

Processi decisionali guidati dai dati nei sistemi scolastici

Data-driven decision making in school system

VINCENZO MILAZZO

The Italian education system, and not only in Italy, tries to guarantee an excellent service through, LEPs (essential levels of services), implementing monitoring and evaluation actions accomplished by external actors like INVALSI (Italian: National Institute for the Evaluation of Education Systems). The work described here wants to fit into the current evaluation process actually adopted and improving it with the design of Intelligence system dedicated to education sector, providing to the management a tool able to estimate KPIs, analyze dashboards, reports and scorecards for each function existing in the scholastic institution. They will highlight the status of the institution and the objectives to be achieved in order to improve educational service.

KEYWORDS: EDUCATIONAL DATA MANAGEMENT (EDM), BUSINESS INTELLIGENCE, LEARNING ANALYTICS, RAV, DIGITAL PEDAGOGY

Introduzione

Con l'avvento dell'autonomia scolastica, che non vuol dire autoreferenzialità, il sistema scolastico necessita di contrappesi e valutazioni per verificare la qualità, l'efficienza e l'efficacia del servizio nazionale di istruzione e formazione. Il lavoro ha lo scopo di inserirsi nell'attuale procedimento di autovalutazione delle scuole secondo un quadro di riferimento predisposto dall' INVALSI e di affiancarlo attraverso la progettazione di un sistema di intelligence dedicato al settore dell'istruzione, fornendo così alla dirigenza e ai docenti uno strumento in grado di stimare indicatori di performance, di analizzare e incrociare dati per ogni processo esistente nell'istituzione scolastica. Si analizza in premessa lo stato dell'arte di quei processi e tecnologie, utilizzati in contesti industriali, che possono essere adottati anche nei sistemi di istruzione. Si prosegue col delineare come, in una cornice post pandemica, le piattaforme utilizzate possano apportare vantaggi nella gestione della didattica. Il lavoro si conclude con esempi concreti di analisi realizzate in contesti sperimentali, presso istituzioni secondarie di secondo grado, delineando la modifica del processo di autovalutazione.

Contesto di riferimento

I sistemi di *Education Data Management* (EDM) hanno più volte dimostrato di poter supportare dirigenti e docenti, trasformando i numerosi dati presenti all'interno dell'organizzazione, in azioni di analisi mirate, a sostegno di una leadership efficace¹. L'auspicio è che questi sistemi possano offrire il naturale sostegno alla struttura di autovalutazione, e rappresentare anche un valido supporto per la stesura dei piani di miglioramento istituiti dal MIUR (Ministero dell'Istruzione Università e Ricerca). Attraverso l'utilizzo di EDM, gli utenti avranno la possibilità di usufruire di pannelli dati precisi, di facile utilizzo, che agevoleranno le azioni di monitoraggio delle prestazioni dell'istituzione scolastica, così come quelle agite dagli studenti durante il loro percorso. Si ritiene che strumenti afferenti al mondo dei *Learning Analytics* (LA) possano supportare il processo di autovalutazione dell'istituzione scolastica. L'obiettivo è quello di automatizzare il più possibile la misurazione, producendo un quadro informativo estremamente esaustivo, che possa risultare un valido strumento per gli attori coinvolti nei processi decisionali. È bene tener presente che l'utilizzo di tali strumenti presuppone una progettazione adeguata della componente di reportistica, progettazione che deve prendere in considerazione le basi teoriche delle Scienze dell'Educazione. Esistono infatti delle sfide da affrontare nel contesto dei *Learning Analytics* (LA): (i) costruire valide connessioni con le scienze dell'educazione e (ii) focalizzarsi sulle prospettive dei discenti². Sappiamo, inoltre, che l'evidenza della letteratura sull'impatto della valutazione ai fini del miglioramento della scuola, è ancora poco consolidata. Se da un lato i dati di ricerca evidenziano come la valutazione possa favorire l'innalzamento della qualità educativa nelle scuole, dall'altro comporta uno dispendio di risorse umane, che convogliano sui temi inerenti la valutazione piuttosto che sugli aspetti didattici fino a conseguenti cali dei rendimenti degli studenti³. Si ritiene però possa essere proficuo essere coadiuvati da strumentazione informatica, al fine di ottimizzare i tempi di raccolta delle evidenze, di interpretazione dei dati e quindi di valutazione.

«Il procedimento di valutazione delle Istituzioni scolastiche prevede complessivamente 4 fasi: l'autovalutazione delle istituzioni scolastiche, la valutazione esterna, l'implementazione delle azioni di miglioramento e da ultimo la pubblicazione e diffusione dei risultati raggiunti (rendicontazione sociale). La valutazione esterna della scuola si inserisce nel più ampio contesto normativo determinato dall'emanazione del Regolamento sul Sistema nazionale di valutazione in materia di istruzione e formazione (DPR80/2013) e dalle successive circolari, in cui si ribadisce che:

il Sistema Nazionale di Valutazione valuta l'efficienza e l'efficacia del sistema educativo di istruzione e formazione (Legge 80/2013).

La valutazione è finalizzata al miglioramento della qualità dell'offerta formativa e degli apprendimenti e sarà particolarmente indirizzata:

- alla riduzione della dispersione scolastica e dell'insuccesso scolastico;
- alla riduzione delle differenze tra scuole e aree geografiche nei livelli di apprendimento degli studenti;
- al rafforzamento delle competenze di base degli studenti rispetto alla situazione di partenza;
- alla valorizzazione degli esiti a distanza degli studenti con attenzione all'università e al lavoro (Direttiva 11 del 18 settembre 2014)»⁴.

Tutte le istituzioni scolastiche effettuano un processo di autovalutazione, propedeutico all'elaborazione del RAV (rapporto di autovalutazione). Sulla base delle evidenze risultanti da tale processo, si procederà alla stesura del piano di miglioramento. La valutazione esterna, ulteriore fase della procedura di valutazione, viene effettuata su un numero limitato di scuole, con un panel esterno (NEV – nucleo esterno di valutazione). Tuttavia, l'autovalutazione senza un opportuno sistema di misurazione informatizzato, potrebbe presentarsi incompleta e faticosa, a causa dell'elevata quantità di informazioni da raccogliere e aggregare, con possibilità di mostrarsi vulnerabile ad un'autoreferenzialità valutativa che può divergere dalla realtà a causa di un approccio olistico nella descrizione di ciò che accade, ma soprattutto, per la mancanza di indicatori a livello d'istituto, calcolati da strumenti automatici e basati su dati affidabili, certificati e sistematici. Il sistema di valutazione attuale è il tentativo del MIUR nel cercare di dare sempre più attuazione a quelle che sono le responsabilità nella gestione dell'autonomia scolastica. L'attuale meccanismo che agisce attraverso la misurazione della prestazione, nella scuola secondaria di secondo grado, non è un sistema di premi/penalizzazione, infatti da esso non dipendono variazioni di somme al "Fondo per il Miglioramento dell'Offerta Formativa", ma mira a monitorare i propri processi e a migliorarli. Il Rapporto di Autovalutazione e l'Inquadramento teorico sono il prodotto di numerose ricerche condotte da INVALSI. Il processo di compilazione del RAV comporta però l'utilizzo di KPI (*Key Performance Indicator*) di livello eccessivamente alto, lasciando libero arbitrio sull'eventuale utilizzo di KPI a livello di istituzione scolastica (quasi mai progettate e compilate, basti guardare al portale web 'scuola in chiaro'). Ogni istituzione scolastica differisce da tutte le altre, in termini di contesto socioeconomico, risorse professionali, ecc., e progettare indicatori a granularità di singola istituzione scolastica, che possano essere definiti da INVALSI a livello nazionale, risulta estremamente difficoltoso. Ma proprio su tali tipi di indicatori si dovrebbe porre maggiore attenzione, impiegando dei framework teorici per la loro progettazione e sistemi SW che permettano una misurazione costante, un feedback continuo sul funzionamento dell'istituzione e un miglioramento basato sulle informazioni raccolte⁵. A tal fine il processo di autovalutazione dovrebbe essere supportato da un software di intelligence atto a raccogliere e calcolare gli indicatori chiave di prestazione, attraverso

