

Tecnologia

Francesco **Cigada**, Fabrizio **Pasquali**

Dai paradossi all'esame

Valutazione

Un paradosso – dal greco *παρά* (contro) e *δόξα* (opinione) – è un ragionamento che appare corretto e coerente, ma porta a risultati contraddittori e contro intuitivi... con i quali occorre comunque fare i conti.

Un paradosso è quindi un ragionamento che percorre una logica coerente, ma si allontana bruscamente da quello che si riteneva ovvio e intuitivo. Ogni paradosso può risultare – e lo è stato in passato – un potente stimolo per riflettere e per evidenziare i limiti di un ragionamento puramente razionale.

Nella storia umana i paradossi sono stati spesso narrati attraverso racconti immediati con esiti inattesi, e proprio tale spiazzamento ha favorito lo sviluppo del sapere, e ha permesso di scoprire regole matematiche impensate o leggi fisiche imprevedute, per fare condividere infine conclusioni ritenute in precedenza inaccettabili. Che fosse la Terra e non il Sole a muoversi nel cielo è stato vissuto dalle persone, per un lungo periodo, come un paradosso.

Questo percorso può salpare dai paradossi di Zenone (la freccia non colpirà mai il bersaglio e Achille non riuscirà a raggiungere la tartaruga... dimezzando... e di-mezzando ancora ricorsivamente le distanze), visitando con



cautela le imboscate logiche del cretese Epimenide (“Tutti i cretesi mentono” e ancora “La frase seguente è falsa. La frase precedente è vera”) o sbarcando con una duttile capriola da San’Agostino (“Se vuoi essere grande, devi essere piccolo”). Ancora oggi ci si continua a interrogare sulle antinomie proposte da Kant (tra la finitezza o l’infinito nell’universo espandibile; tra la divisibilità o l’indivisibilità delle particelle subatomiche; tra la libertà o la necessità per gli eventi quotidiani), e sull’asserzione di Russell che ha tolto supporti alla coerenza della matematica (“L’insieme di tutte le tazze da tè (o di tutti i quadrati) non è una tazza da tè (e neppure un quadrato”).

Ancora oggi gli scienziati si scontrano e s’incontrano sulla falsificazione del modello sulla luce, presentato come onda (pura energia) oppure come corpuscolo (pura materia), per atterrare sul paradosso dei gemelli, raccontato da Einstein per spiegare la teoria della relatività generale.



Questa rotta non può evitare di incrociare i koan degli insegnamenti zen (“Poiché tu puoi sentire il suono di due mani quando battono l’una contro l’altra” disse il maestro Mokurai “ora mostrami il suono di una sola mano”) o le sintesi del musicista John Cage che, dopo aver dichiarato “non ho niente da dire” e si è reso conto che aveva detto qualcosa, e allora ha scritto lo spartito per piano 4’33” componendo una musica di quattro minuti e trentatré secondi di silenzio.

I. Contributi alla prova scritta di Italiano Paradossi per fornire immagini e riflessioni

Questi spunti tecnologici sono rivolti a far riflettere gli studenti sulla cittadinanza attiva e responsabile, tenendo presente che si possono filtrare dentro un’ampia varietà di tracce per la prova scritta di Italiano.

