

UNIVERSITÀ DI PISA

DECISIONI IN SITUAZIONI DI COMPLESSITÀ E CONFLITTO



---

## **La didattica in tempo di pandemia: qual è il miglior apporccio per le università nell'era del Covid-19?**

---

TOMMASO CAVALIERI [597707]

LAURA LAID[486651]

VALERIA MESSINA[516482]

ENRICA POLIDORI[491265]

25 maggio 2020

## INDICE

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1	La valutazione dei progetti . . . . .	1
1.2	Descrizione del problema . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Analisi costi-benefici</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Analisi multicriteria</b>	<b>5</b>
3.1	Il metodo ELECTRE . . . . .	6

## ELENCO DELLE FIGURE

1.1	Diversi tipi di didattica . . . . .	1
2.1	Le uniche componenti di quest'analisi . . . . .	4
3.1	Grafo completo . . . . .	7
3.2	Nucleo del grafo (aciclico) . . . . .	8
3.3	Grafo con accorpamento delle didattiche miste . . . . .	8

## ELENCO DELLE TABELLE

2.1	Costi e benefici del problema . . . . .	3
2.2	Rateizzazione dei benefici netti . . . . .	4
2.3	Benefici sociali totali attualizzati . . . . .	4
3.1	Criteri dell'analisi . . . . .	6
3.2	Matrice degli indici di preferibilità . . . . .	6
3.3	Matrice di 0 e 1 . . . . .	7

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 LA VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Un tipico problema che si pone in una grande varietà di situazioni è quello della scelta, fra le diverse alternative o progetti, di quello o quelli fra i quali allocare le limitate risorse disponibili. In questi casi diventa essenziale disporre di strumenti per valutare e analizzare le alternative e di valutarne i risultati a fronte delle risorse da impiegare, allo scopo di scegliere la migliore.

## 1.2 DESCRIZIONE DEL PROBLEMA

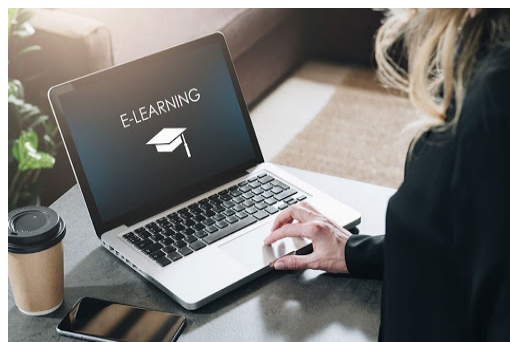
Nello specifico il problema analizzato è legato alla didattica dell'**Università di Pisa** durante il periodo di emergenza causato dal **covid-19**. Infatti, nonostante l'ateneo pisano abbia prontamente provveduto alla conversione di tutte le attività in via telematica, nella situazione attuale, in cui si sta osservando un calo nei casi di contagio, sorge in maniera spontanea un quesito: sarebbe opportuno ritornare alla didattica tradizionale, proseguire con la didattica a distanza o trovare un compromesso? In merito a tale questione, abbiamo provato ad immaginare quali siano i diversi progetti realizzabili per l'**anno accademico 2020/21**, per poi confrontarli tramite due differenti tipi di analisi: quella costi-benefici e quella multicriteria. Risulta chiaro come in questo contesto le risorse limitate siano le aule e gli ambienti comuni dell'Università di Pisa (più in generale tutte le strutture utilizzate per la didattica) mentre il vincolo è quello di provare a minimizzare il rischio di contagio e la conseguente diffusione del virus.

Il termine didattica a distanza viene utilizzato spesso in modo generico per identificare un tipo di formazione e insegnamento che viene attuato, appunto, a distanza, ovvero in cui non vi è una condivisione di uno spazio e un'interazione fisica tra docente e studenti, bensì tutto viene mediato dall'utilizzo di mezzi tecnologici. La formazione può prevedere modalità diverse quali la registrazione di audio o video-lezioni caricate da parte dei docenti sugli appositi portali oppure lo svolgimento di videolezioni in diretta sulle piattaforme a disposizione.

Se da un lato la didattica a distanza potrebbe risultare un ottimo strumento per il contenimento del virus dall'altro ha una serie di svantaggi, sia per gli studenti, che non possono usufruire dei servizi solitamente messi a disposizione dall'università, come laboratori o aule studio, sia per i docenti, che devono utilizzare delle modalità alternative per la verifica delle conoscenze e competenze acquisite tramite il percorso universitario. Risulta dunque molto importante fare delle analisi per provare a capire quale sia il tipo di didattica da utilizzare nelle università per l'anno accademico che verrà. Nello specifico i tipi di didattica che verranno confrontati sono quella **frontale** classica, quella completamente **online** attualmente in uso e delle didattiche di tipo **misto**, che propongono una via di mezzo tra le due; l'orizzonte temporale è di un anno.