banche dati disponibili alle scuole. Alcune di queste sono rappresentate da sistemi quali i *Learning Management Systems* (LMS) o dai sistemi detti *Virtual Learning Environments* (VLE), come ad esempio la piattaforma Moodle, oppure dai registri elettronici. Risulta indispensabile progettare e sviluppare ulteriori sistemi di raccolta dati, relativi ai diversi processi che possono essere misurati (o parzialmente misurati) analiticamente. Si pensi ad indicatori che diano visibilità dell'impatto delle iniziative extra scolastiche, PCTO, ecc. I diversi *stakeholders* (docenti, dirigenti, studenti, enti esterni) dovrebbero poter accedere ai sistemi summenzionati, analizzando tutti gli indicatori o parte di essi. Solo l'affinamento del lavoro di ciascuno migliorerebbe l'intera istituzione.⁶ Ad oggi, in alcune scuole, il risultato del processo di valutazione viene condiviso solo in determinati momenti di consuntivo collegiale senza effettuare un'analisi attiva e un *assessment* periodico con tutto il personale, soprattutto per i neoassunti⁷. Nonostante gli sforzi normativi, l'uso di strumenti di analisi nelle scuole rimane un'illusione. La progettazione di un sistema di Intelligence dedicato al settore dell'istruzione, che fornisca al management KPI, cruscotti, report e scorecard permetterebbe di avere sotto controllo lo status quo dell'istituzione e gli obiettivi ancora da raggiungere, al fine di migliorare il servizio educativo, in un processo che sarà possibile governare in maniera autonoma, svincolandosi sempre di più dal NEV.

Strumenti e processi di ambito aziendale adattabili al contesto educativo

Strumenti di *analytics* sono tipici degli ambiti aziendali, ma sono da tempo adattati (e adottati) al contesto pubblico ed educativo. Il loro utilizzo impone che i dirigenti pubblici, come i Dirigenti Scolastici, aumentino le proprie competenze manageriali⁸.

Ad esempio, l'utilizzo della scheda di valutazione bilanciata (*balanced scorecard*, BSC) è uno strumento che permette di validare le politiche manageriali messe in atto, tradotte in una precisa strategia, in entità coerenti e misurabili di performance, dando l'opportunità di misurare con efficacia ciò che è il frutto delle proprie scelte. Spesso questo strumento rappresenta l'ultimo step progettuale e implementativo di un buon sistema di Business Intelligence. La BSC è uno strumento di controllo strategico ideato negli anni '90 da Norton e Kaplan, che si pone l'obiettivo di collegare indicatori afferenti a diverse prospettive valutandone anche l'impatto reciproco. Si decifrano così le strategie messe in atto, in indicatori di performance (scorecard), assicurando l'equilibrio (balance) tra le prestazioni di breve termine e quelle a lungo periodo⁹.

Questi strumenti sono stati adattati da tempo al contesto educativo con successo¹⁰. È importante però una riflessione sull'adattabilità del sistema educativo a modelli elaborati in ambito aziendale e più in generale economico. Come detto nell'analisi

precedente sul contesto di riferimento, le KPI, report, dashboard e infine scorecard, devono essere progettate in modo tale da (i) costruire delle forti connessioni con le scienze dell'educazione e (ii) focalizzarsi sulle prospettive dei discenti. Non vi è un vero e proprio adattamento del sistema informatico/statistico (LA, EDM, ecc.) dall'ambito economico a quello educativo, piuttosto una riprogettazione dello stesso sul nuovo contesto. È la difficoltà nel descrivere un processo attraverso dei KPI che risultino rappresentativi dello stesso ad essere già problematico, soprattutto se il processo è di tipo educativo. Difficoltà nello stimare gli output e, di conseguenza, l'efficacia e l'efficienza dei processi stessi. È anche vero che gli studi sull'Efficacia e Inefficacia Educativa sottolineano le difficoltà delle scuole di saper rendicontare i propri successi e i risultati formativi e proprio su questo il seguente articolo vuole dare supporto. Inizialmente risulta indispensabile per un'istituzione concentrarsi sui processi più semplici e scomponibili in fattori misurabili. Un report, in una sua definizione di rappresentazione di un insieme complesso di dati in forma tabellare o schematica, non nasce in un contesto economico o educativo; ugualmente gli strumenti reportistici più elaborati che compongono gli EDM, e quindi i LA. È piuttosto l'individuazione del contenuto informativo e la sua progettazione che ha l'onere di provare che questo contenuto, o la sua elaborazione, rappresenti di fatto un indicatore del processo messo in atto nel contesto educativo. Ma questo problema persiste in tutti i sistemi di analytics in qualsiasi dominio e tra elementi dello stesso dominio (diverse aziende o diverse scuole). La diffusione di questi strumenti nelle scuole, inoltre, consentirà una risposta immediata da parte delle istituzioni, a integrare e monitorare un eventuale nuovo processo che le scienze della formazione riuscirà in futuro a delineare con successo attraverso i suoi output. La funzionalità del sistema dipende quindi dalla bontà progettuale. Abbiamo già detto che la letteratura ha risultati alterni sull'impatto della valutazione, ma si vuole ribadire che in quei contesti nei quali i risultati valutativi sono risultati positivi, è possibile avere supporto dai LA, senza avere la presunzione di affrontare la problematica in maniera esaustiva, ed essendo consapevoli che non sarà possibile monitorare tutti i processi o tutti gli aspetti di un singolo processo. Proprio per le peculiarità delle singole scuole, differenti in contesti, utenza e processi messi in atto, le componenti dei sistemi di monitoring (KPI, *report*, *dashboard*) devono essere riviste ed eventualmente adattate o riprogettate. Anche nel contesto aziendale, un sistema di Business Intelligence non può essere riutilizzato in altra azienda come fosse un software applicativo, può al limite essere recuperato quanto si ritiene necessario. Questo comporta la necessità nelle scuole di un team esperto interno/esterno con competenze sia pedagogiche che ingegneristiche - informatiche per la progettazione e realizzazione di tali sistemi di supporto alle decisioni. Confrontandosi col modello

dinamico sviluppato da Creemers¹¹, emerge l'evidenza che un'istruzione scolastica efficace dovrebbe essere vista come un processo dinamico, delineando le scuole efficaci come quelle in grado d'identificare i propri punti deboli, sviluppando ulteriormente la loro politica scolastica sull'insegnamento e sull'ambiente di apprendimento scolastico (SLE), al fine di influenzare la pratica di insegnamento. Ciò implica che tutte le scuole (comprese le più efficaci) dovrebbero valutare la loro politica sull'insegnamento e il loro SLE, supportando azioni che mirino al miglioramento o mantenimento di efficacia. Nel valutare la propria politica e quindi effettuare azioni migliorative, abbiamo bisogno di un sistema di raccolta ed elaborazione dati che si inserisca in un processo iterativo, di misurazione, valutazione e miglioramento, che con metodi di ricerca-azione possa cucire su misura il modello teorico di partenza in considerazione al proprio contesto. Questo processo è simile a quanto avviene a livello aziendale con il ciclo di Deming (*plan, do, check, act*). Prendendo in considerazione il modello dinamico di Creemers è possibile individuare in ogni livello una prospettiva della BSC, con l'obiettivo di capire in che termini possano crearsi impatti tra un livello e un altro. Rispetto ai modelli aziendali, inoltre, non si avrebbe un'interazione completamente connessa e quindi una progettazione più semplice.

