parte all'altra.

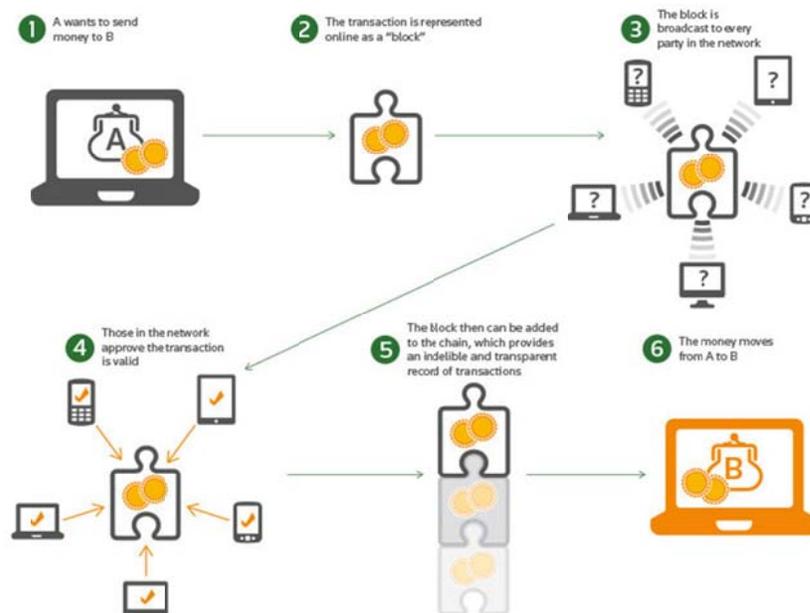


Fonte: (Chiu e Koepl, 2017, p.6)

Trovare una definizione universalmente riconosciuta per questa innovazione è difficile, tuttavia la Blockchain technology viene descritta da H. Halaburda (2016, pg 4) come “un libro mastro che può essere distribuito liberamente e che si basa su strumenti crittografici per consentire a tutti gli utenti della rete di verificarne la coerenza e impedire loro di effettuare cambiamenti in maniera unilaterale”. Sostanzialmente si tratta di una grande piattaforma distribuita, e dunque decentralizzata, che registra scambi e transazioni, descrizioni di asset e anche diritti di proprietà come se fosse un vero e proprio libro contabile. In questo database i partecipanti svolgono un ruolo attivo nel controllo della validità delle informazioni; tuttavia essi non possono modificarle di propria iniziativa senza prima ottenere il consenso degli altri users del network. Da notare che nella definizione esposta non si parla di hardware che supportano questa tecnologia: essa infatti si basa completamente sul network di utenti che la utilizzano e non è sotto il controllo di nessuna società, pubblica o privata che sia, che ne gestisce i processi. Non è escluso però che la tecnologia Blockchain possa affiancarsi ad altre piattaforme pur mantenendo la sua indipendenza: si pensi ad esempio ai mercati di scambio di moneta elettronica oppure ai portafogli digitali.

Appena sviluppata, la suddetta tecnologia non riscosse grande successo e non riuscì a catturare l'attenzione della società; tuttavia, con il passare degli anni e con il progresso costante del valore del Bitcoin, si è diventati sempre più consapevoli delle possibilità che la Blockchain potesse offrire, non solo in ambito finanziario, ma anche in contesti totalmente differenti.

Quando si parla di asset digitali che possono essere scambiati all'interno della Blockchain tra due parti, o comunque un insieme di informazioni che è in grado di attribuire ad un soggetto il diritto di proprietà proprio su quel gruppo di dati registrati nel network, si sta facendo riferimento ai token. In altre parole il token è una sorta di gettone virtuale il cui valore è determinato dalla piattaforma che l'ha emesso e può essere utilizzato solo nel contesto per cui è stato creato.



Il principale campo di applicazione di questa nuova tecnologia è quello delle criptovalute. La prima transazione che fu effettuata da Nakamoto nel gennaio 2009 tramite sistema Blockchain avvenne per mezzo del Bitcoin, una valuta digitale e scambiabile sul web. Come poi tutte le nuove monete virtuali che sono venute alla luce prendendone ispirazione, il Bitcoin è completamente svincolato da sistemi bancari, manageriali o pubblici: esso costituisce una forma di pagamento internazionale decentralizzato e completamente digitale. Ciò significa che gli users della rete possono scambiare liberamente moneta virtuale attraverso software open source e affidano la registrazione delle loro transazioni a un sistema, di fatto, pubblico. Escludendo dunque gli intermediari, si abbassano i costi della transazione stessa e si azzerano le possibilità di errori umani, ottenendo così scambi più sicuri ed efficienti. Al fine di poter utilizzare

la criptovaluta, è necessario dotarsi di un portafoglio digitale dove, appunto, custodire la moneta elettronica. I pagamenti avvengono spostando criptovaluta da un portafoglio ad un altro, tramite la Blockchain, e sono validati tramite il meccanismo del consenso, di cui si dirà tra poco.

La Blockchain technology è anche conosciuta come “distributed ledger technology” (Tschorsch e Scheuermann, 2016), in quanto memorizza e registra i codici identificativi dei portafogli digitali delle parti, le quantità scambiate, il luogo e il momento dello scambio. Tali dati vengono poi raggruppati con altre informazioni in “blocchi” che a loro volta sono aggregati in successione, così da formare una vera e propria “catena di blocchi” estendibile all’infinito. Il libro mastro non è, come già detto, detenuto da una banca o da una istituzione centralizzata che lo può aggiornare, ma una copia del registro può essere custodita da qualsiasi soggetto partecipante al network, che potrà verificarne la correttezza e aggiornarlo. Il sistema garantisce la protezione dei dati personali facendo visualizzare ai vari detentori del registro dei codici alfanumerici al posto dei vari nominativi.

1.2 Il problema del double spending e il meccanismo del consenso

Nel mondo digitale è possibile duplicare dati, documenti, informazioni all'infinito: quando ad esempio si condivide via mail un file Word, esso sarà presente sia sul device del mittente sia su quello del destinatario. Intuitivamente si potrebbero creare migliaia di copie in pochi secondi dello stesso documento e renderle disponibili su più dispositivi. Ciò potrebbe verificarsi anche nell'ambito di compravendite con pagamento in criptovalute: un compratore fraudolento potrebbe spendere simultaneamente lo stesso ammontare di moneta due o più volte in altrettante transazioni differenti. Se così fosse però verrebbero meno le basi delle relazioni commerciali, in quanto una delle parti, in questo caso il compratore, guadagna a spese del venditore che non può concretamente verificare se la controparte agisce in maniera dolosa o negligente. La situazione di azzardo morale scoraggerebbe gli utenti causando l'abbandono del sistema delle criptovalute.

Tuttavia, la Blockchain Bitcoin è riuscita a superare questo problema: la soluzione consiste nell'identità della moneta. L'utente Lucio acquista una pizza da Olga con la moneta A (dotata di un certo codice identificativo, ID): la transazione registra il passaggio di tale moneta dal portafoglio di Lucio a quello di Olga, e il trasferimento del bene da Olga a Lucio. Ogni singolo partecipante della rete sarà informato della transazione e la moneta A aggiungerà nel suo "curriculum" che è stata utilizzata per pagare la pizza (bene chiaramente identificato) che Lucio ha acquistato da Olga, entrambi soggetti chiaramente identificati (Bellini, 2020). Così facendo, l'acquirente non dispone più della moneta A scambiata, né tanto meno una copia in quanto essa è dotata di identità propria. I dati di questa transazione vengono quindi immagazzinati in un blocco insieme ad altre informazioni considerate simultanee dal sistema una volta aggiunte. Quando si crea un nuovo gruppo di dati esso deve essere approvato dai vari utenti del network attraverso un meccanismo a maggioranza prima di diventare l'ultimo anello della catena. Due transazioni discordanti non possono far parte dello stesso blocco e due transazioni presenti in blocchi consecutivi non possono essere contrastanti, o meglio, quella dell'ultimo anello della catena deve essere in linea con l'anello precedente.

Per poter validare i blocchi, la Blockchain sfrutta un meccanismo di consenso, che può variare in base al sistema utilizzato. Quello usato da Bitcoin è chiamato Proof-of-Work (Nakamoto, 2008). Esso consiste nella soluzione di un puzzle crittografico proposto dal

sistema Blockchain ai miners, ovvero dei nodi che operano nel network peer-to-peer il cui compito è quello di verificare e approvare tutte le transazioni all'interno di un blocco (Chen, G., Xu, B., Lu, M. et al. 2018). I “minatori” gareggiano l'uno contro l'altro per risolvere l'enigma e il vincitore della competizione avrà il diritto di aggiornare la catena con il nuovo blocco con l'approvazione degli altri miners, oltre a una ricompensa in nuova criptovaluta per la loro attività (Halaburda, 2016). La remunerazione che riceve il miner serve anche a coprire gli sforzi economici da lui sostenuti: il suo lavoro infatti richiede un'apparecchiatura sofisticata e un notevole dispendio di energia elettrica, motivo che lo porta a localizzare la sua postazione in Paesi dove l'elettricità è a buon mercato. Una Blockchain basata su un meccanismo di consenso come PoW ha inevitabilmente a che fare con la cronologia delle transazioni: la catena deve essere necessariamente coerente, cioè l'ultimo anello deve essere in qualche modo collegato con tutte le transazioni dei blocchi precedenti. Di conseguenza, nel caso in cui qualcuno tentasse di modificare dei dati all'interno della catena, egli dovrà presentare una nuova Blockchain alternativa ed esibire agli altri utenti la PoW di ogni singolo blocco modificato. La tecnologia in analisi è sostanzialmente sicura e affidabile, perché tentare di manipolare transazioni già registrate nel sistema comporterebbe ingenti costi, scoraggiando di fatto eventuali hacker o aggressori. Quindi, «*the “older” transactions are, the more users can trust them.*» (Chiu e Koepl, 2017, p. 8).