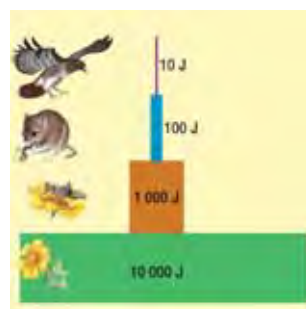
Pianeta da nutrire

Gli affamati e gli obesi

Un primo paradosso alimentare evidenzia il dato per cui ancora oggi nel mondo vi sono quasi un miliardo di persone che soffrono la fame per carenza di cibo, con danni che si ripercuotono anche sull’ambiente sociale e naturale, sia a livello locale che globale. Ma nello stesso tempo, in altri luoghi del mondo, vi sono oltre un miliardo di persone obese per eccesso di cibo, con gravi rischi sia per la loro salute che per le relative strutture sociali e sanitarie. L’obesità sta diventando la principale causa di malattia che affligge l’umanità in questo secolo entrante, e si diffonde anche tra popoli che non conoscevano l’obesità, per la maggiore sedentarietà e per la disponibilità ininterrotta di cibi manipolati. La fisiologia umana si è evoluta e si è costruita mangiando poco (il giusto e l’opportuno) e muovendosi molto (per procurarsi il necessario); l’eccesso di cibo manipolato e lo scarso movimento quotidiano, che s’intrecciano perversamente tra di loro, stanno creando conseguenze drammatiche come malattie cardiovascolari, diabete, tumori, osteoartrite, ipertensioni. Il modello Okinawa mostra che per vivere con benessere fisico occorre fare molto movimento, condividere forti relazioni sociali e mangiare poco, come in situazione di restrizione alimentare.

Gli uomini o gli animali

Un secondo paradosso alimentare mostra il rapporto per cui sempre meno terreno agricolo viene coltivato a cereali per alimentare l’umanità, ma sempre più terreno viene utilizzato per nutrire gli animali, che a loro volta diventeranno



cibo per l'uomo. Questa tendenza riduce lo spazio a disposizione per nutrire gli uomini, spingendo l'agricoltura verso coltivazioni sempre più intensive, energeticamente costose, addensando nel suolo troppi fertilizzanti, diserbanti, pesticidi. Tra l'altro per produrre una porzione di pasta occorrono globalmente (considerando ogni fase del processo) 150 litri di acqua, mentre per produrre una fetta di carne occorrono 1500 litri di acqua. È ancora una volta il rapporto 1/10, proprio delle catene/piramidi alimentari; così per passare dai vegetali ai carnivori il rapporto diventa 1/100.

Gli sprechi e i rifiuti

Un terzo paradosso alimentare esplicita il fatto per cui, di tutto il cibo prodotto considerando solo la parte effettivamente edibile, un terzo diventa rifiuto alimentare che si butta via. Sono alimenti in scadenza, cibi invenduti, avanzi non consumati a tavola, piatti dimenticati in dispensa, cibi buttati tra i rifiuti... questa quantità equivale al triplo del cibo necessario per sfamare tutti coloro che soffrono la fame. Ogni anno lo spreco alimentare nel mondo supera il miliardo di tonnellate; nella sola Italia i rifiuti alimentari assommano a sette milioni di tonnellate: una quantità sufficiente per sfamare 1/3 della popolazione italiana. È stato calcolato che il valore complessivo del cibo sprecato assomma a circa 500 miliardi di euro; questo spreco, sommando tutti i componenti della filiera produttiva, è responsabile per l'11% delle emissioni di anidride carbonica, un gas serra che vorrebbero tutti ridurre per evitare di surriscaldare il nostro pianeta.

Ambiente da sostenere

L'Artide e l'Antartide

Un primo paradosso ambientale affronta il nodo del riscaldamento globale, causato dalle emissioni umane di gas serra; un evento studiato da anni da numerosi scienziati e ormai riconosciuto come il maggiore pericolo per la sopravvivenza del nostro mondo, che tuttavia rimane ancora oscuro e contraddittorio. L'aumento della temperatura terrestre sta facendo sciogliere i ghiacci del Polo Nord: ogni 10 anni la sua superficie si sta riducendo del 10%. Oggi si estendono per 8,39 milioni di chilometri quadrati, ovvero 1,71 milioni di chilometri quadrati in meno della media di venti anni fa; il tasso medio giornaliero di scioglimento si aggira sui 77.000 km² al giorno. Al contrario i ghiacci del Polo Sud stanno aumentando di circa l'1% per decade, anche se non in modo omogeneo. Se i ghiacci dell'Artide si sciolgono così velocemente per l'aumento della temperatura terrestre, che nella regione artica è cresciuta di 4°C sopra le medie dell'ultimo secolo, in Antartide vi è addirittura un loro aumento. Alcuni ipotizzano che la causa stia nelle maggiori evaporazioni dei mari del sud con conseguenti maggiori nevicate; altri ritengono che il buco antartico dell'ozono abbia creato una circolazione di venti molto freddi; tutti si interrogano su come questo fenomeno evolverà nei prossimi anni.