La misurazione nella nuova cornice post Covid19

Analizzando l'evoluzione digitale avvenuta per gli istituti scolastici nell'ultimo periodo di pandemia, ci si accorge che grazie all'introduzione della Didattica Digitale Integrata, e quindi l'utilizzo di piattaforme informatiche a supporto di questa, l'utilizzo di strumenti di reportistica per il monitoraggio delle attività degli studenti avanza con prontezza e facilità. Dalle piattaforme emergono una quantità tale di dati che potranno essere impiegati nei Learning Analytics, premettendo di ottenere maggiori feedback su alcuni aspetti della didattica che potranno essere approfonditi dalla ricerca. Durante il Microsoft E2 2021 | Education Exchange sono emersi aspetti interessanti grazie all'analisi di alcuni tra i dati presenti nella piattaforma MS Teams¹². La ricerca ci insegna che non possiamo avere certezze che i fattori dominanti delle evidenze siano quelli presi in considerazione, data la molteplicità delle variabili di sistema, ma nell'azione didattica di un docente, prendere in carico eventuali evidenze, potrebbe suggerire un percorso da validare. Analizzare un insieme di indicatori, grazie alla piattaforma che ne tiene la misura nel tempo, permette al docente di cogliere suggerimenti e agire secondo uno schema di ricerca-azione adeguando la propria metodologia didattica ai diversi contesti. È importante riflettere su come gli studenti imparino nei diversi contesti. Come

facciamo a capire ed avere traccia? Abbiamo la necessità di prendere decisioni informate circa le pratiche di istruzione che portiamo avanti.

Molti docenti si chiedono:

- *Chi sono gli studenti attivi di notte?*
- *Nell'ultimo mese vi sono studenti che non consegnano le attività assegnate?*
- *Gli studenti condividono responsabilità durante i lavori di gruppo?*
- *Che percentuale di studenti non sottomette le attività in tempo?*
- *Quali studenti hanno difficoltà a tenere il passo, e su quale parte del CV*
- *Nella scorsa settimana, quanti studenti hanno partecipato regolarmente alle lezioni? (è vero che vengono rilevate le presenze ogni giorno, ma quante volte il docente riesce a fare mente locale su quanti, a causa delle assenze, sono indietro e su quale parte del programma?). Non sempre è immediato avere chiaro il quadro della situazione.*
- *In quali parti del programma si sono avute maggiore difficoltà durante la sottomissione dei compiti assegnati per casa?*
- *I miei studenti hanno bisogno di un feedback prima che sottomettano il compito ancora in bozza nella piattaforma digitale?*
- *C'è un canale digitale (e quindi una materia ad esempio) che riceve meno attenzioni rispetto ad un altro?*
- *A quanti studenti manca parte delle lezioni? E che impatto ha?*
- *Quali studenti sono meno attivi nelle piattaforme per la DDI?*

Le piattaforme digitali utilizzate in questo periodo di pandemia hanno permesso diverse riflessioni interne fornendo i mezzi per rispondere ai quesiti sopra esposti.

Ad esempio, molti studenti abbandonano l'aula virtuale prima della conclusione della lezione, questo potrebbe essere indice di difficoltà nel tenere alta la concentrazione. In questi casi sarebbe consigliabile usare metodologie didattiche differenti quali il *microlearning* (unità di apprendimento relativamente piccole e attività di apprendimento a breve termine), e *inserire attività di gruppo/cooperative learning (attraverso le chat rooms)*.

La condivisione in piattaforma di materiale introduttivo agli studenti (si pensi alla flipped classroom), permetterebbe il controllo di quanti hanno effettivamente acceduto alle dispense digitali prima dell'inizio della lezione, e nel caso modificare il piano didattico della stessa in tempo reale, stressando alcune parti delle dispense e altre no, basandoci su quanto visionato dagli studenti.

Misurazione e Valutazione

Se è vero che la valutazione, in quanto giudizio di valore, non può essere automatizzata, e che possiamo scegliere di automatizzarla, entro certi limiti, la misurazione, è anche vero che i sistemi informatici di IA (Intelligenza Artificiale) si spingono sempre più nel sostituire l'uomo nella valutazione, comportando al contempo un'aperta discussione etica sulla questione¹³. Immaginiamo infatti un sistema che possa predire l'esito di bocciature o promozioni, basandosi sull'andamento dei voti e altre variabili di contesto. L'addestramento del sistema di IA porta con sé tutte le variabili insite nella valutazione collegiale dei docenti. Ogni predizione è caratterizzata da una certa percentuale di affidabilità e la valutazione finale dovrebbe essere rivista in sede di Consiglio di Classe. Anche se tale approccio potrebbe suscitare perplessità, è ciò che avviene in diversi ambiti. È forse meno importante la decisione, quindi valutazione finale, presa da un sistema di IA per la guida autonoma, quando questo è portato a valutare, nello scenario di un possibile incidente stradale, la minimizzazione dei danni al conducente o ad un pedone che si trova improvvisamente nel percorso, rispetto ad una bocciatura o una promozione? Gli esempi potrebbero essere molti, si pensi alle diagnosi effettuate da sistemi di IA nel settore medicale. La mancanza di competenze in ambito data science nella pedagogia, potrebbe relegare nel prossimo futuro le scienze pedagogiche in secondo piano come avvenuto alle scienze sociologiche con la sociologia digitale¹⁴, lasciando ampio spazio di ricerca sui LA ai grandi Big Tech.

Strumenti di Business Intelligence per le istituzioni scolastiche

I sistemi di Business Intelligence (l'adattamento nel sistema scolastico prende il nome di EDM) sono utilizzati sia nelle organizzazioni pubbliche che private al fine di accedere e analizzare dati provenienti da diverse fonti isolate¹⁵. In questo scenario i cruscotti dirigenziali sono costruiti attraverso:

- una serie di processi atti a raccogliere e analizzare informazioni strategiche;
- la tecnologia utilizzata per eseguire questi processi;
- informazioni ottenute a valle di questi processi.

Potremmo semplificare parlando di un insieme di report, ma sarebbe riduttivo. La seguente figura delinea quanto elencato.

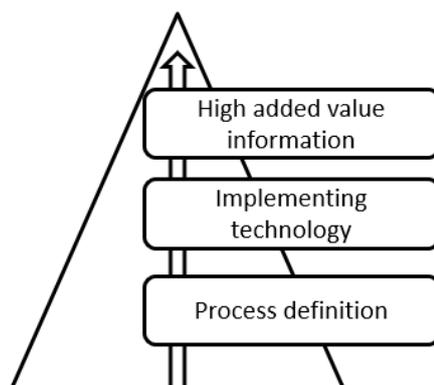


Figura 1 - Piramide della conoscenza

Le scuole più innovative devono essere in grado di rispondere alle seguenti domande:

1. Il mio istituto fornisce prestazioni soddisfacenti? Misurazione e monitoraggio (scorecard e dashboard).
2. Perché ottengo determinati risultati? Reporting e analisi (strumenti di reporting e analisi, spesso rappresenta il primo STEP implementato).
3. Quale direzione dovremmo prendere? Pianificazione e previsione (impostazione di budget per progetti, pianificazione e previsione).

Le decisioni vengono prese sempre sulla base di informazioni ovvero aggregazione di dati.

Inoltre, la *performance* è il risultato di una capacità decisionale basata sulle informazioni disponibili, derivate dall'elaborazione e manipolazione dei dati in seno all'organizzazione (registro elettronico, SIDI, sistemi ad-hoc). La qualità delle informazioni è condizione necessaria per la qualità delle decisioni e quindi della performance¹⁶. L'utilizzo di una piattaforma di intelligence in dotazione ad ogni singola istituzione scolastica permetterebbe di avere una reportistica dinamica tarata sul *monitoring* delle KPI progettate per singola scuola e sulle esigenze di monitoraggio del singolo dirigente. L'obiettivo è quello di ricavare informazioni strategiche tramite la fruizione delle informazioni già disponibili in istituto (o tramite integrazione di dati da altre sorgenti informative), in maniera intelligente e strutturata.

Alcuni vantaggi sarebbero:

- Avere un unico punto di accesso ai dati preselezionati e conformati.
- Avere le informazioni navigabili in ogni momento e su diversi dispositivi (tablet, smartphone, pc).
- Profilazione degli utenti per garantire il corretto accesso ai dati.
- Possibilità di creare in maniera rapida nuovi report senza modificare il codice informatico del sistema stesso.

Tra le maggiori difficoltà per le istituzioni scolastiche ci sarebbe il lavoro di progettazione. Pensiamo all'indicatore: *"Valutare l'evoluzione del profitto degli studenti rispetto alla situazione di partenza"*, come può avvenire la misurazione?