1.3 Ethereum

Ethereum è una Blockchain differente da quella utilizzata per criptovalute come Bitcoin. Si tratta di una piattaforma programmabile, cioè i suoi utilizzatori possono sfruttarla per creare nuove tipologie di applicazioni. Ethereum viene fondata nel luglio del 2015 dal russo-canadese Vitalik Buterin, insieme all'imprenditore Joseph Lubin e all'informatico Jeffrey Wilke. Come altre Blockchain essa è dotata di una moneta digitale, Ether (ETH), che sostanzialmente ha le stesse funzionalità del Bitcoin: la sua emissione non è vincolata alle decisioni di nessun governo, può essere inviata a chiunque in qualsiasi luogo in qualsiasi momento, e può essere usata per transazioni in tutto il mondo. Tuttavia Ethereum ha come obiettivo quello di permettere la creazione di applicazioni decentralizzate e il funzionamento degli Smart Contract. Il meccanismo di consenso adottato da questa piattaforma e da altre Blockchain pubbliche è il Proof-of-Stake: si tratta di un algoritmo che funziona in base alla ricchezza detenuta in un deposito dai controllori del network. A turno, un gruppo di "validators" viene estratto in maniera aleatoria dal sistema per votare sull'integrazione del blocco successivo alla catena: il peso del loro giudizio dipende dal loro portafoglio, ovvero dalla quantità di token che ciascuno possiede; un po' come normalmente il diritto di voto nelle assemblee di Società per azioni. Sostanzialmente, maggiore è la partecipazione in termini di denaro virtuale di un utente, maggiori sono le probabilità che non stia violando la procedura, poiché ha esposto le sue monete digitali come assicurazione del suo operato. Chiunque detiene la criptovaluta base della piattaforma (in questo caso, ETH) può diventare un validatore, mandando il proprio denaro virtuale in una sorta di deposito, lo "stake" appunto, in cui vengono chiusi a chiave, come garanzia di affidabilità. Come ricompensa per rischiare i propri ETH e per verificare e convalidare i nuovi blocchi, Ethereum offre nuova moneta digitale oltre che alle commissioni presenti nelle singole transazioni che compongono i blocchi.

I vantaggi che offre il PoS sono indubbiamente una maggior sicurezza e attendibilità dei dati e delle transazioni, una sensibile riduzione del rischio di centralizzazione e una miglior efficienza energetica. Rispetto al Proof-of-Work, il minor consumo di risorse elettriche ed elettroniche rende secondaria l'emissione di nuovi token come strumento di motivazione per i validators.

Oltre ai token fungibili come ETH, Ethereum permette di creare delle monete digitali non fungibili, ovvero non intercambiabili, che rappresentano asset unici. Si tratta di una novità introdotta successivamente alla nascita della Blockchain, tant'è che nel paper

iniziale della piattaforma non se ne accenna minimamente. Questa peculiarità consente di poter creare e digitalizzare beni unici nel loro genere, come beni da collezione, proprietà private, ed eventualmente anche monete con valore reputazionale, magari da poter regolare tramite smart contract.

1.4 Caratteristiche principali e vantaggi

Dal punto di vista tecnico, sono quattro le caratteristiche centrali della tecnologia Blockchain: decentralizzazione, tracciabilità, immutabilità e proprietà della criptovaluta (Chen, G., Xu, B., Lu, M. et al., 2018).

- Il primo aspetto della decentralizzazione fa riferimento all'organizzazione del processo di controllo e validazione dei dati: questi vengono scambiati e raccolti in grandi blocchi e, come spiegato in precedenza, vengono analizzati dai vari nodi della rete dispersi in tutto il mondo. Una struttura così costruita non si basa sulla fiducia in una istituzione finanziaria o in una Banca Centrale, bensì su una fiducia costruita su modelli matematici e crittografia. La decentralizzazione ha a che fare anche con i processi di conservazione, manutenzione e trasmissione delle transazioni nella Blockchain.
- La tracciabilità della tecnologia consiste nel fatto che tutti i blocchi, e dunque tutte le transazioni registrate, sono disposte in ordine cronologico.
- La Blockchain technology è immutabile perché, per poter modificare una transazione all'interno di un blocco occorre presentare una catena alternativa a quella che si sta correggendo che deve essere coerente con i dati dei blocchi precedenti, oltre a dover trasmettere ai nodi del network le PoW di ogni singolo blocco che è stato ritoccato. Per di più va ricordato che la Blockchain è come un libro mastro pubblico le cui copie sono visibili a migliaia di nodi della rete, sincronizzate in tempo reale (Chen, G., Xu, B., Lu, M. et al. 2018). Per riuscire a manomettere con successo una transazione o un blocco sarebbe necessario cambiare il 51% dei libri mastri custoditi nel network (Tschorsch e Scheuermann, 2016).
- Ogni rete Blockchain possiede necessariamente una propria criptovaluta. La circolazione di moneta virtuale all'interno della Blockchain è prestabilita (Chen, G., Xu, B., Lu, M. et al. 2018), come ad esempio per i Bitcoin il limite di coniazione è di 21 milioni, per Litecoin (criptovaluta P2P anch'essa decentralizzata inventata nel 2011 da Charles Lee) 84 milioni, mentre Ripple (valuta digitale sviluppata a San Francisco nel 2013 da Jed McCaleb e Chris Larsen) non ha un tetto massimo di base monetaria.

Con riferimento alle caratteristiche appena descritte, si possono ricavare alcuni vantaggi derivanti dall'utilizzo della tecnologia Blockchain. Innanzitutto una rete Blockchain è

molto affidabile per via della sua struttura decentralizzata e distribuita. Come detto in precedenza, se uno solo delle migliaia di nodi dovesse commettere qualche errore nel processo di registrazione e approvazione dei dati, questo non danneggerebbe la rete. Non essendoci un governo o una banca centrale che gestisce il network, la fiducia stessa si basa sui nodi della rete e sulla crittografia a prova di violazione a protezione di tutte le transazioni e dei dati. La necessità della società di potersi fidare di nuovi “trust bearers” dopo i fallimenti delle organizzazioni centrali e delle banche nella risoluzione della crisi finanziaria del 2008 incontra l’innovazione della Blockchain e la decentralizzazione dei registri contabili che utilizza (Dahan e Casey, 2016). E proprio le funzioni matematiche e le chiavi crittografiche danno sicurezza alla rete e garantiscono autenticità alle varie transazioni. Si ricordi che i nuovi blocchi, per essere integrati nella catena, devono prima essere approvati dai nodi tramite PoW ed essere temporalmente coerenti con i blocchi a cui andranno ad aggiungersi.

Le procedure per l’upload di nuovi dati nel sistema sono prevalentemente standardizzate e svolte tramite computer connessi alla rete. L’eliminazione di figure intermedie e terze parti riduce sensibilmente i costi del lavoro e delle transazioni, rendendo la struttura molto efficiente.

1.5 Applicazioni della Blockchain Technology

Oltre al già citato ambito delle Criptovalute, negli ultimi anni si sta cercando di ampliare il campo di utilizzo della Blockchain. Secondo Deloitte è stato investito più di 1 miliardo di dollari di venture capital in oltre 120 startup collegate alla Blockchain fino al 2015; Outlier Ventures rivela in uno studio del 2018 che nei primi 9 mesi dell'anno l'ammontare di investimenti è arrivato a 2,85 miliardi di dollari.

Sicuramente il settore maggiormente coinvolto nell'utilizzo di questa innovazione è quello della finanza. NASDAQ Inc. ad esempio ha recentemente annunciato una partnership con l'azienda Blockchain R3 nell'ottica di poter fornire ai propri clienti nuove soluzioni di emissione, negoziazione e regolamentazione degli strumenti finanziari. Ancora, nel novembre 2016 la borsa Sudcoreana, in collaborazione con la startup Blocko, ha istituito un mercato dove si scambiano azioni di NewCo sfruttando la tecnologia Blockchain.

Nell'ambito dell'IoT, IBM e Samsung hanno rilasciato una “prova di fattibilità” (PoC) per mostrare come la tecnologia Blockchain possa supportare l'Internet delle cose agevolando l'elaborazione delle transazioni tra i dispositivi interagenti (Deloitte: David Schatsky, Craig Muraskin, 2015).

Anche l'assistenza sanitaria sta pian piano scoprendo le possibilità offerte dalla Blockchain. Un fornitore di servizi di ordinazione e fatturazione di procedure mediche ha stretto un'alleanza con la società Blockchain-based Factom, nell'ordine di usare la tecnologia per catalogare cartelle cliniche, fatture mediche e comunicazioni medico-cliente per reclami e controversie legali. Philips Healthcare nel 2016 ha asserito di star cercando nuove potenziali applicazioni per la Blockchain.

Nel mondo del consumo e dei prodotti industriali la Blockchain ovviamente può essere utilizzata come alternativa ai metodi di pagamento tradizionali. Per quanto riguarda l'Agrifood, l'app TrustDelivery garantisce consegna sicura e tracciabile tramite Blockchain, in modo tale che chiunque possa verificare ogni operazione del processo produttivo, garantendo la qualità del Made in Italy (Costa, 2020). Anche Barilla, in collaborazione con Ibm, ha sviluppato un progetto pilota che sfrutta la Blockchain per garantire la qualità e la provenienza dei suoi prodotti. La sua prima applicazione si è focalizzata sul basilico fresco italiano.