La quantità di Terre

Un secondo paradosso ambientale è legato ai calcoli dell'impronta ecologica, che quantifica quanto terreno è necessario per sostenere i consumi di una popolazione, costituita da una sommatoria di persone reali, ciascuna con proprie abitudini e una sua impronta ecologica. L'impronta ecologica misura l'area biologicamente produttiva di mare e di terra necessaria per rigenerare le risorse consumate da una popolazione umana e per assorbire i rifiuti prodotti; permette di stimare quanti pianeti Terra servono per sostenere l'umanità, qualora tutti vivessero secondo un determinato stile di vita. Le risorse che oggi consumiamo globalmente a livello mondiale richiedono già 1,5 Terre; quindi stiamo sfruttando mezzo mondo in più di quello effettivamente a disposizione, intaccando riserve non rinnovabili. Se tutta la popolazione mondiale avesse lo stesso consumo medio dell'Italia servirebbero le risorse di 2,44 pianeti Terra. Se questo sviluppo proseguirà senza significativi cambiamenti, mentre le popolazioni meno sviluppate cresceranno e chiederanno maggiori forme di benessere, allora nel 2050 è stato calcolato che, rispetto alle risorse di terreno e mari necessari, occorreranno tre pianeti per soddisfare queste richieste.

La domanda "da dove tirare fuori tre Terre?" può diventare la riflessione "Come verrà massacrata quest'unica Terra?".



L'effetto rebound

Un terzo paradosso ambientale afferma che i miglioramenti tecnologici, rivolti ad aumentare l'efficienza di una risorsa per ridurne il consumo, in realtà possono fare aumentare il consumo di quella risorsa, anziché diminuirlo. Infatti l'aumento di efficienza si può tradurre in una diminuzione dei costi, e questo fatto tende a fare aumentare i consumi. Ovviamente questo aumento avviene solo se la domanda è variabile; se invece la domanda è rigida, la riduzione del costo ambientale rimane parallela alla diminuzione del consumo della risorsa; sta il fatto che ogni domanda ha sempre e comunque una parte di elasticità, per l'effetto rebound (rimbalzo). Da questo effetto non consegue certo di ostacolare l'aumento di efficienza nell'uso delle risorse (ridurrebbe la qualità della vita e il benessere della gente), ma resta il fatto che un motore a vapore o a scoppio (o a idrogeno) più efficiente ha permesso e permetterà di far viaggiare più persone. D'altronde quanto più un servizio sanitario diventa più qualificato, più economico, più efficiente e più diffuso tanto più diventa costoso, in quanto si rivolge a quantità crescenti di persone, sempre più anziane e più bisognose di cure.



2. Contributi alla prova scritta di Matematica

Paradossi per fornire idee e procedure

Questi spunti tecnologici fanno riferimento a una prova scritta di matematica in cui gli studenti sono chiamati a leggere eventi inattesi per ricercare errori e contraddizioni, per poi costruire modelli mirati nei quali rappresentare e consolidare il proprio sapere.