Potrebbe essere necessario misurare la progressione dei voti nel corso degli anni insieme ad ulteriori analisi incrociate. Questo perché l'insuccesso scolastico può dipendere da diversi fattori, e non tutti misurabili. Attraverso il software è possibile analizzarne quota parte. Potremmo scoprire che lo studente è stato inserito in molti progetti extra scolastici con un impatto sulle altre attività ordinarie e indigare sulla valenza di tale ipotesi. Non bisogna dare per scontato che la misurazione dei livelli di conoscenze/abilità/competenze possa costituire una misura della qualità dei processi educativi. Come evidenziato anche dalle indagini sul valore aggiunto, una volta tenuto conto dei dati socioeconomici, le misure di rendimento evidenziano correlazioni ridotte con elementi processuali. Il rischio inoltre è l'inverarsi della legge di Campbell¹⁷, secondo cui una valida misura di prodotto perde di validità se diventa obiettivo di prestazione. Questo non significa che certe misure non possano rilevarsi utili per riflettere sui processi, ma rimane importante evitare pericolosi riduzionismi. La realizzazione dell'analisi precedente ricorrerebbe a report generati dai soli dati del registro elettronico, favorendo condivisioni immediate all'interno dei Consigli di Classe.

Quanto detto potrebbe essere realizzato con software come Excel, ma senza un sistema di integrazione tra le diverse sorgenti informative, e al contempo automatizzato nella generazione di report e aggregazione di dati il risultato non sarebbe raggiungibile. Le difficoltà di progettazione possono essere affrontate facendo ricorso alle reti di scuole in cui

l'accordo può avere a oggetto attività didattiche, di ricerca, sperimentazione e sviluppo, di formazione e aggiornamento; di amministrazione e contabilità, ferma restando l'autonomia dei singoli bilanci; di acquisto di beni e servizi, di organizzazione e di altre attività coerenti con le finalità istituzionali¹⁸.

Gli studi su queste applicazioni in ambito accademico sono ancora limitati¹⁹ ma la base teorica che qui si vuole seguire prenderebbe spunto dal modello RAV ideato dall'INVALSI.

Il processo attuale e nuovo

Il MIUR, da tempo, ha già intrapreso la strada dell'autovalutazione e del miglioramento attraverso due strumenti: il RAV e il PDM.

Il Rapporto di autovalutazione, chiamato anche RAV, è lo strumento che accompagna e documenta il primo passo di valutazione previsto dall'SNV: l'autovalutazione

Il RAV contiene SEZIONI, AREE e indicatori per area. Le aree hanno un'autovalutazione basata su una rubrica.

Gli indicatori sono nazionali con la possibilità di aggiungerne nuovi a livello scuola, puntando ad evidenziare aspetti che non potrebbero essere trattati altrimenti.

Un sistema di EDM permetterebbe una valutazione più di dettaglio, tutto ciò che si potrà misurare numericamente potrà essere rilevato.

Inoltre sarà possibile condividere le informazioni con i propri collaboratori in maniera veloce, semplice e strutturata creando nuove analisi con pochi passaggi.

Quanto descritto riguarda la SEZIONE 4 del PDM: «*Valutare, condividere e diffondere i risultati del piano di miglioramento*»²⁰, l'obiettivo risulterebbe quindi raggiunto tramite l'informatizzazione dell'intero processo di autovalutazione.

Nella compilazione del RAV, la scuola raccoglie alcuni tra i suoi dati e li pubblica in un sistema ministeriale per la fruizione a terzi parti (Es.: famiglie)²¹ a cadenze temporali di lungo periodo. L'istituto dovrebbe invece impiegare dei sistemi intelligenti che facilitino in modo continuo e iterativo l'autovalutazione, adattando nel contempo i propri processi di miglioramento. Di seguito la schematizzazione di quanto detto, passando da un approccio lineare ad uno circolare retroattivo.

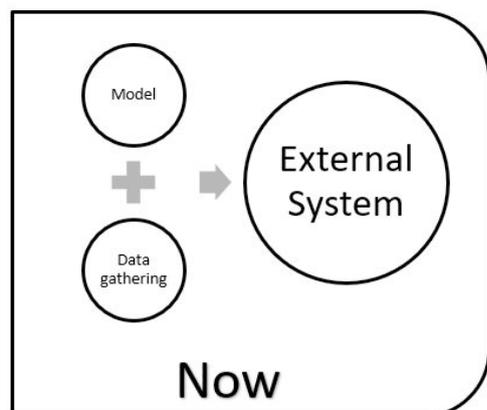


Figura 2 - Processo attuale

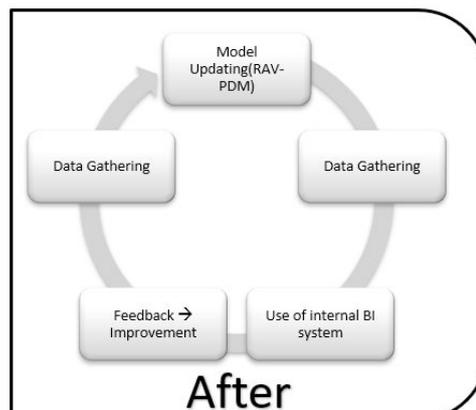


Figura 3 - Nuovo processo

Va però evidenziato come, facendo riferimento alla Fig. 4, la valutazione (che avviene nella fase di feedback→improvement), in quanto giudizio di valore, non possa essere automatizzata. Possiamo scegliere di automatizzare – entro certi limiti – la misurazione. La Fig. 3 invece evidenzia un processo il cui obiettivo è fotografare lo stato e renderlo pubblico. Sussiste però un’assenza di focus sull’utilizzo attivo e interno dei dati al fine del miglioramento.

Si riporta a titolo d’esempio il seguente indicatore RAV.

1.1.d Rapporto studenti - insegnante

1.1.d.1 Numero medio di studenti per insegnante

Numero medio di studenti per insegnante		
	Totale Posti	Numero Medio Studenti
	62,28	14,56
- Benchmark*		
CALTANISSETTA	3.689,68	11,45
SICILIA	63.532,69	11,72
ITALIA	675.757,49	11,29

Figura 4 - Il numero medio di studenti per insegnate

Esso rappresenta un dato indicativo ma non esaustivo. Il sistema di BI a partire da questo dato ci permetterebbe di:

- cliccare sul numero 14,56, visualizzare i dettagli dei dati derivanti dalla media, verificare in maniera puntuale quali sono i docenti che hanno più studenti, verificare per un dato docente se le performance nei vari anni hanno variazioni in base al numero di studenti assegnati e quindi informare le nostre decisioni.

Molti indicatori aggiunti dalla scuola sono creati ad hoc, con grande dispendio di tempo. Potrebbero essere prodotti automaticamente e con granularità (livello di dettaglio) maggiore dal sistema.

Altro caso: Analisi dei trasferimenti in uscita:

Annualità	Entrate	Uscite	Totale
1	+ 16	- 33	-17
2	+ 10	- 28	-18
3	+ 2	- 13	-11
4	+ 2	- 4	-2
5	+ 1	- 2	-1
Tot			- 48

Figura 5 - Trasferimenti in uscita

Avendo i dati in un sistema di BI sarebbe possibile effettuare analisi in qualsiasi direzione dimensionale, la tabella diventerebbe interattiva modificando la propria struttura automaticamente sulla base delle selezioni. Si potrebbero ricavare le seguenti informazioni:

- Creare dinamicamente un report dei trasferimenti degli studenti in uscita *per* voti conseguiti, valutando l'impatto.
- *Per* viciniorità rispetto alla residenza.
- *Per* numero di note disciplinari, approfondendo il rapporto col CdC.
- Collegare i dati con sorgenti relative all'orientamento in ingresso per determinare quanto un possibile scostamento dai risultati dei test psicoattitudinali possa causarne il trasferimento a posteriori.