La Blockchain potrebbe essere impiegata anche nella pubblica amministrazione. Il governo dell'Honduras in partnership con Factom ha sviluppato un sistema volto alla catalogazione delle proprietà terriere nello Stato, con lo scopo di ridurre le frodi e la corruzione associata a un registro centralizzato sotto il diretto controllo del governo. Altra possibile applicazione è la creazione di identità digitali per i cittadini così da rendere ad esempio più difficile l'evasione fiscale o combattere più efficacemente la criminalità.

Il 30 giugno 2020 l'azienda Blockchain Italia s.r.l. diventa la prima nel nostro paese ad approvare il bilancio societario in modalità remota. Nel delicato periodo storico che la popolazione mondiale sta attraversando, lo smart working è diventato in qualche modo essenziale per la sopravvivenza di molte imprese, sebbene le sue potenzialità non siano state sfruttate appieno anche per i momenti salienti della vita aziendale, come appunto le assemblee per l'approvazione del bilancio. Con il DL 17 marzo 2020 n.18, art.73 è stata derogata dal legislatore la modalità tradizionale di convocazione delle assemblee dei vari organi collegiali (comuni, regioni, enti pubblici nazionali e associazioni private), consentendo la remotizzazione del processo nel rispetto delle condizioni di trasparenza, tracciabilità, riconoscimento dei partecipanti e pubblicità delle sedute.

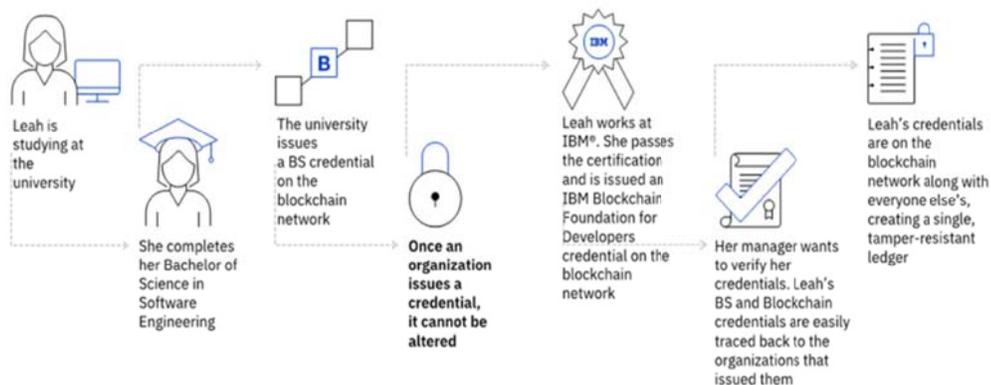
Come spiegato nella rubrica Diritto24 de Il Sole 24 Ore, *«l'assemblea [riunita in videoconferenza] ha approvato il bilancio societario, il presidente dell'assemblea ha creato digitalmente la copia del documento ed ha generato la sua impronta digitale univoca (hash) attraverso la piattaforma Dedit (<https://dedit.io/>), ha contestualmente eseguito la transazione sulla Blockchain di Algorand per dare data certa e prova di immutabilità al documento, in modo tale da facilitare a posteriori la verifica di autenticità da parte di terzi»*. Questo in Italia è il primo esempio di utilizzo della tecnologia Blockchain all'interno delle dinamiche societarie più cruciali, e, come auspica Pietro Azzara, CEO di Blockchain Italia, altre imprese muoveranno in questa direzione, poiché si tratta di soluzioni implementabili in qualsiasi tipo di azienda e di business.

L'ambito tuttavia che intendo approfondire nei capitoli successivi è quello della formazione. Negli ultimi anni la Blockchain ha iniziato a diffondersi in varie Università, e anche in Italia si è intrapreso tale percorso. L'Università degli Studi di Padova e l'Università di Milano Bicocca sono i due Atenei italiani apripista nel rilascio di certificati di laurea digitali ai neo-dottori.

2. La Blockchain nel campo della Formazione

2.1 La certificazione delle competenze digitalizzata e i suoi vantaggi

Dal 2015 ad oggi sono stati molti i progetti di applicazione della tecnologia Blockchain proposti da vari intellettuali e studiosi nell'ambito dell'educazione accademico-scolastica e della certificazione delle competenze. Il carattere di immutabilità dei dati presenti nel registro è il punto cruciale dei vari programmi: poter "immagazzinare" certificazioni di risultati, competenze e diplomi di laurea in un database sicuro, distribuito sulla rete di partecipanti e a prova di attacchi informatici è vantaggioso sia per chi ha conseguito i titoli, che per poter esibirli non dovrà sempre far ricorso al formato cartaceo, sia per i recruiter, che ridurrebbero i costi di ricerca per la validità delle informazioni fornite loro dai candidati per un posto in azienda. Questo sistema salvaguarda l'autenticità delle certificazioni conseguite dall'individuo e impedisce fallimenti umani come la perdita dei titoli cartacei da parte dei possessori o la loro alterazione da parte delle istituzioni rilascianti. Come sottolineano Sharples e Domingue (2016), la tecnologia Blockchain espone coloro che sono in possesso di certificazioni digitali ad un controllo pubblico, un "*public scrutiny*".



(Fonte: IBM Corporation, 2019.)

La Blockchain technology è in grado di risolvere anche problemi di interoperabilità per quanto riguarda attestati e diplomi conseguiti presso differenti istituzioni scolastiche (Turkanovic et al. 2017). Uno studente straniero che frequenta corsi in un altro paese si troverà di fronte alle complicazioni legate al recupero e alla conversione dei suoi precedenti documenti accademici. La piattaforma Blockchain Edu CTX è stata creata proprio con lo scopo di agevolare e semplificare tale procedura: questo network raccoglie credenziali accademiche di studenti di tutto il mondo basate sull'European

Credit Transfer and Accumulation System. Anche la Sony è intervenuta in problematiche di questo tipo (2017), sviluppando un sistema Blockchain per conservare i risultati conseguiti e le attività svolte, che è capace di integrare più istituzioni formative. Questo rende sicuro il passaggio di credenziali da una scuola all'altra e la trascrizione dei dati formativi e certificazioni in paesi diversi. La rete inoltre analizza i dati tramite un'intelligenza artificiale con lo scopo di fornire suggerimenti per migliorare il curriculum e la gestione delle istituzioni scolastiche.

Non solo diplomi di laurea: tra i dati che possono essere raccolti nel network possono esserci anche esperienze di ricerca, competenze trasversali ed interessi privati, non riassumibili e deducibili dall'attestato rilasciato dall'Ateneo. L'Università di Nicosia ha iniziato nel 2015 a rilasciare certificati accademici che possono essere verificati attraverso la Blockchain Bitcoin, diventando così pioniera nell'utilizzo di questa rete per finalità educative (Devine, 2015; Sharples e Domingue, 2016). Oggi, oltre ai diplomi, l'istituzione rilascia anche certificazioni di frequenza e superamento di MOOC proposti dalla stessa Università. Tali corsi non riguardano necessariamente materie e discipline scolastiche, ma possono concernere anche competenze non facilmente attestabili (si pensi al problem solving, gestione del cambiamento, multitasking,...). Come spiegato sul sito dell'Ateneo cipriota, il PDF generato dal sistema comprendente le informazioni e i risultati dello studente viene contrassegnato con una chiave crittografica privata, a cui ha accesso solo l'Istituzione. Quindi, il sistema genera un algoritmo anti frode per verificare che nessuno abbia manomesso il documento, ed infine il certificato viene aggiunto definitivamente alla Blockchain.

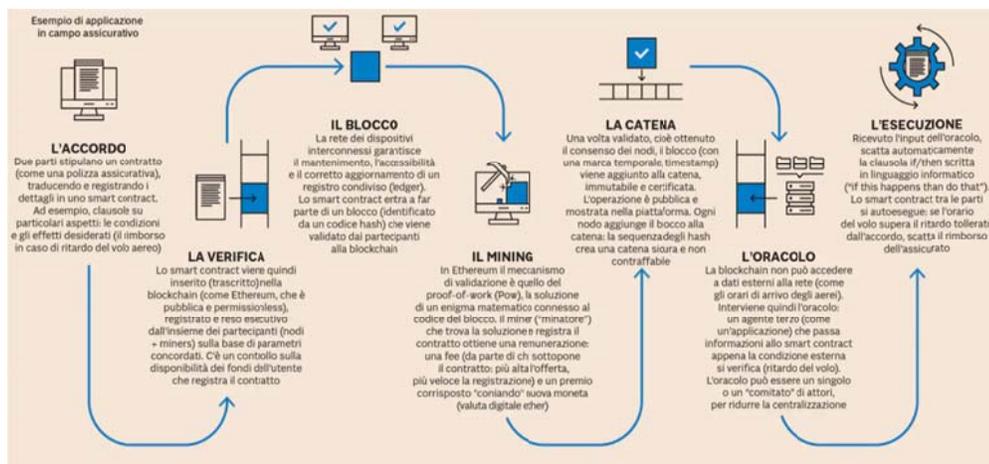
Altro vantaggio dell'utilizzo di questa tecnologia è appunto la riduzione di frodi nei certificati di laurea. Emblematico è il caso su cui si basa la Serie TV "Suits" (creata da A. Korsh), dove il protagonista Mike Ross (interpretato da Patrick J. Adams) riesce a farsi assumere come socio junior da uno dei più prestigiosi studi legali di Manhattan, pur non essendo in possesso né del diploma di laurea ad Harvard, necessario per poter lavorare alla Pearson Hardman, né dell'abilitazione ad esercitare. Se, nel caso dello sceneggiato, la prestigiosa Università americana si fosse dotata della tecnologia Blockchain con cui catalogare tutti i certificati di laurea dei suoi studenti e poterli esibire prontamente a quanti ne facciano richiesta, difficilmente Mike Ross avrebbe continuato ad esercitare abusivamente, rischiando paradossalmente ripercussioni dal punto di vista legale. Per tornare nel mondo reale, la Hedd (Higher Education Degree Data-check) nel Regno Unito si occupa proprio di agevolare il processo di verifica delle

credenziali di laurea dei candidati per conto di imprenditori e agenzie di screening. Tra gli altri risultati, il servizio britannico ha analizzato più di 100 falsi fornitori di certificazioni di cui la metà è stata chiusa (Rea, 2019). Nel documento “Advice and guidance on degree fraud” pubblicato nel giugno 2016 da Hedd è elencata una serie di Atenei e Scuole superiori fittizi che sono spesso indicati da candidati fraudolenti in fase di selezione.