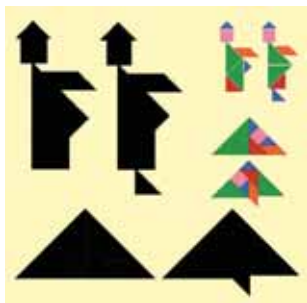
Il triangolo impossibile

Il matematico Roger Penrose, in occasione di un Congresso mondiale di matematica (1958), ha pubblicato il disegno di un oggetto triangolare costruito con tre barre collegate l'una all'altra per mezzo di angoli retti, dove ciascun angolo retto è rappresentato correttamente, ma è collegati agli altri in modo anomalo, per cui la somma degli angoli interni di un triangolo risulta 270 gradi, dato impossibile per un triangolo. Questo triangolo è un solido formato da tre prismi a base quadrata uniti con tre angoli retti. Nella geometria euclidea (non in quella topologica) la somma degli angoli interni di un triangolo deve essere di 180°, per cui in un triangolo ci può essere solo un angolo retto. È possibile costruire un oggetto simile e impossibile ... usando elementi curvi o lasciandolo aperto, per cui si ha l'illusione di un triangolo solo guardandolo da un preciso punto di vista.



I tangram gemellati

Con due serie identiche dei sette pezzi del tangram è possibile costituire due figure che appaiono uguali, tranne per un particolare che è presente in una figura ma non nell'altra. Ovviamente entrambe le figure sono state costruite utilizzando tutti e sette i pezzi del tangram. La paziente e piacevole operosità dei matematici ha trovato decine di questa figure quasi gemelle. In questo caso esiste una soluzione, in quanto la matematica (virtuale) propone modelli molti più semplici e univoci della realtà fisica, assai più complessa e intrecciata. L'ambiguità si fonda a livello percettivo in quanto che le dimensioni delle due figure gemelle non sono identiche come sembrano, ma differiscono leggermente tra loro. La superficie dei due tangram non può che essere la stessa.



La costruzione dei due monaci zen gemelli consente di analizzare le possibili varianti e modulazioni di pochi elementi di base (non solo geometrici, ma anche di basi azotate o di particelle elementari) per ottenere una sorprendente varietà di risultati. Disponendo variamente i sette pezzi del tangram si può ricavare, ed è stata costruita, qualsiasi cosa.

Le dis-equazioni algebriche

Uno è uguale a uno; due è uguale e due. Oppure si può dimostrare che uno è uguale a due. Ogni alunno può scoprire e motivare il passaggio critico in questa procedura algebrica; d'altronde la matematica è il linguaggio più adatto per mettere in relazione degli oggetti in coerenti ed equilibrate equazioni. Usare numeri o lettere o altri simboli è relativamente irrilevante: i numeri riguardano un evento particolare che può essere generalizzato sostituendo ai numeri delle lettere; scrivendo invece dei numeri al posto delle lettere si risolve un problema specifico; le formule geometriche e le leggi fisiche ne sono una evidente semplificazione. Si può passare ora a dimostrare che $1 = 2$.

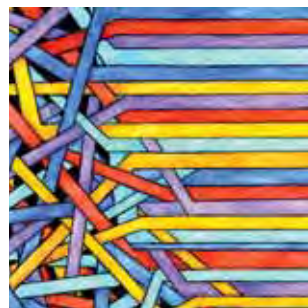
$$\begin{aligned} a &= b \\ a^2 &= ab \\ a^2 - b^2 &= ab - b^2 \\ (a + b)(a - b) &= b(a - b) \\ a + b &= b \\ b + b &= b \\ 2b &= b \\ 2 &= 1 \end{aligned}$$

- Scrivi due numeri uguali a e b:
 - Moltiplica i due membri dell'equazione per a:
 - Sottrai b^2 dai due membri e ottieni:
 - Scomponili:
 - Dividi entrambi i membri per $a - b$:
 - Sostituisci b ad a (poiché $a = b$) e ottieni:
 - Somma:
 - Dividi entrambi i membri per b e ricavi:
 - Allora 2 è uguale a 1!
- Ovvero... che cosa non funziona?