Il penultimo esempio evoca delle dinamiche spesso viste nella quotidianità scolastica. Il CdC potrebbe prendere in considerazione, non tanto che la causa del trasferimento del discente possa essere dovuta ad un alto numero di note disciplinari, (queste informazioni non restituiscono necessariamente un rapporto di causa-effetto, anzi, lo fanno molto di rado, ma sono preziosi elementi informativi per ragionare sui processi), piuttosto che esse stesse rappresentino epifenomeni di malfunzionamenti sistemici sui quali intervenire in tempo.

Il dirigente potrebbe non avere piena visibilità dei casi all'interno dell'istituto e cosa peggiora, non potendo monitorare anzitempo, non potrà prendere decisioni informate che migliorino il *trend*. Il sistema potrebbe segnalare tramite un avviso automatizzato il superamento di una soglia per un certo numero di note, permettendo al dirigente di

avere il pieno controllo della situazione disciplinare degli studenti dell'istituto e di attivare necessari percorsi educativi che facciano rientrare l'emergenza, con impatto migliorativo sulla dispersione scolastica. Un EDM, permette di navigare i dati in tempo reale e in maniera dinamica, e laddove il dirigente o chi per lui ne fosse in grado, sarebbe possibile creare con semplici trascinatori di oggetti visivi nuovi report, costruiti automaticamente in base alle correlazioni esistenti tra i dati. Allo stato attuale, il dirigente può commissionare ai suoi referenti la creazione di determinati report, ma ogni richiesta necessita di un flusso di lavoro che produce un output statico e con valore limitato nel tempo.

L'applicazione di sistemi informatici automatizzati, a supporto dei processi che delineano l'istituzione scolastica, permette di:

- Sapere cosa succede di preciso nell'istituto dove si hanno responsabilità amministrative, civili e penali.
- Prendere decisioni in base a quello che effettivamente succede.
- Capacità di presentare dati certificati alle istituzioni e alle famiglie.

Il modo in cui le persone compiono il loro ruolo e fruiscono delle informazioni sta cambiando. Non si sta più seduti all'interno dell'istituto a fruire delle informazioni su postazioni PC fisse. L'informazione deve essere disponibile ovunque e in qualsiasi momento per prendere decisioni importanti in maniera tempestiva.

Ogni dirigente scolastico, e docente, è coinvolto nelle seguenti problematiche:

- Perché i miei studenti vanno male?
- Perché non vanno al meglio? Quali sono le possibili cause?
- Come posso aumentare le iscrizioni del mio istituto?
- Che impatto ha avuto il mio orientamento? (Analisi Social e Sentiment Analysis)

È necessario raccogliere e analizzare in maniera automatica i dati dei processi che si mettono in atto e avere una visione storica del dato.

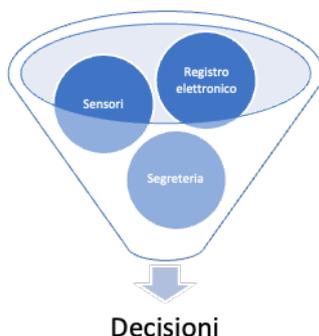


Figura 6 - integrazione dei dati

Il dirigente ha la necessità di monitorare insieme ai suoi collaboratori l'andamento dei processi relativi alle funzioni strumentali/aree.

- PCTO
- Area della didattica
- Orientamento
- Valutazione
- Progetti PON
- Team dell'innovazione
- Dipartimenti
- Altro

Sorgenti informative ed indicatori

Concentriamoci sui possibili indicatori da poter monitorare al fine di comprendere se il processo di gestione dell'alternanza scuola lavoro, adesso PCTO, viene gestito al meglio. L'alternanza scuola lavoro è tutt'oggi soggetta a continui stravolgimenti.

La stessa piattaforma²² ministeriale non risulta essere ancora operativa al 100%, ma ciò che concerne il sistema di BI, ovvero la valutazione dei processi di PCTO messi in atto dall'istituto scolastico rimane materia immutabile, competenza del collegio dei docenti e basata sulla «guida operativa per la scuola» dettata dal MIUR²³.

Da premettere che la gestione e progettazione dell'offerta PCTO varia da scuola a scuola ma gli indicatori delineati possono essere comuni²⁴. In un primo test nella provincia di Caltanissetta dove il registro elettronico risultava essere 'Archimede'²⁵ le seguenti sorgenti informative sono state utilizzate:

- Dati raccolti dai questionari (Es.: questionario gradimento alunni e struttura ospitante)

Questi vengono effettuati in modalità cartacea e non sono inseriti in alcun sistema informatico che permetta un'analisi a posteriori e nel tempo.

- Dati esportati da registro elettronico relativamente ai dettagli per singola attività ASL svolta.
- Dati esportati da registro elettronico sulle attività per singolo alunno.
- Dati del registro delle presenze (attualmente cartaceo) per singola attività e singolo alunno.

Alcuni indicatori calcolabili dal sistema sono:

- ***Num. di convenzioni effettuate***
- ***Tipi di convenzioni (albo, rete, aziende...)***
- ***Num. di studenti coinvolti***
- ***Voto alunno per attività***
- ***Num. ore svolte TOT***
- ***Num. ore svolte curriculari***
- ***Num. ore svolte extra curriculari***
- ***Num. ore svolte dentro periodo didattico***
- ***Num. ore svolte fuori periodo didattico***
- ***Num. di rubriche di valutazione effettuate***

Lo step successivo è capire come utilizzare questi indicatori. Ad esempio, molte attività di PCTO non vengono valutate con una rubrica di valutazione finale, spesso perché l'attività è incompleta o poco articolata/significativa per essere valutata. L'ultima KPI risulta così essere un indice dal quale evincere quanti percorsi si sono conclusi al 100% e quanti ne sono rappresentativi.

Le attività non valutate vanno scartate perché non misurabili, non possiamo quindi migliorarle o riproporle seguendo dei criteri pedagogici e didattici. Il sistema di BI segnalerebbe tutto questo, e il dirigente (o funzione strumentale) potrebbe suggerire dove agire per migliorare il processo in atto.

Un altro esempio di analisi possibile da compiere consiste nel monitorare l'andamento didattico durante lo svolgimento da parte degli studenti delle attività di PCTO, potendo effettuare introspezione per attività svolte in orario intra ed extra curriculare, dentro/fuori periodo didattico.

A volte infatti è possibile notare un sistematico calo delle performance scolastiche degli studenti che partecipano alle attività di PCTO per alcune discipline, dovute alla mancanza di personalizzazione dei programmi.

I PCTO, se ben progettati dal CdC, devono permettere di sviluppare competenze oggetto delle discipline di studio che il docente dovrebbe poter valutare. Capita che parte degli studenti di una classe partecipino a dei PCTO in orario curriculare assentandosi dalle lezioni ordinarie. A distanza di tempo i docenti tendono a rilevare valutazioni sommative pretese su argomentazioni svolte dal solo gruppo classe che non ha partecipato allo specifico PCTO. Di fatto si tratta di una mancanza di personalizzazione della programmazione per gli studenti impegnati in attività. Senza un sistema EDM è praticamente impossibile per i docenti stessi tenere sotto controllo la storia dei propri studenti (in media 100), pensiamo cosa possa significare per un dirigente in qualità di responsabile didattico.

La linea del ministero è quella di avere meno ore è percorsi di qualità²⁶, è lecito quindi domandarsi:

- Per avere la certezza e poter dimostrare che i percorsi attivati siano di qualità è indispensabile avere un cruscotto aggiornato e dinamico che faccia il punto della situazione?
- È indispensabile che il dirigente in qualità di responsabile della didattica disponga di dati aggiornati per intervenire e prendere decisioni in tempo al fine di migliorare la linea intrapresa dai propri collaboratori?

Relativamente al monitoraggio dell'andamento didattico degli alunni dell'istituto, potremmo ad esempio interrogare il sistema per effettuare una analisi del voto per le varie discipline e per periodo temporale ricavando un primo quadro utile al coordinatore.