La tecnologia Blockchain potrebbe ridurre drasticamente frodi di questo genere: qualora le istituzioni educative adottassero questo sistema innovativo, sarebbe molto più agevole per i datori di lavoro andare a verificare le credenziali dell'esaminando: basterebbe collegarsi al link inserito nel CV digitale del candidato per entrare direttamente nel sistema universitario e controllare l'autenticità delle sue credenziali. Così facendo si abbasserebbero i costi di ricerca e diminuirebbe anche l'asimmetria informativa su cui si basano le frodi.

2.2 Smart Contract

In un'intervista a Il Sole 24 Ore Andrea Reghelin, associate partner di P4I, società di advisory appartenente al gruppo Digital360, parla di smart contract non come «*contratti in senso strettamente giuridico ma di funzioni "if/then" incorporate in software o protocolli informatici. Del tipo: se c'è una scadenza, allora parte il pagamento*» (Aquaro, 2019). Lo smart contract, che ha origini precedenti alla Blockchain (ipotizzato da Nick Szabo negli anni '90), ma che in essa ha trovato il network ideale per la sua applicazione, semplifica la negoziazione tra le parti, i termini dell'accordo e, cosa più importante, è possibile controllare lo stato di adempimento del contratto. L'utilizzo della Blockchain per smart contract, infatti, permette di identificare univocamente le parti contraenti in maniera digitale e di tracciare diritti e doveri tramite codici (Chen, G., Xu, B., Lu, M. et al. 2018). Per fare un esempio, nel campo delle assicurazioni l'utilizzo di questo tipo di contratti ha già preso piede con polizze di tipo parametrico, cioè basate sul verificarsi o meno di certe condizioni.



(Fonte: Il Sole 24 Ore, 2019)

Francesco Bruschi, direttore dell'Osservatorio Blockchain del Politecnico di Milano, propone l'esempio di Etherisc, «*un'assicurazione sui viaggi aerei decentralizzata, che opera sulla piattaforma Ethereum*»: le funzioni smart contract presenti nel software controllano delle interfacce per la programmazione di applicazioni (chiamate Api), con lo scopo di ottenere informazioni su orari di partenza e arrivo. Nel caso si dovesse verificare un ritardo del volo assicurato dalla polizza, allora il sistema accrediterebbe immediatamente il rimborso al contraente, poiché una delle parti (in questo caso la compagnia aerea) è venuta meno al suo accordo (Aquaro, 2019).

Questo tipo di contratto è sostanzialmente più potente e meno costoso di quelli tradizionali; per quanto riguarda il settore educativo, la loro implementazione potrebbe comportare sviluppi che mitigherebbero alcune problematiche formative, sia dal punto di vista degli studenti sia da quello dei docenti.

Come riportato da Sharples e Domingue (2016), la Blockchain può essere utilizzata per diffondere l'idea "learning is earning", generando così maggior motivazione negli studenti. La scuola tradizionale ha pochi strumenti con cui andare incontro a ragazzi con ridotta disponibilità economica: oltre alle borse di studio, che talvolta non coprono né quantitativamente né qualitativamente gli aventi diritto, e alla promessa della laurea che sarà valorizzata con accesso a lavori in media più remunerativi di altri, i giovani universitari non dispongono di grandi risorse per far fronte alle spese accademiche. Questo può generare malcontento e demotivazione negli studenti, che si riflette poi in un minor rendimento. Implementare contratti smart tra alunni e professori potrebbe fornire una soluzione a tale problema: premiare gli allievi in tempo reale in criptovaluta in base a quanto previsto dall'accordo. Tale moneta, raccolta nei vari portafogli degli studenti, può essere usata come agevolazione nel pagamento della retta universitaria oppure anche scambiata in valuta reale, a discrezione dell'istituzione scolastica.

Da sempre l'insegnamento è difficile da valutare: solitamente ci si basa sui feedback degli studenti, che però rischiano di essere poco utili in sede di valutazione e miglioramento del docente. Anche gli insegnanti potrebbero trarre beneficio dall'introduzione di smart contracts tramite Blockchain. Nel nuovo sistema di valutazione, i professori devono caricare le attività educative programmate per l'anno tramite un contratto smart con la scuola. Quindi, durante il periodo didattico, i vari argomenti trattati a lezione vengono registrati nella rete Blockchain. Infine il sistema esaminerà la coerenza tra quanto dichiarato e quanto effettivamente svolto durante le lezioni. Così come avviene per quanto detto nel paragrafo precedente, i professori che rispettano i canoni esplicitati nell'accordo digitale possono essere ricompensati in moneta virtuale come incentivo per il miglior sviluppo delle abilità didattiche degli insegnanti (Chen, G., Xu, B., Lu, M. et al. 2018).

Il ruolo dei tutor e dei relatori all'interno di un'Università non è sempre facilmente valutabile. Quanto tempo e quante energie ha speso il supervisore per aiutare l'allievo? Ha fornito fonti sufficienti al laureando affinché possa redigere la sua tesi? Il tutor è stato disponibile per chiarimenti e spiegazioni agli studenti?

Solitamente queste tematiche sono difficili da risolvere e, in caso di problemi, può risultare controverso attribuire la responsabilità a qualcuno, proprio per una questione di asimmetria informativa. I caratteri di rintracciabilità e immutabilità della Blockchain possono dare una risposta a domande come quelle precedenti: studenti e tutor o relatori vengono registrati nel libro mastro del network insieme ai loro comportamenti e alle loro prestazioni, rendendo più semplice l'attribuzione di meriti o responsabilità ad ambo le parti.

2.3 Progetti per nuovi modelli educativi

Don Tapscott e Alex Kaplan (2019) asseriscono che attraverso la Blockchain technology si possa realizzare il “self-sovereignty”, concetto che si basa sull’autorità individuale della persona e il pieno controllo della sua personalità. Al giorno d’oggi le identità digitali delle persone sono in mano a terzi: basti pensare a quanti siti e newsletter siamo iscritti e agli username e password che utilizziamo. Sovrin Alliance insieme a Cisco, IBM, T-Mobile e altre compagnie, ha realizzato un network che sostanzialmente affida il controllo delle ID alle persone:

«The Sovrin Network is a new standard for digital identity - designed to bring the trust, personal control, and ease of use of analog IDs - like driver’s licenses and ID cards – to the Internet. [The Sovrin Alliance wants] to give people, organizations, and things the freedom to collect and carry their own lifelong verifiable digital credentials» (sovrin.org). Il caso della Blockchain Sovrin Network è un esempio di come gli individui detenenti identità digitali possano rendere effettivo il concetto di self-sovereignty, usando, accedendo e condividendo le proprie credenziali in qualsiasi momento e luogo.

Con l’evoluzione digitale dell’educazione e la sempre più ampia adozione di identità virtuali tramite Blockchain, emerge la possibilità di creare accoppiamenti migliori tra studenti e insegnanti, così come tra job seekers e datori di lavoro attraverso un vero e proprio marketplace affidabile delle competenze (Tapscott e Kaplan, 2019).

Per alcune compagnie come AirBnB o Tripadvisor ciò che crea valore è fondamentalmente la reputazione. Le recensioni, le valutazioni e i pareri sono i mezzi, quasi come una valuta, che gli utenti utilizzano per dare un feedback ad un appartamento o ad un ristorante sulle sue prestazioni. E sono proprio le “stelle” che misurano l’affidabilità e la qualità di una struttura. Nel campo accademico, la reputazione di un’Università è centrale per essere nota e appetibile per studenti e professori. Tradizionalmente la reputazione di un Ateneo si misura in ricerche svolte o col numero di articoli pubblicati in riviste specializzate e le loro citazioni. Se si potesse ampliare il mercato della reputazione scolastico-accademica, si potrebbe parlare di un’economia basata sulla reputazione. Una delle possibili applicazioni della Blockchain technology potrebbe essere proprio questa: sviluppare una criptovaluta, il Kudos, ispirata al Bitcoin, che istituzioni scolastiche e docenti possono scambiare per attribuire valore ai lavori, ai progetti o addirittura a figure che si vogliono promuovere (Sharples e Domingue, 2016). Ogni individuo conserva la sua “valuta reputazionale” nel suo

portafoglio virtuale in una Blockchain universale. Ricordando che la Blockchain è una rete che gode di immutabilità, affidabilità e di un accesso libero, chiunque vi sia registrato ha la possibilità di pubblicarvi lavori accademici, idee di progetto ma anche opere e attività creative (previa approvazione da parte dei nodi, in questo caso le Istituzioni scolastiche), e permette alla rete di catalogarli e “congelarli”, aggiungendoli alla catena di dati personali. Una matricola che si laurea in un certo corso di studi riceverebbe Kudos dall’ente scolastico e la conseguente registrazione del suo certificato di laurea nel sistema Blockchain. A sua volta il neo-diplomato, così come altri individui, possono valutare progetti o articoli pubblicati sulla Blockchain, aumentando e migliorando quindi la reputazione di tali lavori fino al massimo ammontare disponibile nel loro portafoglio digitale. Il ruolo dei miners in questo caso è svolto dalle Istituzioni: attraverso l’approvazione e l’aggiunta nuovi blocchi alla catena, esse vengono ricompensate con nuovi Kudos che poi possono rimettere in circolo. Tuttavia, come spiegano sempre Sharples e Domingue (2016), si può sfruttare la Blockchain per creare un mercato virtuale anche per le attività di tutoring online: gli studenti pagano i tutor in moneta virtuale, come ad esempio il Bitcoin, e una volta superato l’esame o al termine del corso, il mentor retribuisce in Kudos lo studente, che incrementa la sua credibilità e notorietà.