(a) Frontale



(b) Online

**Figura 1.1** Diversi tipi di didattica

## 2 ANALISI COSTI-BENEFICI

Come già menzionato nell'introduzione, il problema analizzato è il metodo di svolgimento delle lezioni durante la pandemia (nello specifico per l'anno accademico 2020/21) con l'obiettivo di minimizzare il contagio e garantire la continuità didattica. Il limite principale riscontrato nel confrontare i progetti proposti tramite l'analisi costi-benefici è quello di ricondurre tutto in termini monetari o comunque ad una sola grandezza, e quindi difficoltà di cogliere la varietà e diversità di elementi che entrano in gioco nella loro valutazione. Infatti il problema risulta essere che alcuni costi e benefici non sono esprimibili per mezzo di grandezze monetarie. Essi saranno dunque espressi con vettori le cui componenti corrispondono con i diversi criteri con cui vengono valutati:

$$b(i) = (b_1(i), b_2(i), \dots, b_n(i))$$
$$c(i) = (c_1(i), c_2(i), \dots, c_m(i))$$

dove  $b(i)$  e  $c(i)$  sono rispettivamente i benefici ed i costi nel periodo  $i$ , ed  $n$  è il numero dei criteri attraverso cui valutare i benefici mentre  $m$  è il numero dei criteri attraverso cui valutare i costi. In questa analisi bisogna rendere confrontabili le misure di tutte le diverse componenti convertendole in una unica unità di misura che, convenzionalmente, possiamo assumere sia di tipo monetario. In pratica si attribuisce, per ogni criterio  $j$  ( $j=1, \dots, n$ ), ad ogni unità di beneficio relativa a quel criterio, un prezzo  $p_j$ , analogamente si attribuisce un prezzo unitario  $q_k$ , ai costi sociali relativi a quel criterio. Si possono così esprimere sia i benefici sociali che i costi attraverso un unico numero, per ogni periodo di tempo  $i$ :

$$\bar{b}(i) = \sum_{j=1}^n p_j b_j(i)$$
$$\bar{c}(i) = \sum_{k=1}^m q_k c_k(i)$$

Una volta misurati benefici e costi, assumendo che siano tutti esprimibili in modo quantitativo, resta il problema di definire i prezzi, cosa certamente non semplice e per certi versi rischiosa. Ciò porta a rendere comparabili criteri diversi e quindi comporta la possibilità ad esempio di scambiare la diminuzione del beneficio ricavato da alcuni degli attori coinvolti con un aumento, di uguale valore monetario, del beneficio ricavato da un altro gruppo di attori, ovvero la pretesa di potere determinare una compensazione monetaria adeguata per i costi sociali subiti da alcuni degli attori.

Una volta definite in maniera adeguata tutte queste componenti, si può finalmente calcolare il **beneficio sociale totale attualizzato (BSTA)**. Se risulterà  $BSTA > 0$ , il progetto sarà considerato accettabile perché complessivamente costituisce un beneficio per la società, e quindi da realizzarsi in assenza di altri vincoli. Tutti gli attori coinvolti, seppur in misure diverse e secondo modalità differenti, sentiranno l'impatto del progetto sulla propria vita. Siccome però la decisione finale, nel rispetto delle linee guida fornite dal Governo, spetta all'Università di Pisa, i costi ed i benefici dei diversi metodi didattici sono stati analizzati dal punto di vista di quest'ultima. Si assume che i benefici ed i costi considerati siano tutti esprimibili in modo quantitativo. Tutte le voci sono state calcolate tramite assunzioni discrezionali, come spiegato di seguito nel dettaglio:

- la **riduzione dei contagi** è stata calcolata come la percentuale di potenziali studenti che potrebbero contrarre il virus in base al tipo di didattica adottata moltiplicata per 1500€ che è il costo giornaliero delle spese mediche per un paziente malato di covid-19, moltiplicato ancora per 8 giorni, che è il numero medio di giorni di malattia
- **qualità della didattica**: è stato preso come riferimento il valore monetario della voce di bilancio "proventi per la didattica" dell'università di Pisa relativo all'anno 2018;