Alcune delle KPI possibili:

- Misura voto (compreso segni i, -, +)
- Misura ritardi
- Misura note
- Misura comunicazioni famiglie
- Misura numero osservazioni effettuate
- Misura distribuzione delle osservazioni

Il cattivo andamento didattico dello studente a volte è determinato dal fatto che esso si ritrovi molte osservazioni concentrate nello stesso periodo temporale con un aumento improvviso del carico didattico tra le diverse materie oggetto di studio. Questo spesso è causato dalla corsa alle osservazioni da parte dei docenti in periodi di scrutini. Il dirigente (o coordinatore di classe) monitorando i dati potrebbe orchestrare al meglio il CdC indicando una distribuzione migliore e programmatica delle verifiche.

- misura tempo tra un'osservazione e un'altra (dovrebbero essere ben distribuite)
- misura quantità incontri genitori (oltre gli incontri standard)

Le misure appena descritte possono essere analizzate secondo le seguenti DIMENSIONI di ANALISI:

- Tipo Osservazione (orale, scritta, lab, BES, altro)
- Disciplina
- Indirizzi (settore→indirizzo→articolazione)
- Sezione
- Docenti
- Calendario→ Periodi Didattici

Un'altra analisi presa in considerazione è: *variazione tra la media dei voti pre e post scrutinio*. Questo processo dovrebbe essere oggetto di ulteriori approfondimenti, le variabili che intercorrono tra i diversi componenti del CdC e che comportano la variazione, normalmente in positivo, del voto degli studenti, sono molteplici. Un indice di variazione troppo elevato e costante nel tempo, quasi fosse prassi consolidata, segnala la probabilità che alcune variabili dovevano essere prese in considerazione in maniera preventiva sin dall'inizio dell'anno scolastico, comportando un'individualizzazione/personalizzazione della programmazione al fine di portare a termine un'azione didattica efficace in tempo utile. Minimizzare questo gap è sintomo di una corretta valutazione, frutto delle sinergie tra le visioni valutative collegiali, che tramite un EDM potranno essere costantemente condivise.

Il sistema consentirebbe nel tempo l'utilizzo di tecniche più evolute per effettuare le varie analisi. Ad esempio l'applicazione di algoritmi di intelligenza artificiale²⁷.

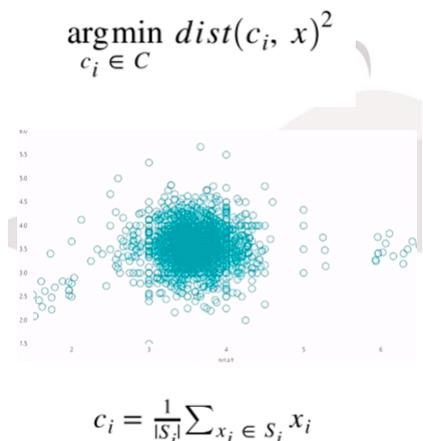


Figura 7 - data set non clusterizzato

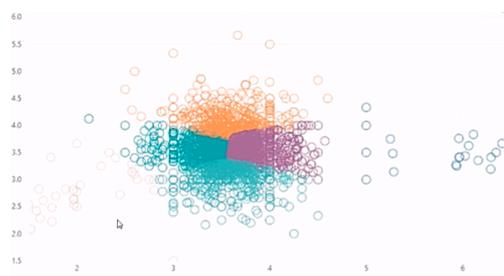


Figura 8 - data set clusterizzato

Si può pensare di applicare l'algoritmo K-Means ai dati del sistema di BI. Nel data mining e nel machine learning, il clustering è una delle tecniche più importanti di raggruppamento di oggetti non etichettati.

Il sistema può raggruppare gli studenti basandosi su più variabili da noi impostate, come:

- le tipologie di materie con giudizio sospeso.
- impegno orario di lavoro a casa dichiarato.
- note disciplinari.
- livello di attenzione in classe (diversi sistemi misurano l'attenzione media della classe, in maniera anonima grazie all'uso di telecamere).

Questo permette di analizzare la correlazione tra i dati, individuando delle problematiche/caratteristiche che accomunano i discenti ed evidenziando cluster di problematiche. Un altro problema che potrebbe essere affrontato con questa tecnica è la composizione delle classi del triennio. Possono essere elaborate dei cluster secondo parametri atti a formare classi omogenee secondo variabili prestabilite che abbiano un senso nel contesto d'interesse.

Esempi di dashboard

Le dashboard realizzate dalla DELL²⁸ rendono l'idea di come il sistema vero e proprio potrebbe sembrare grazie all'utilizzo della piattaforma Microsoft Power BI. Quest'ultima risulta essere gratuita per uso su singola postazione e presenta per l'ambito Education dei piani con costi irrisori e rappresenta la base tecnologica sulla quale sviluppare i sistemi delle diverse scuole.

Le dashboard sono dei cruscotti iniziali dalle quali far partire le proprie analisi. Il sistema nel suo insieme permetterebbe di azionare una qualsiasi KPI ed effettuare operazioni di *drill down* e *drill through* (funzionalità non implementata nella demo in questione).

Dashboard iscrizioni

- Questa dashboard mostra l'andamento delle iscrizioni nel tempo. Alcune KPI sono le popolazioni a rischio, definita in base a certi criteri che andrebbero stabiliti collegialmente.
- Analisi delle iscrizioni per popolazione e collegamento ai rendimenti scolastici.

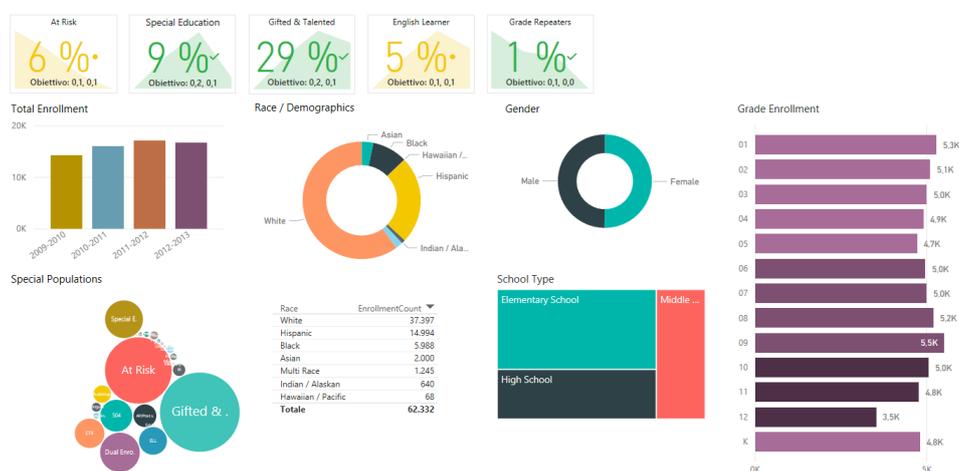


Figura 9 - Dashboard iscrizioni

Dashboard Studenti

- GPA=Grade Point Average, quanto vai bene o male nei corsi in media, rispetto alla classe.
- Andamento delle materie nei vari anni. Perché c'è un calo? Individuare situazioni problematiche.
- Confronta il trend degli studenti sulla classe, sull'indirizzo, sull'istituto e punti anomali nella valutazione, voti e presenze.

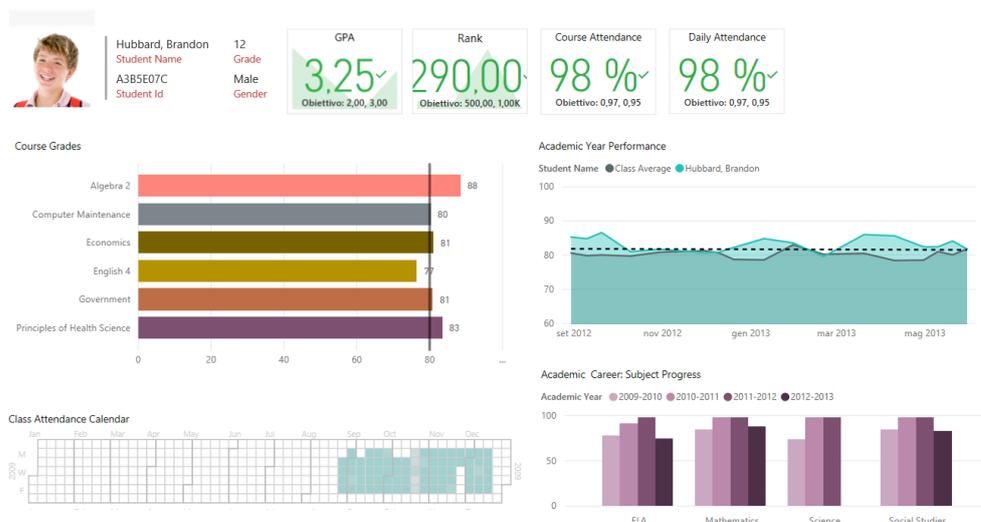


Figura 10 - Dashboard studenti

Dashboard Docenti

- a) Qui ogni docente può tenere sotto controllo i propri obiettivi e decidere le proprie strategie per il raggiungimento del giusto target.