La maggior parte delle scuole e delle Università di tutto il mondo utilizza ancora il metodo delle lezioni frontali, dove i professori sono coloro che spiegano e tengono i corsi mentre gli studenti ascoltano e raccolgono le informazioni loro trasmesse per poter essere in grado poi di superare i test e gli esami. Nel mondo digitale di oggi, tuttavia, si può imparare e apprendere in autonomia tramite un computer ed un accesso ad Internet. Il tempo delle lezioni in aula potrebbe essere sfruttato alternativamente, ad esempio con laboratori di gruppo, dibattiti e progetti. La nuova pedagogia proposta da Tapscott e Kaplan (2019) è incentrata sul learning by doing. Gli studenti possono così focalizzarsi e capitalizzare (Capetillo, 2018) ciò che hanno appreso negli argomenti che li hanno più appassionati. La Blockchain sta dando accesso a nuovi modelli di collaborazione all’interno delle classi, come ad esempio il Consensus System, uno dei primi sviluppati da Ethereum. Il ConsenSys si basa sull’idea di holocracy management (*ibid.*) in cui l’autorità e il potere decisionale non sono più in mano ai pochi manager ma distribuiti in più team auto-organizzati. Per quanto riguarda le lezioni, questo metodo priva in qualche modo il professore del suo ruolo di oratore principale, e consiste nell’attribuire ai partecipanti la facoltà di scelta da due a cinque progetti su cui lavorare. Ciascuno è in possesso di un pezzo di ogni progetto sotto forma di moneta digitale della piattaforma

Ethereum; la stessa piattaforma inoltre fornisce denaro virtuale che i membri possono cambiare in Ether e convertirli in qualsiasi altra valuta. L'obiettivo è quello di raggiungere un compromesso tra indipendenza e interdipendenza tra i partecipanti (Tapscott e Kaplan, 2019): essi devono essere in grado di comprendere ciò che occorre imparare e spartire il materiale con gli altri studenti, essere d'accordo sui ruoli, sulle responsabilità e sui premi decisi dal team. Infine, tutte queste cose vanno poi inserite in Smart Contracts. I concetti chiave che dovrebbero svilupparsi all'interno della classe sono “*agility, openness and consensus*” (*ibid*).

2.4 Possibili problemi della Blockchain nel campo dell'istruzione

A fronte delle molte potenzialità offerte da tale tecnologia, la Blockchain potrebbe presentare qualche inconveniente per quanto riguarda la formazione e la certificazione delle competenze.

Questo network per esempio non è in grado di attestare se uno studente frequentante un certo corso abbia copiato o imbrogliato durante il sostenimento del test. Difficile anche giudicare soddisfacente in maniera predeterminata un tema o un'esposizione in aula. Le informazioni che il database raccoglie sono frutto di una "scrematura" che viene fatta necessariamente da insegnanti e professori, o comunque da persone fisiche che valutano in prima persona l'esame di profitto. Dunque, un carattere di soggettività permane durante il processo di accertamento delle competenze di un certo individuo, come uno studente di un'Università: anche con l'utilizzo di Smart Contracts sarebbe complesso stabilire quanto sia meritevole o meno uno studente universitario al termine di un certo corso accademico.

Il meccanismo di PoW adottato da alcune Blockchain come quella Bitcoin potrebbe ostacolare l'applicazione del network nelle scuole e negli Atenei. Per i miners, controllare i vari blocchi di dati è abbastanza dispendioso dal punto di vista energetico; inoltre il meccanismo di consenso basato sul PoW non offre elevate prestazioni in termini di numero transazioni al secondo rispetto ad altri metodi, come quello del Byzantine Fault-Tolerant che può supportare centinaia di migliaia di transazioni al secondo (Vukolić, 2015). Le eventuali scarse performance e gli alti costi energetici che possono scaturire dall'utilizzo della Blockchain potrebbero scoraggiare gli istituti scolastici dall'introdurre il network nel loro sistema educativo.

La natura immutabile può rivelarsi controproducente: se da un lato trasmette sicurezza e affidabilità sui dati presenti lungo la catena, dall'altro risulta impossibile effettuare qualsiasi tipo di correzione qualora ce ne fosse bisogno. Viene cancellata l'opportunità di modifica di dati scolastici anche nel caso in cui lo studente ne fosse legittimato.

3. L'esperienza della Blockchain

3.1 Gli Open Badge di Bestr

Uno strumento che nell'ultimo decennio ha iniziato a diffondersi nel mondo accademico e in quello professionale sono gli Open Badge. Per risultare maggiormente attraenti sul mercato del lavoro, gli individui non possono esibire solamente i loro tradizionali titoli di studio: sono le soft skills, le competenze acquisite sul lavoro o qualsiasi altro genere di esperienza formativa al di fuori di un'azienda che rendono un curriculum più appetibile. I Badge digitali sono un modo per attestare queste abilità in modo sicuro ed efficace, consentendo la tracciabilità del percorso professionale o extraprofessionale di un soggetto.

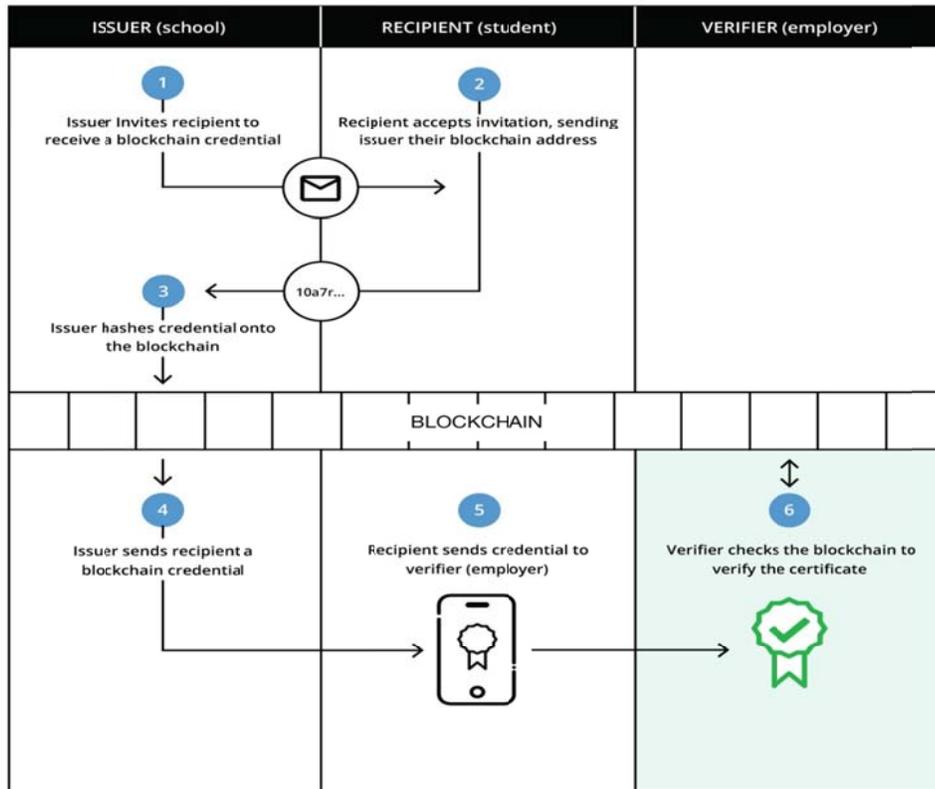
Si tratta di una sorta di fotografia digitale di quello che una persona sa fare, di ciò che ha imparato e appreso nel corso della sua esperienza formativa o di iniziative a cui ha preso parte. Allo stesso modo di una fotografia che contiene data e luogo dello scatto, così un Badge possiede metadati, ovvero informazioni aggiuntive che permettono di verificare la corretta assegnazione dello strumento. I metadati sono leggibili e verificabili da tutte le applicazioni che supportano lo standard Open Badge.



Come detto in precedenza, Bestr ha lanciato gli Open Badge come metodo innovativo per la rappresentazione e l'attestazione delle competenze. Bestr è una delle piattaforme che conferiscono tali riconoscimenti e che consentono di esibirli e collezionarli; al suo interno ciascun detentore di un Badge ha la sua pagina dedicata in cui trova tutti i metadati, ovvero la sua identità, la data di conseguimento e la descrizione del titolo.

Nelle Università gli Open Badge iniziano ad essere adottati per poter dare agli studenti un riconoscimento per le attività curricolari ma soprattutto extracurricolari, con queste ultime che solitamente non sono incorporate nel titolo formale della laurea. In tal modo agli studenti viene restituita un'immagine più completa rispetto ai soli voti degli esami, con la possibilità di condividere i loro traguardi aumentando la gratificazione personale. Per i professori invece, conseguire Badge digitali può significare maggior visibilità per le attività di ricerca e per le metodologie didattiche innovative, rendendo più stimolante la loro partecipazione alla formazione degli alunni. L'Università degli Studi di Padova si è mossa in questa direzione nel 2017, sperimentando per la prima volta l'utilizzo degli Open Badge emessi da Bestr con riguardo ai Test di Abilità Linguistica di inglese livello B1 e B2. Gli studenti che hanno sostenuto e superato il test presso il Centro Linguistico di Ateneo ricevono come prova un Badge digitale. Altro progetto tra i primi ad aver assegnato riconoscimenti virtuali è il Teaching4Learning, indirizzato ai docenti dell'Ateneo patavino con l'intento di migliorare e innovare la didattica dei corsi di studio offerti dall'Università (unipd.it/t4l-progetto).