3. Contributi per l'esame orale con Edmodo

Dai paradossi nella classe virtuale all'uso della LIM

Un paradosso sotteso nella formazione e nella comunicazione didattica di questi anni intreccia e contrappone la cultura su carta con la cultura dai bit. Il conflitto tra i libri e lo schermo evoca antinomie strategiche: il lineare vs il sistemico, il singolare vs il plurale, il verticale vs l'orizzontale, la narrazione vs la mappatura, l'identità vs la molteplicità. Oggi chi fa cultura, chi fa scienza, chi lavora usa comunque il computer, avendo un progetto e un'intenzione precisa da realizzare, disponendo di criteri e motivazioni per selezionare ed aprire le porte giuste. Se manca un progetto mirato, una rete sistemica di conoscenza (oggi inglobata nel mondo digitale di Internet) può diventare una ragnatela che imbriglia, e gli oceani da navigare diventano flussi di correnti in cui andare alla deriva. Da sempre il pensiero umano è sistemico e non lineare, ma quando deve esporre un'idea occorre una linearità narrativa di comunicazione, pur mantenendo aperti e sottesi tutti gli agganci trasversali di rete. La realtà è talmente complessa e intrecciata che proprio per questo va tradotta in saperi semplici e densi (modelli), meno complicati possibili; avendo ben presente che il complesso e il complicato sono due termini opposti tra loro, come lo è il semplice rispetto all'ovvio.



Ogni alunno deve vivere nel suo curriculum scolastico positive e frequenti occasioni metodologiche per costruire il proprio sapere, per poi trovare nell'esame orale finale di terza una opportunità per attivare e verificare la promozione e lo sviluppo delle competenze implicate. In questo processo il pensiero sistemico si intreccia in forme equilibrate con la comunicazione lineare, il singolare con il plurale, il verticale con l'orizzontale, la narrazione con la mappatura, l'identità con la molteplicità ... ai vari livelli personali e con tutti i margini di approssimazione e crescita aperti. Le caratteristiche essenziali di questi intrecci sono la condivisione di un operare insieme ad altri, il categorizzare con etichette le proprie esperienze, il comunicare in forme esplicite i propri prodotti. Sono elementi qualificanti anche per l'esame orale di terza, che non richiede di reinventare il sapere, ma di svolgere alcune operazioni qualificanti dall'apprendere oggi: intrecciare i testi cartacei con le informazioni digitali, selezionare dai libri o dalla rete i materiali più interessanti, focalizzare e aggregare questi materiali in un progetto intenzionato, commentare questi prodotti in una forma personale.

L'esame orale di terza è la sintesi di un percorso di apprendimento, che coinvolge sia un metodo di lavoro che dei concetti chiave. La preparazione a questa scadenza può essere fatta in una classe virtuale, che offre spazi e strumenti per condividere idee e materiali con i compagni e l'insegnante (*sharing*), per dare senso a ogni materiale selezionato focalizzando gli elementi importanti con parole chiave (*tagging*), per comunicare e gestire infine l'esame orale attraverso un prodotto multidisciplinare (*publishing*). Nell'esame orale il pensiero sistemico deve organizzarsi in un'esposizione lineare aperta, in cui dare forma e chiarezza alla proprie idee. L'argomento di tecnologia da esporre all'esame non appare rilevante in questo contesto, in quanto ogni alunno deve fare le sue scelte e prevedere le sue piste di lavoro, ma è opportuno che possa negoziarle e trasformarle nel confronto aperto con i compagni e l'insegnante. Anche alunni che fanno lavori su argomenti di tecnologia diversi e paralleli devono essere stimolati e supportati nel confrontare i loro prodotti provvisori coi compagni e con l'insegnante, in modo stimolante e negoziabile.