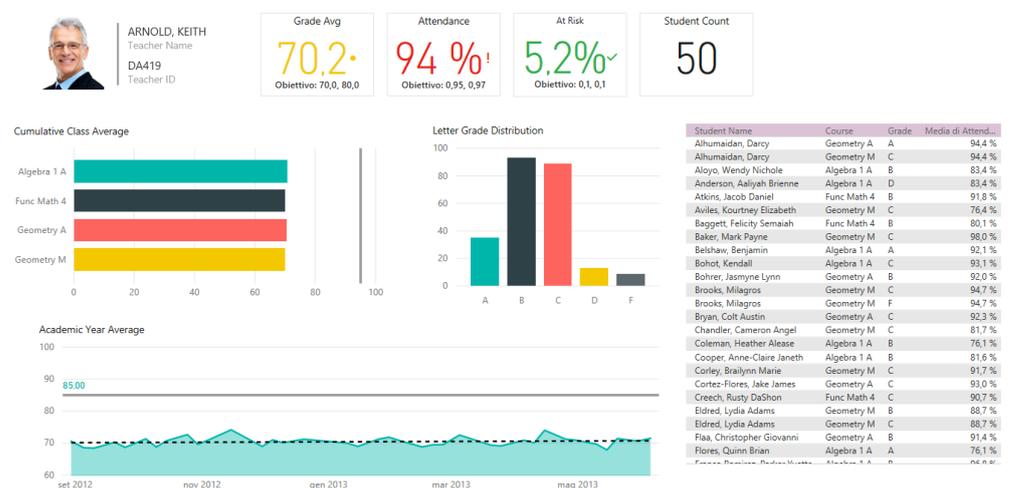


Figura 11 - Dashboard docenti

Dashboard previsioni di successo studenti

- a) Molti studenti non sono in grado di elaborare la propria situazione in termini di andamento didattico, ritrovandosi alla fine dell'anno con bocciature che non riescono a spiegarsi (capita che ne prendano coscienza gli ultimi mesi). Oltre al corpo docenti che riuscirebbe ad avere una visione chiara dei propri

discenti, questa dashboard è utile per il miglioramento delle *soft skills* dello studente stesso, che inizierà ad avere consapevolezza del proprio processo formativo. In questo caso specifico l'utilizzo di questi strumenti da parte degli studenti impone che ci sia la loro consapevolezza sul limite del modello.



Figura 12 - Dashboard previsioni di successo

Dashboard Monitoring del livello di successo studenti

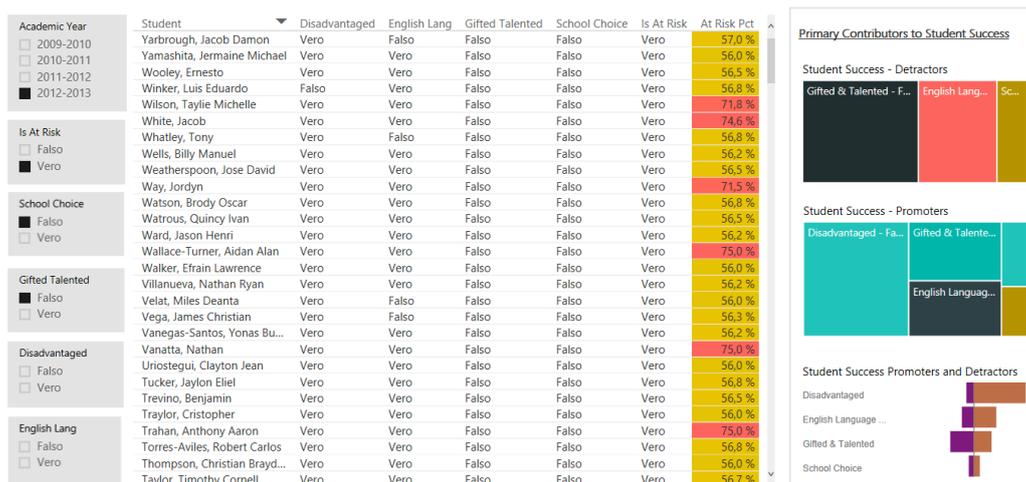


Figura 13 - Dashboard successo studenti

Le fasi di realizzazione del progetto

La realizzazione di un tale progetto in una istituzione complessa come quella scolastica, con diverse anime di pensiero, risulta molto ambiziosa.

Il sistema deve²⁹:

- Rendere le informazioni facilmente accessibili.
- Presentare le informazioni in modo coerente.
- Essere adattabile alle modifiche ed elastico.
- Essere un bastione sicuro per proteggere le informazioni.
- Servire come base per prendere decisioni migliori.
- La comunità scolastica deve accettare il sistema, se questo deve essere considerato di successo.

Uno dei principali problemi nello sviluppo delle piattaforme EDM, appurata la volontà politica dell'istituzione scolastica di voler perseguire il percorso di monitoraggio e miglioramento continuo, volontà senza la quale il progetto sarebbe fallimentare, è rappresentato dai costi che una singola scuola dovrebbe sostenere.

Nel contesto pubblico scolastico l'opportunità di prevedere delle Reti di Scuole pone la messa a fattor comune dei medesimi obiettivi e la condivisione di risorse umane dalle competenze specifiche, inoltre i costi di licenza dei software di analytics sono state abbattute da applicativi come Microsoft Power BI o Qlik. Si potrebbe pensare ad un primo progetto pilota, messo successivamente a disposizione dell'intero sistema scolastico nel quale sviluppare e consolidare le prime pratiche.

Ulteriormente il progetto potrebbe essere presentato da una Rete di Scuole sotto il programma Erasmus + → Azione chiave 2 → Cooperazione per l'innovazione e lo scambio di buone pratiche → Partenariati strategici nel settore dell'istruzione, della formazione e della gioventù, e/o sfruttare la possibilità di protocolli in rete del MIUR³⁰ o progetti PON scuola³¹.

Per iniziare andrebbe effettuata:

- Analisi del patrimonio informativo scolastico (Registro elettronico, SW segreteria, ecc.).
- Creazione di un framework di indicatori per area e match con i dati disponibili.

Senza però una chiara definizione di base dei processi, non vi può essere un sistema di supporto alle decisioni.

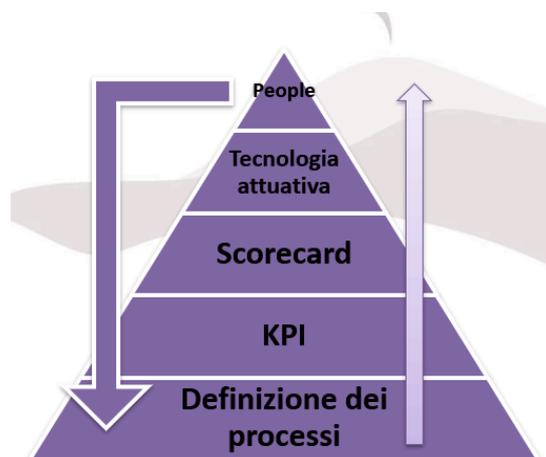


Figura 14 - Piramide decisionale

Senza le persone in cima alla piramide, utilizzatori di una tecnologia attuativa per monitorare le scorecard e le KPI ovvero rappresentazione schematica di processi sottoposti ad un continuo miglioramento, non ci può essere EDM.