A distanza di tre anni l'Università di Padova ha ampliato il campo di utilizzo di attestati digitali, assegnando Open Badge agli studenti per la loro laurea. L'obiettivo, come spiega la Prorettrice alla didattica dell'Ateneo Daniela Mapelli, in linea con quello delle altre Università europee è *«la certificazione digitale trasparente e facilmente trasmissibile dei titoli»*. Per questo, continua, *«gli Open Badge come standard aperto sono la soluzione ideale, e lo saranno ancora di più quando verranno affiancati dalla notarizzazione su Blockchain»* (blog.bestr, 2018). Bestr infatti ha integrato l'attestazione delle competenze tramite Open Badge con l'adozione di Blockcerts: si tratta di *«uno standard aperto proposto dal MIT Media Lab per esprimere digitalmente un certificato e memorizzarlo su una Blockchain»*, in questo caso Ethereum (blog.bestr, 2019). Lo scopo di Blockcerts è quello di disintermediare, e di conseguenza accelerare, il processo di verifica delle certificazioni sfruttando al meglio le opportunità offerte dalla Blockchain, e rimuovere ogni possibilità di frode e falsificazione dei titoli. Come per l'Università di Padova, così ogni Ateneo aderente alla piattaforma Bestr potrà rilasciare diplomi di Laurea sotto forma di Blockcerts, rendendoli quindi condivisibili e verificabili in modo sicuro poiché registrati in modo permanente su un network Blockchain.



(Fonte: blockcerts.org)

Negli ultimi anni le grandi imprese italiane hanno avviato centinaia di Academy aziendali con lo scopo di incorporare competenze alle conoscenze acquisite sui banchi di scuola dai lavoratori e, talvolta, anche da personale esterno. Il motivo principale di questa proliferazione di Corporate Academy è il basso numero di laureati sul suolo nazionale e la scarsa propensione ad una formazione lifelong. La necessità delle aziende di avere risorse umane capaci, competenti e qualificate ha portato alcune imprese ad introdurre, al termine del processo interno di formazione, strumenti come Open Badge e Blockcerts che ne attestino l'effettiva preparazione.

L'OVS Store Management School ad esempio è un percorso formativo di 18 mesi proposto dall'azienda di abbigliamento italiana ed è pensato prevalentemente per neolaureati. Consiste nell'inserimento degli "studenti" in negozi-scuola all'interno dei quali possono cominciare ad apprendere il team working, capire l'ambiente di lavoro e iniziare a vivere la mission e la vision aziendale. Esperienza alternata a workshop tenuti in e-learning come delle vere e proprie lezioni, e verificata con test trimestrali. A metà del percorso il candidato viene messo alla guida di uno store sotto la supervisione a distanza di un tutor, dove impara ad essere responsabile dei prodotti, dei clienti ma

anche del suo team. Dopo il periodo di tutoring lo studente che ha portato a termine con successo il percorso ottiene un Badge digitale, lo Store Manager Diploma, emesso dalla piattaforma Bestr, che va a certificare oltre alle competenze imparate, anche quelle soft skills necessarie per il posto di Store Manager (lavoraconnoi.ovs.it).

TIM Academy è la Corporate University di TIM istituita nel 2016 per supportare il personale nel processo di acquisizione, aggiornamento e diffusione delle competenze e conoscenze. Con le sue nove sedi fisiche, l'Academy è stata pensata proprio per tenere al passo il Gruppo con la rapida evoluzione digitale che il mercato e la vita quotidiana stanno vivendo. Gli strumenti messi a disposizione dei dipendenti sono numerosi: app dedicata, rete intranet, MOOC, attività live digital e social, training on the job, gamification. L'obiettivo, come spiega Ida Sirolli, responsabile della formazione nel Gruppo TIM, è quello di creare un ambiente in cui ogni tema di apprendimento sia trattato con gli strumenti più adatti, di modo da tenere alto il livello di engagement da parte degli studenti (blog.bestr.it, 2018). *«L'Open Badge infatti è particolarmente efficace su due fronti: il self-empowerment, [...] e la comunicazione esterna» (ibid).* Detenere Badge digitali per un lavoratore significa che si è applicato per migliorare le sue competenze e che è disposto ad arricchire la sua formazione lifelong. La trasferibilità del titolo inoltre permette anche di attuare una sorta di pubblicità indiretta per l'organizzazione rilasciante, che viene così identificata come azienda all'avanguardia nella formazione e attiva in tale ambito. In TIM Academy non tutte le competenze che possono essere insegnate vengono attestate, ma ci si sta focalizzando sul riconoscimento di quelle skills che attribuiscono un valore aggiunto per l'azienda.

Questo sistema di registrazione delle competenze adottato da imprese italiane come Ovs e Tim all'interno delle loro Corporate Academy sta iniziando ad essere affiancato anche da Blockcerts, e dunque anche dalla tecnologia Blockchain. Poter usufruire di una Blockchain delle competenze in ambito professionale significa riuscire a rendere più sicure e immutabili anche quelle competenze certificate tramite Open Badge.

3.2 Tra Università e istituzioni scolastiche

L'introduzione della Blockchain in Università e Scuole superiori si sta pian piano diffondendo, sia nel mondo che in Italia, trovando applicazione principalmente nella catalogazione digitale di attestati e diplomi.

L'Università di Nicosia (UNIC), come ricordato nel capitolo precedente, è stata una delle prime a rilasciare certificati di laurea e di frequenza ai corsi dalla stessa erogati in maniera digitale attraverso il network Blockchain. Non solo: l'Ateneo è stata la prima scuola ad accettare pagamenti in Bitcoin e a lanciare nel 2014 un Master in Scienze Digitali sulle criptovalute. UNIC fa parte anche di un gruppo di Università di tutto il mondo, il Blockchain Educational Network, che si occupa di coordinare le attività di ricerca e divulgazione svolta da studenti, professori e ricercatori in tema di Blockchain. L'Università ha promosso Blockchain Training Series, con cui, in collaborazione con Global Training, si richiamano alcuni dei volti più noti ed esperti del mondo accademico e lavorativo nell'ordine di avere un portafoglio profondo di corsi per i Crediti Formativi Professionali (University of Nicosia).

L'Open University Knowledge Media Institute del Regno Unito ha creato una rete Blockchain basata su Ethereum chiamata OpenBlockChain. KMI sta utilizzando questa tecnologia con riguardo ai corsi disponibili sulla piattaforma dell'Ateneo e ai Massive Open Online Courses: l'obiettivo è quello di documentare le Microcredentials (Jirgensons e Kapenieks, 2018), anche note come digital Badge, che gli studenti conseguono frequentando i vari insegnamenti. Le Microcredentials vengono rilasciate in base agli smart contract sottoscritti tra alunni e Università, e riportano informazioni circa la data di emissione, l'ente rilasciante, il beneficiario e i criteri di valutazione. Quindi i badge vengono incorporati nella catena diventando così certificazioni sicure, immutabili e verificabili. Il direttore del KMI John Domingue sostiene che la possibilità di documentare le proprie skills all'interno di un network Blockchain-based sia fondamentale anche per il sistema educativo di paesi in via di sviluppo come quelli dell'Africa. La scarsa opportunità di svolgere esperienze di studio all'estero può essere sostituita, almeno parzialmente, frequentando MOOC e guadagnando Microcredentials.

La Holberton School di San Francisco insegna prevalentemente ingegneria dei software, offrendo un'alternativa all'organizzazione classica dei corsi nei college americani. La scuola sfrutta la tecnologia Blockchain per catalogare e fornire certificazioni ai suoi studenti come contromisura alla falsificazione dei diplomi. Louison Dumont, fondatore

di Bitproof, startup specializzata in Blockchain con cui collabora la Holberton School, sostiene che il network, oltre a garantire la sicurezza nelle transazioni in Bitcoin, *«it also makes a perfect place to store academic certificates»*. Per il Co-fondatore della Holberton Sylvain Kalache, la Blockchain è talmente cruciale per il futuro delle certificazioni che nei prossimi anni sempre più Istituzioni accademico-scolastiche la adotteranno per salvaguardare i loro diplomi; inoltre, tramite la Blockchain si vuole che i titoli e i certificati rilasciati rimangano sempre validi e verificabili dai recruiter delle varie aziende (GlobeNewswire, 2015).

L'Università degli Studi di Padova, insieme all'Università Milano Bicocca, sono i due Atenei che hanno avuto il ruolo di apripista in Italia nel rilascio di certificati tramite Blockchain a laureati e laureate. Come detto in precedenza, questo sistema va ad integrare quello già presente degli Open Badge, introdotti per la prima volta in Italia nel 2015 dalla piattaforma Bestr di Cineca (Consorzio interuniversitario italiano senza scopo di lucro). Con l'implementazione del network Blockchain, i vari diplomi sono inseriti in Blockcerts. La sperimentazione nell'Ateneo veneto è cominciata nel 2017, coordinata con altre nove Università di altri Stati tra cui Germania, Canada, Usa, Olanda e Messico. Nel primo periodo questa innovazione era riservata ai corsi magistrali di Informatica e Management dei servizi e Formazione Continua (IIBoLive, 2019); oggi il progetto è esteso a quasi tutti i corsi di laurea, compresi quelli triennali. Con questo sistema, si vuole rendere il ritiro della laurea più "smart", evitando di far ricorso troppo frequentemente al formato cartaceo, oltre che facilitare il lavoro delle aziende e dei loro recruiter nel verificare l'autenticità della documentazione.