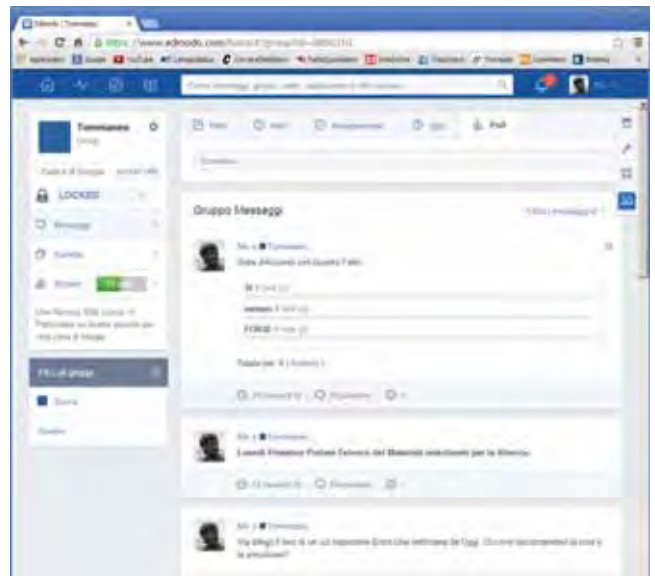
Creare la classe virtuale

Per creare una classe virtuale l'insegnante deve andare sul sito www.edmodo.com. Una volta creata la classe con pochi passaggi guidati, l'insegnante riceve da Edmodo un codice di accesso alla classe (una password), che deve fornire agli studenti affinché si possano iscrivere. Quindi per partecipare ai lavori della classe virtuale uno studente non deve fornire una mail personale, dato che può creare dei problemi di privacy per i minorenni: basta che digiti il codice di accesso e il suo nome. Edmodo offre numerose funzioni didattiche per gestire il registro e le scadenze, per memorizzare i materiali e le consegne, per scandire le verifiche e i sondaggi. In questo contesto vengono focalizzati solo gli oggetti essenziali per prepararsi in modo condiviso e negoziato all'esame orale di terza, da implementare sulla LIM.



Condividere il progetto (*sharing*)

Una volta che ogni studente ha individuato l'argomento e i temi da presentare all'esame orale (di tecnologia, correlati con le altre materie), ciascuno può implementare su Edmodo i diversi materiali (testi, immagini, video, documenti, fotografie, schemi, animazioni) filtrandoli e riorganizzandoli in modo funzionale. Edmodo differenzia due livelli per depositare i materiali: un livello riservato ai docenti, in cui possono inserire materiali grezzi ancora da risistemare; un altro livello coi materiali rivolti agli studenti, già selezionati e rielaborati dal docente in modo da facilitare la costruzione e lo sviluppo dei progetti personali degli studenti. L'insegnante può aprire sottogruppi tematici in cui ogni alunno, in base all'argomento scelto,



può inserire i suoi materiali in progress, da confrontare e rielaborare in forme condivise. Edmodo permette di socializzare le proposte e le ipotesi su cui sia l'insegnante che i compagni possono inserire commenti e spunti propositivi.

Orientare i materiali (*tagging*)

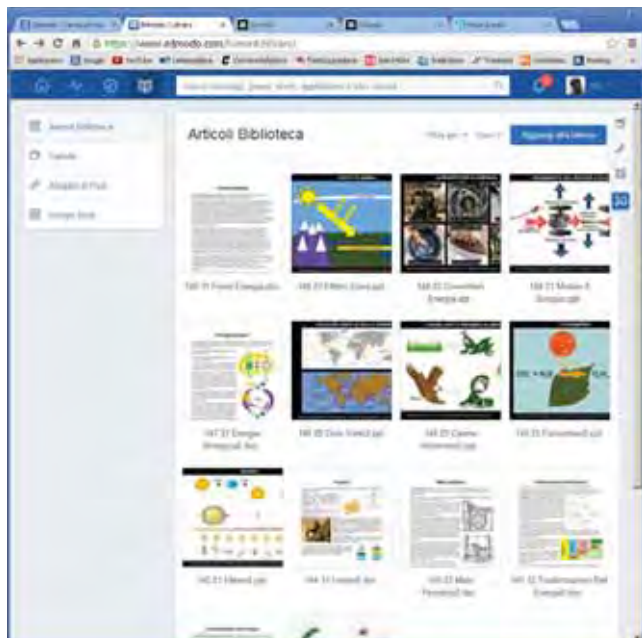
I materiali raccolti dagli studenti devono essere selezionati, evidenziati, manipolati; per svolgere queste operazioni è opportuno che l'insegnante fornisca alcuni esempi di riferimento sui modi in cui elaborare le informazioni più interessanti, partendo da materiali e documenti grezzi. Cono-