In maniera retroattiva i processi monitorati dalle persone permettono di aumentare le performance o ridefinire gli stessi al fine di un miglioramento.

Dal punto di vista tecnico il sistema seguirebbe il seguente ciclo di vita³².

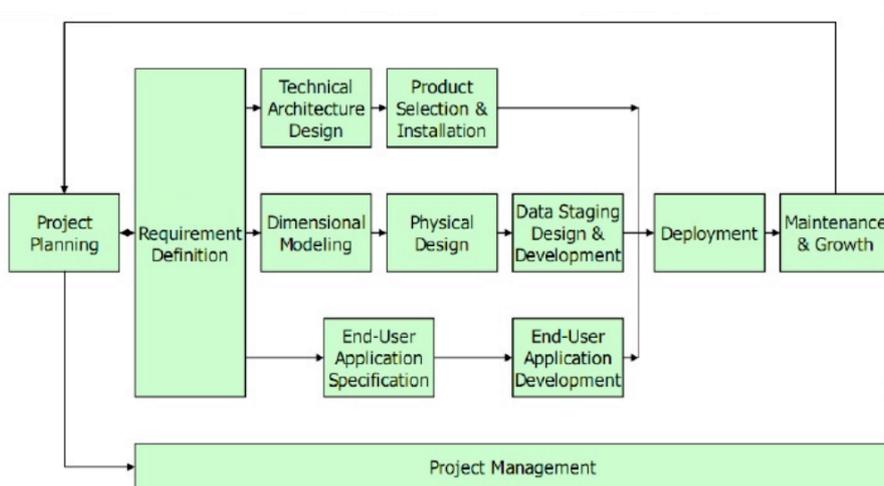


Figura 15 - Ciclo di vita

In particolare, si evince come la continua manutenzione e crescita del sistema, permette di evolvere il monitoraggio in maniera dinamica e continua.

Problemi di integrazione riscontrati nelle fasi iniziali della sperimentazione

La sperimentazione, avviata per un breve periodo presso un Istituto d'istruzione secondaria di secondo grado di Caltanissetta, ha evidenziato le prime criticità di tipo

tecnico, per ciò che concerne l'integrazione dati verso il registro elettronico. In particolar modo, per accedere ai propri (della scuola) dati in un formato che fosse di facile elaborazione per il sistema di *analytics*, e averli sempre aggiornati cadenzatamente, si rendeva necessario la stipula di accordi aggiuntivi con la casa di sviluppo SW. Considerate le latenze di risposta, si è optato, in questa prima fase di ricerca, per la creazione di un software di integrazione che potesse esportare, automaticamente, al sistema di *analytics*, i dati dall'applicativo web di qualsiasi registro elettronico, riorganizzandoli in maniera utile.

VINCENZO MILAZZO
Ministero dell'Istruzione

¹ I. Blau, O. Presser, *E-Leadership of school principals: Increasing school effectiveness by a school data management system*, «British Journal of Educational Technology», Vol. XLIV, 6 (2013), pp. 1000-10011.

² R. Ferguson, *Learning analytics: drivers, developments and challenges*, «International Journal Technology Enhanced Learning», Vol. IV, 6 (2012), pp. 304-317.

³ J. Scheerens, *Efficacia e Inefficacia Educativa. Esame critico della Knowledge Base*, Springer, Berlino 2018.

⁴ INVALSI, *La valutazione delle scuole in Italia: a cosa serve, come è realizzata*, 2016, p. 4.

⁵ J. Scheerens, C.A.W. Glas, S.M. Thomas, *Education Evaluation, Assessment and Monitoring. A Systemic Approach*, Swet & Zeitlinger, The Netherlands 2003.

⁶ A. Paletta, *Intellectual capital management and school performance*, «RicercaAzione», Vol. VI, 1 (2015), pp. 111-126.

⁷ L.D. Scott, *Successful Beginning Teachers: A Developmental Model of Support and Assessment*, «Teacher Education Quarterly», Teacher Induction, Vol. XXII, 4 (1995), pp. 93-105.

⁸ A. Di Liberto, F. Schivardi, M. Sideri, G. Sulis, *Le competenze manageriali dei Dirigenti Scolastici italiani*, «Programma education FGA working paper», N. 48, Fondazione Giovanni Agnelli, Torino 2013.

⁹ R. Kaplan, D. Norton, *The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance*, «Harvard Business Review», 1 (1992), pp. 71-79.

R. Kaplan, D. Norton, *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*, «Harvard Business Review», Vol. IX, 4 (1997), pp.74-75.

¹⁰ V. Umashankar, K. Dutta, *Balanced scorecards in managing higher education institutions: an Indian perspective*, «International Journal of Educational Management», 23 (2007), pp. 54-67.

D.F. Beard, *Successful Applications of the Balanced Scorecard in Higher Education*, Southeast Missouri State University, «Journal of Education for Business», 5 (2009) pp. 275-282.

¹¹ B.P.M. Creemers, L. Kyriakides, *Using the Dynamic Model to develop an evidence-based and theory-driven approach to school improvement*, «Irish Educational Studies», Vol. XXIX, 1 (2010), pp. 5-22.

¹² S. Linardatou, *Data-Driven Decision Making with Education Insights in Microsoft Teams*, E2 2021.

¹³ Gruppo indipendente di esperti ad alto livello sull'intelligenza artificiale istituito dalla commissione europea nel giugno 2018, *Orientamenti etici per un'IA affidabile*.

¹⁴ D. Lupton, M. Santori e P. Palmiello (a cura di), *Sociologia digitale*, Pearson, Londra 2018.

¹⁵ E.S.B. Mohamad, I.B. Mohamed, *MyBI: A Business Intelligence application development framework for Malaysian public sector*, «Statistics in Science, Business, and Engineering», ICSSBE 2012: International Conference on Statistics in Science Business and Engineering, 2012, pp.1-4.

¹⁶ L. Molensky, W. Ketter, J. Collins, J. Bloemhof, H. Van De Koppel, *Business intelligence gap analysis: A user, supplier and academic perspective*, «Proceedings of the 12th International Conference on Electronic Commerce: Roadmap for the Future of Electronic Business», (2010), pp. 119-128.

¹⁷ D.T. Campbell, *Assessing the impact of planned social change*, «Evaluation and Program Planning», Vol. II, 1 (1979), pp. 67-90.

¹⁸ Comma 2 dell'articolo 7 del D.P.R. 275/1999.

¹⁹ M. Muntean, A.R. Bologa, R. Bologa, A. Florea, *Business Intelligence Systems in Support of University Strategy*, «Recent Researches in Educational Technologies», (2011), pp. 118-123.

²⁰ INDIRE, *Piano di Miglioramento (PdM)*.

²¹ A tal proposito si veda il servizio MIUR, *Scuola in chiaro*, <https://cercalatuascuola.istruzione.it/>.

²² www.alternanza.miur.gov.it.

²³ MIUR, *Percorsi per le competenze trasversali e per l'orientamento linee guida* (ai sensi dell'articolo 1, comma 785, legge 30 dicembre 2018, n. 145).

²⁴ http://www.alternanza.miur.gov.it/scuole_valutare.html.

²⁵ <https://a.registroarchimede.it/>.

²⁶ MIUR, *Novità della Legge di Bilancio 2019 in tema di percorsi per le competenze trasversali e per l'orientamento*, nota ministeriale 3380 del 18 febbraio 2019.

²⁷ K. Venkatachalapathy, V. Karthikeyan V.J. Vijayalakshmi, V. Ohmprakash, *Educational Data Mining Tools: A Survey from 2001 to 2016*, Second International Conference on Recent Trends and Challenges in Computational Models (ICRTCCM).

²⁸ <https://powerbi.microsoft.com/it-it/partner-showcase/dell-edm/>.

²⁹ R. Kimball, M. Ross, *Data Warehouse*, Hoepli, 2003.

³⁰ <https://www.istruzione.it/ProtocolliInRete/index.html>.

³¹ <https://www.istruzione.it/pon/>.

³² R. Kimball, M. Ross, *Data Warehouse*, cit.