Anche le scuole superiori cominciano a intraprendere il percorso della digitalizzazione per certificare i diplomi di maturità utilizzando la tecnologia Blockchain di Ethereum (P.Sol. 2020). I Licei internazionali di Villa Flaminia a Roma e l'Istituto di Istruzione Superiore Ciliberto-Lucifero hanno rilasciato i diplomi sfruttando rispettivamente le piattaforme messe a disposizione da EY e da Blockchain Italia. L'innovazione garantisce la tracciabilità del percorso formativo e delle informazioni relative allo studente, compresi i corsi e le materie seguite; inoltre, l'impiego della crittografia assicura l'autenticità dei documenti che possono essere caricati nella rete solo dalla scuola superiore, rendendola tuttavia accessibile a chiunque abbia bisogno di controllare i diplomi di maturità.

3.3 Altre possibili applicazioni nelle aziende

Al di là dei Badge digitali e di Blockcerts, le imprese possono sfruttare la Blockchain per altri scopi. Sempre rimanendo nel campo della gestione delle risorse umane le possibilità che si aprono agli HR Manager sono numerose.

Il processo di selezione dei candidati è tutt'oggi cruciale per le aziende: si tratta di un momento delicato e dispendioso, soprattutto per quello che riguarda la verifica delle credenziali e dei curricula. Poter disporre di certificazioni e attestati in una rete Blockchain significa ridurre i tempi di ricerca e di verifica delle conoscenze e delle abilità dei potenziali nuovi entranti. Inoltre risulta più semplice rintracciare la forza lavoro che più si adatta ai profili ricercati, migliorando così l'efficacia e l'efficienza del processo di selezione. Le sempre più numerose istituzioni scolastiche che stanno adottando questo network per il rilascio di diplomi accademici, grazie alla trasparenza e all'immutabilità che caratterizzano la Blockchain, permettono una riduzione dei costi di ricerca per gli aspiranti dipendenti delle aziende e dei successivi costi dei colloqui ed interviste tenuti dai recruiter.

Per quanto riguarda le retribuzioni, rimborsi spese e erogazioni di bonus, la Blockchain può venire in aiuto all'Ufficio del personale, rendendo automatizzata gran parte del processo. All'interno del registro possono essere conservate, insieme ai dati personali, anche le ore effettive lavorate dai dipendenti e ciò permette all'HR Manager di verificarle in tempo reale. Così facendo, il calcolo dei salari sarebbe automatico e molto più rapido, escludendo la possibilità di errori umani. Le tasse sarebbero anch'esse direttamente calcolate dal sistema sulla base del monte ore e dei dati presenti per ciascun lavoratore, senza che l'Ufficio del personale calcoli l'importo per ogni lavoratore. Inoltre la Blockchain permetterebbe l'eliminazione di figure intermedie nell'erogazione degli stipendi, come ad esempio le banche. Verrebbero quindi annullati i costi della transazione, mantenendo tuttavia inalterata la sicurezza del pagamento.

Grazie al concetto di smart contract è possibile anche rendere automatico il rilascio di bonus al verificarsi di determinate condizioni presenti in tale tipo di accordo. Un manager del settore vendite che ha siglato un contratto smart secondo cui ottiene un bonus al raggiungimento di un determinato volume di vendita, può visualizzare in tempo reale il suo andamento e, qualora conseguisse l'obiettivo minimo, vedrebbe immediatamente accreditargli l'ammontare del premio pattuito (Blockchain Academy, 2019). Di questo sistema beneficerebbero sia l'azienda, che in base agli smart contract

stipulati ricompenserebbe in automatico i manager solo al verificarsi di precise e determinate condizioni, sia i dirigenti, che sono maggiormente motivati da un contratto semplice, accurato ed affidabile. Si pensi ad esempio ad un piano di stock option narrow-based per i vari manager di un'azienda basati su contratti smart: incentivi di questo genere, volti a programmare l'attività dei direttori nel lungo periodo, rendono più stimolante e motivante il lavoro del management, che dal canto suo si sente tutelato e rassicurato da un'obbligazione efficace ed efficiente.

La maggior parte delle organizzazioni si impegna per creare un ambiente e un'atmosfera stimolante per i propri dipendenti, ad esempio mettendoli a conoscenza del loro effettivo contributo sui risultati aziendali e valorizzando il loro sforzo con premi in denaro o fringe benefit. Non sempre però i meccanismi di ricompensa e riconoscimento tradizionali sono efficaci, anche a causa del poco valore percepito dai dipendenti. La tecnologia Blockchain può essere impiegata proprio per ridurre queste due problematiche. I sistemi di ricompensa più diffusi si basano su un punteggio attribuito ai lavoratori a seguito dei risultati da loro conseguiti; punti che poi possono essere "spesi" in regali o acquisti in negozi affiliati. Il punto debole di questo meccanismo è tuttavia l'impossibilità da parte dei dipendenti di utilizzare il loro score in piena libertà: i risultati conseguiti e i traguardi raggiunti sono "esclusivi" dell'azienda datrice di lavoro e non spendibili all'esterno. Impiegando il network Blockchain i punti che ognuno consegue, magari assegnati tramite contratti smart, possono essere convertiti in token che possono scambiare con qualsiasi cosa preferiscano, dai punti fedeltà del negozio favorito, a sconti su mezzi di trasporto come aerei e treni. Inoltre, sempre attraverso smart contract, è possibile rendere effettiva la ricompensa per quei lavoratori che si impegnano anche al di fuori della realtà aziendale, diffondendo i valori e la mission della stessa sui social e nella vita reale.

Un'azienda che utilizza la Blockchain per catalogare le competenze e le conoscenze che i propri dipendenti hanno conseguito, sia nel periodo lavorativo che in quello dell'apprendimento, ma anche comportamenti e attitudini, rende più facile l'individuazione del portafoglio delle risorse umane. Nel caso in cui l'organizzazione conferisca riconoscimenti ai dipendenti per i loro risultati, e tali certificati siano aggiunti sui rispettivi Badge Blockchain-based, i lavoratori sarebbero in grado di migliorare il loro profilo professionale, rendendo le proprie credenziali sicure ed affidabili. Sono dunque gli stessi impiegati a costruire la loro carriera e loro percorso di crescita all'interno dell'azienda: all'HR Manager risulta più agevole valutare le prestazioni dei

lavoratori e distinguerli in pesi morti, ragazzi difficili, fondisti e campioni, e premiare coloro che sono più meritevoli (Costa e Gianecchini, 2019).

Conclusioni

Nonostante le sue applicazioni iniziali fossero incentrate prevalentemente sulle criptovalute e sul settore finance, oggi i campi di utilizzo della Blockchain si stanno sempre più ampliando. E così accade anche per quanto riguarda l'educazione. La tecnologia Blockchain è destinata in un futuro prossimo a diventare sempre più centrale per le Università e gli Istituti Scolastici e per le aziende. Sebbene sia ancora in una fase di sperimentazione nella maggior parte delle scuole, questo network può diventare cruciale anche per lo sviluppo di nuovi metodi di insegnamento, non più basati prevalentemente su lezioni frontali in aula tra docenti e studenti, bensì su laboratori e attività che appassionano i learners anche dal punto di vista pratico. Sentiero di crescita indicato anche in *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (2015)*, in cui si sottolinea come sia necessario un approccio all'insegnamento più "studente-centrico", con metodologie più flessibili in grado di riconoscere anche le competenze extracurricolari. La gestione dei record su Blockchain è auspicata anche dal Programma delle Nazioni Unite per lo Sviluppo, UNDP, secondo cui deve essere garantita a tutti i giovani l'accessibilità alle varie opportunità educative, al fine di perseguire l'obiettivo di uno sviluppo sostenibile (UNDP 2030).

La Blockchain consente di catalogare e autenticare la sempre più grande mole di credenziali che vengono rilasciate da varie organizzazioni nell'ottica di formare lavoratori e studenti durante tutto il corso della loro vita: poter certificare competenze agevolmente significa anche colmare lo skill-gap tra lavoratori più anziani, che non hanno potuto sviluppare abilità informatiche nel loro percorso educativo, e quanto richiesto dal datore di lavoro. Strumenti come Open Badge o qualsiasi altra forma di Badge digitale diventano ancora più efficaci se affiancati da un network Blockchain, in grado di garantire immutabilità e affidabilità per tutti quei titoli riconosciuti ai singoli individui, riducendo al minimo il problema di asimmetria informativa che sorge solitamente tra chi visiona un curriculum e chi lo redige. Per quanto riguarda la Blockchain all'interno del contesto aziendale, il suo utilizzo è per ora abbastanza limitato nel campo della gestione delle risorse umane. Sfruttando i token creabili nel network, tuttavia le possibilità di impiego non mancano, ma anzi, come mostrato, aumentano la motivazione tra i lavoratori e semplificano alcune procedure amministrative.

Riferimenti Bibliografici

AQUARO, D. 2019. Smart contract: cosa sono (e come funzionano) le clausole su blockchain. *Il Sole 24 Ore* [online]. Disponibile su: <<https://www.ilsole24ore.com/art/smart-contract-cosa-sono-e-come-funzionano-clausole-blockchain-ACsDo2P>> [Data di accesso: 02/08/2020].

BELLINI, M. 2020. *Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia* [online]. Disponibile su: <<https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/>> [Data di accesso 02/08/2020].

BESTR BLOG, 2016. *Open Badge: cos'è e a cosa serve* [online]. Disponibile su: <<https://blog.bestr.it/it/2016/03/31/open-badge-cos%3%A8-e-cosa-serve>> [Data di accesso: 14/08/2020].