Nome	Testi	Video	Documenti	Altri	Media	Altri	Altri
Angelo Mario	80%	SI	SI	X	70%	X	X
Bruno Carlo	71%	SI	SI	X	75%	X	X
Carlo Vito	100%	SI	SI	-	90%	-	X
Carlo Maria	77%	NO	SI	X	45%	-	X
Diego Dario	55%	NO	NO	X	55%	X	X
Fabrizio Marco	100%	SI	SI	X	80%	X	X
Giuseppe Bruno	90%	SI	SI	X	70%	X	X
Giuseppe Francesco	85%	SI	SI	X	65%	X	X
Laura Irene	80%	NO	NO	X	85%	-	X
Matteo Paolo	85%	NO	SI	X	85%	X	X
Matteo Lorenzo	90%	NO	NO	-	75%	-	X

scere non vuole dire inventare cose nuove, ma riconoscere e riutilizzare i materiali già esistenti, trasformandoli in base ai propri progetti; significa individuare materiali qualificati e significativi; significa selezionare per ogni documento (trovato in rete o su carta) gli elementi qualificanti; significa assegnare a ogni documento alcune parole chiave che lo orientano e lo focalizzano; significa commentare quanto è stato selezionato in un modo libero e personale. Per tale scopo l'insegnante può fornire attraverso Edmodo delle consegne con relative scadenze; Edmodo gli consente di vedere automaticamente chi ha risposto e come.

Costruire la presentazione (publishing)

Ogni studente, mentre sistema e riorganizza i materiali per il suo esame orale, può inserirli su Edmodo e metterli a disposizione sia del docente che dei compagni, da cui può ricevere stimoli e indicazioni. Insegnante ha così la possibilità di analizzare i prodotti e gli sviluppi aggiornati e rivisitati, può fornire indicazioni generali o specifiche, che



può indirizzare alla classe intera o a un gruppo omogeneo o a uno specifico alunno. Nel caso che più alunni svolgano un progetto analogo da presentare all'esame orale, i sottogruppi di Edmodo permettono di condividere i materiali e le presentazioni, sia in entrata che in uscita, da parte del docente o dagli studenti. Se con Edmodo vengono implementate domande e test tematici a risposta chiusa, queste vengono analizzate e verificate automaticamente e personalmente; si possono anche svolgere indagini sulle preferenze e sui gradimenti delle attività fatte, interagendo coi risultati documentati.

Svolgere l'esame orale con la LIM

I materiali e le competenze promosse sono quindi direzionate per svolgere un colloquio orale multidisciplinare con la LIM. Ogni studente presenta il suo percorso, documentandolo coi materiali che ritiene più adatti, passando tra i vari argomenti e tra le diverse materie, comunicando in questo modo anche le sue competenze e le sue capacità rispetto al commentare fatti, al motivare scelte, al collegare concetti. La presentazione sulla LIM va centrata sui documenti importanti, per immagini emblematiche, con parole chiave di inquadramento, in frasi sintetiche che addensano i nodi degli argomenti. Costruire una valida presentazione per la LIM e presentarla in modo interattivo è un altro grande tema che incrocia i nodi attuali della comunicazione. Se ciascuno deve prendere la strada che sente più coerente e adeguata... è tempo di sciogliere un nodo sulle disequazioni algebriche rimasto sospeso: l'errore sta nell'aver diviso entrambi i membri per $a - b$; essendo $a = b$ si divide per 0, e questo non ha senso. I paradossi, invece, un senso lo inglobano. Sempre.



Francesco Cigada, Fabrizio Pasquali