BESTR BLOG, 2017. *L'Università di Padova introduce gli Open Badge* [online]. Disponibile su: <<https://blog.bestr.it/it/2017/08/04/luniversit%3%A0-di-padova-introduce-gli-open-badge>> [Data di accesso: 13/08/2020].

BESTR BLOG, 2018. *Blockchain e Open Badge: Bestr diventa un ecosistema per le credenziali digitali* [online]. Disponibile su: <<https://blog.bestr.it/it/2018/10/15/blockchain-e-open-badge-bestr-diventa-un-ecosistema-le-credenziali-digitali>> [Data di accesso: 13/08/2020].

BESTR BLOG, 2018. *Open Badge per le lauree all'Università di Padova* [online]. Disponibile su: <<https://blog.bestr.it/it/2018/10/29/open-badge-le-lauree-all%2%80%99universit%3%A0-di-padova>> [Data di accesso: 13/08/2020].

BESTR BLOG, 2018. *Tim Academy: la formazione di valore si racconta con Open Badge* [online]. Disponibile su: <<https://blog.bestr.it/it/2018/10/08/tim-academy-la-formazione-di-valore-si-racconta-con-open-badge>> [Data di accesso: 14/08/2020].

BESTR BLOG, 2019. *Blockcerts su Bestr: FAQ* [online]. Disponibile su: <<https://blog.bestr.it/it/2019/06/14/blockcerts-su-bestr-faq>> [Data di accesso: 15/08/2020].

BLOCKCERTS [online]. Disponibile su: <<https://www.blockcerts.org/guide/>> [Data di accesso: 14/08/2020].

CAPETILLO, A. 2018. *Blockchained education: Challenging the long-standing model of academic institutions*. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

CHEN, G., XU, B., LU, M. et al. 2018. *Exploring blockchain technology and its potential applications for education* [online]. Smart Learn. Environ. 5, 1 Disponibile su: <<https://doi.org/10.1186/s40561-017-0050-x>> .

CHIU, J., KOEPL, T. 2017. *The Economics of Cryptocurrencies - Bitcoin and Beyond* [online]. Disponibile su SSRN <<https://ssrn.com/abstract=3048124> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3048124>>.

COSTA, C. 2020. *Agrifood: con la Blockchain, Trustdelivery certifica qualità e provenienza dall'Etruria Meridionale* [online]. Disponibile su: <<https://www.blockchain4innovation.it/mercati/agrifood/agrifood-con-la-blockchain-trustdelivery-certifica-qualita-e-provenienza-dalletruria-meridionale/>> [Data di accesso: 28/07/2020].

DANAH, M., CASEY, M. 2016 *Blockchain technology: Redefining trust for a global, digital economy* [online]. Disponibile su: https://blogs.worldbank.org/digital-development/blockchain-technology-redefining-trust-global-digital-economy?cid=EXT_WBBlogSocialShare_D_EXT [Data di accesso: 28/08/2020].

DIRITTO24, 2020. *Arriva in Italia il primo caso di approvazione di Bilancio su tecnologia Blockchain* [online]. Disponibile su: <<https://www.diritto24.ilsole24ore.com/art/avvocatoAffari/newsStudiLegaliEOrdini/20-07-29/arriva-italia-primo-caso-approvazione-bilancio-tecnologia-blockchain-153418.php>> Data di accesso [10/08/2020].

DECRETO LEGGE. 17 marzo 2020 n.18, art. 73.

ETHHUB [online]. *Proof of Stake (PoS)*. Disponibile su: <<https://docs.ethhub.io/ethereum-roadmap/ethereum-2.0/proof-of-stake/>> [Data di accesso: 07/08/2020].

COSTA, G., GIANECCHINI, M. 2019. *Risorse umane. Persone, relazioni e valore*. IV edizione. McGraw-Hill Education.

GLOBENEWSWIRE [online]. *Holberton School to Authenticate Its Academic Certificates With the Bitcoin Blockchain*. Disponibile su: <<https://www.globenewswire.com/news-release/2015/10/21/969239/0/en/Holberton-School-to-Authenticate-Its-Academic-Certificates-With-the-Bitcoin-Blockchain.html>> [Data di accesso 04/08/2020].

HALABURDA, H. 2016. *Digital Currencies: Beyond Bitcoin* [online]. Disponibile su SSRN <<https://ssrn.com/abstract=2865004>> o <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2865004>>.

IL SOLE 24 ORE [online]. 2020. *Academy aziendali, le nuove scuole delle imprese*. Disponibile su: <<https://www.ilsole24ore.com/art/academy-aziendali-nuove-scuole-imprese-ACh9SgCB>> [Data di accesso: 13/07/2020].

JESSEL, B. NASDAQ Partnership With Blockchain Firm R3 Is Great For Crypto. *Forbes* [online]. Disponibile su: <<https://www.forbes.com/sites/benjessel/2020/05/22/why-nasdaqs-partnership-with-r3-is-great-for-digital-asset-adoption/#6a082dca630f>> [Data di accesso:28/07/2020].

JIRGENSONS, M., KAPENIEKS, J. 2018. *Blockchain and the Future of Digital Learning Credential Assessment and Management*. Journal of Teacher Education for Sustainability, Volume 20: Issue 1. Disponibile su: <<https://doi.org/10.2478/jtes-2018-0009>> .

MASSARIOLO, A. 2019. L'università di Padova utilizza la blockchain per rendere le lauree più smart. *Il Bo Live* [online]. Disponibile su: <<https://ilbolive.unipd.it/it/news/luniversita-padova-utilizza-blockchain-rendere>>. [Data di accesso: 10/08/2020].

NAKAMOTO, S. 2008. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* [online]. Disponibile su <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>.

OVS S.p.A. [online]. Disponibile su: <<http://lavoraconnoi.ovs.it/carriere/ovs-store-management>> [Data di accesso: 14/08/2020].

REA, C. *Focus On: Degree Fraud* [online]. Disponibile su: <<https://www.cifas.org.uk/Focus-On-Degree-Fraud>> [Data di accesso: 30/07/2020].

SCHATSKY, D., MURASKIN, C. 2015. *Beyond bitcoin: Blockchain is coming to disrupt your industry* [online]. Disponibile su: <<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/signals-for-strategists/trends-blockchain-bitcoin-security-transparency.html>> [Data di accesso: 28/07/2020].

SHARPLES, M., DOMINGUE, J. 2016. *The Blockchain and Kudos: A Distributed System for Educational Record, Reputation and Reward*. In: Verbert K., Sharples M., Klobučar T. (eds) *Adaptive and Adaptable Learning*. EC-TEL 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9891. Springer, Cham. Disponibile su: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_48>.

SOL. P. 2020. Stop ai diplomi falsi: la maturità dei licei certificata in blockchain. *Il Sole 24 Ore* [online]. Disponibile su: <<https://www.ilsole24ore.com/art/stop-diplomi-falsi-maturita-licei-certificata-blockchain-ADOUQOC>> [Data di accesso: 04/08/2020].

SONY GLOBAL EDUCATION TEAM, 2017. *Sony develops system for authentication, sharing, and rights management using blockchain technology* [online]. Disponibile su: <<https://www.sonyged.com/2017/08/10/news/press-blockchain/>> [Data di accesso: 04/08/2020].

SOVRIN [online]. Disponibile su: <<https://sovrin.org/>> [Data di accesso: 31/07/2020].

STANDARDS AND GUIDELINES FOR QUALITY ASSURANCE IN THE EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA (ESG). 2015. Brussels, Belgium. SUITS, 2011-2019. Creata da Aaron KORSH. Distribuito in lingua italiana dalla rete televisiva Mediaset.

TAPSCOTT, D., KAPLAN, A. 2019. *Blockchain revolution in education and lifelong learning*. Blockchain Research Institute and IBM Institute for Business Value. Disponibile su: <<https://www.ibm.com/downloads/cas/93DDVAKE>>.

THE BLOCKCHAIN ACADEMY [online]. 2019. *3 utilizzi possibili della blockchain nell'HR*. Disponibile su: <<https://www.theblockchainacademy.uk/3-utilizzi-possibili-della-blockchain-nellhr/>> [Data di accesso: 05/08/2020].

TORVEKAR, G. 2018. *Blockchain and HR: why it can improve reward and recognition* [online]. Disponibile su: <<https://www.hrzone.com/lead/future/blockchain-and-hr-why-it-can-improve-reward-and-recognition>> [Data di accesso: 09/07/2020]

TSCHORSCH, F., SCHEUERMANN, B. 2016. *Bitcoin and Beyond: A Technical Survey on Decentralized Digital Currencies*. Disponibile in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, no. 3, pp. 2084-2123, <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7423672>>.

TURKANović, M., HÖLBL, M., KOŠIČ, K., HERIČKO, M., and KAMIŠALIĆ, A. 2018. *EduCTX: A Blockchain-Based Higher Education Credit Platform* [online]. Disponibile in IEEE Access, vol. 6, pp. 5112-5127, <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8247166>>.

UNIC [online]. *Blockchain Certificates (Academic & Others)*. Disponibile su: <<https://www.unic.ac.cy/iff/blockchain-certificates/>> [Data di accesso: 30/07/2020].

UNIC [online]. *Unconventional Linkages: Blockchains and S3Cy*. Disponibile su: <<https://www.unic.ac.cy/el/unconventional-linkages-blockchains-and-s3cy/>> [Data di accesso: 04/08/2020].

VUKOLIĆ M. 2016. *The Quest for Scalable Blockchain Fabric: Proof-of-Work vs. BFT Replication*. In: Camenisch J., Kesdoğan D. (eds) Open Problems in Network Security. iNetSec 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9591. Springer, Cham. Disponibile su: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39028-4_9>.