- **equità sociale:** calcolata a partire dal numero di studenti risultati idonei alla borsa di studio relativa all'anno 2019 dell'università di Pisa (circa 8300), che risultano essere il 17% della totalità degli iscritti nell'anno 2019. Il valore di riferimento è stato dunque calcolato come il 17% del valore monetario della "qualità della didattica". Nel caso della didattica on line e di quella mista sono stati sottratti i costi di personal computer, connessioni internet ed altri strumenti necessari per usufruire della didattica a distanza che l'università dovrebbe fornire agli studenti che ne risultino sprovvisti;
- **sanificazione degli spazi:** La superficie degli ambienti dell'università di Pisa è stata stimata essere pari a circa 100'000mq e la sanificazione è una procedura che andrebbe ripetuta ogni 15 giorni (per un totale di 26 volte l'anno) al prezzo di mercato di 0,4 €/mq.
- **gestione degli spazi:** è stato ritenuto indispensabile valutare l'affitto di spazi extra al fine di mantenere le distanze minime per limitare il contagio qualora si decidesse di riprendere con la didattica frontale classica o quella mista. Il prezzo di mercato dei locali nella zona è di circa 10€/mq. E' stata dunque stimata una necessità di ampliare gli spazi a disposizione almeno del 20% della superficie già a disposizione, ovvero 20'000mq;
- **disagio degli studenti con disabilità:** è stato calcolato moltiplicando la percentuale di studenti con disabilità superiore al 66%, che risultano essere circa l'1% degli studenti iscritti, per il valore monetario della qualità della didattica.

I risultati ottenuti tramite i calcoli appena spiegati, sono presentati nella Tabella 2.1.

	Pagamento	Didattica online	Didattica frontale	Didattica mista
<b>Benefici</b>				
Riduzione contagi	Mensile	€ 26.250.000	€ 0,00	€ 13.125.000
Qualità didattica	Mensile	€ 27.250.000	€ 54.500.000	€ 38.150.000
Equità sociale	Annuale	€ 9.265.000	€ 12.665.000	€ 9.265.000
<b>Costi</b>				
Sanificazione spazi	Mensile	€ 0	€ 1.000.000	€ 500.000
Gestione spazi	Mensile	€ 0	€ 2.400.000	€ 240.000
Studenti con disabilità	Mensile	€ 1.266.500	€ 0	€ 1.266.500

**Tabella 2.1:** Costi e benefici del problema

Riferendosi l'analisi al solo anno accademico 2020/2021, l'orizzonte temporale risulta essere annuale e sono dunque stati presi in considerazione solamente 12 mesi. I costi ed i benefici sono dunque stati immaginati come mensili (nel caso in cui essi siano costanti nell'arco temporale considerato) o annuali (nel caso essi siano apprezzati o sostenuti in un'unica volta all'inizio dell'anno). E' stato poi calcolato l'opportuno tasso mensile a partire dal tasso annuale per poter attualizzare i flussi futuri ed ottenere il valore attuale del saldo tra costi e benefici delle tre opzioni considerate. Si noti che per alcune voci, come ad esempio la *sanificazione degli spazi*, il costo è stato assunto come suddiviso in 11 mesi anziché in 12 poiché nel mese di agosto gli ambienti universitari sono in ogni caso chiusi al pubblico. Inoltre il mese 0 non si riferisce a gennaio, bensì a settembre, primo mese dell'anno accademico, e di conseguenza tutti gli altri mesi presenti in Tabella 2.2. Per quanto riguarda la Tabella 2.3 invece, nonostante i tassi presenti in essa siano quelli annuali, sono stati utilizzati quelli mensili (ottenuti con l'apposita conversione) per calcolare i diversi valori attuali presentati.

MESI	ONLINE	FRONTALE	MISTA
0	€ 13.814.636,36	€ 17.310.454,55	€ 13.644.522,73
1	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
2	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
3	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
4	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
5	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
6	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
7	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
8	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
9	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
10	€ 4.549.636,36	€ 4.645.454,55	€ 4.379.522,73
11	€ 2.187.500,00	€ 0,00	€ 1.093.750,00

**Tabella 2.2:** Rateizzazione dei benefici netti

TASSO	ONLINE	FRONTALE	MISTA
0,01	€ 61.271.749,82	€ 63.553.754,39	€ 58.324.416,39
0,05	€ 60.399.749,36	€ 62.740.802,95	€ 57.520.094,26
0,1	€ 59.382.156,96	€ 61.790.945,65	€ 56.580.948,58

**Tabella 2.3:** Benefici sociali totali attualizzati

Si può osservare come a prescindere dal tasso considerato, la didattica frontale risulti in ogni caso quella con il beneficio sociale totale attualizzato più alto, seguita da quella online, mentre risulta un po' più staccata quella mista. I risultati ottenuti sono però frutto di un'analisi, come già anticipato in precedenza, non propriamente adatta ad un problema di questo tipo. Risulta infatti molto complicato attribuire un valore monetario equo al rischio di contagio degli studenti, in quanto non si tratta di una scelta propriamente monetaria per l'università, ma etica e sociale. Per tale motivo il risultato dell'analisi costi-benefici può sicuramente essere tenuto in considerazione, ma non va preso come unico metodo da osservare per il decisore, in quanto **non cattura in maniera appropriata la complessità del problema**. Verrà dunque presentata nella Sezione 3 un'analisi multicriteria, che è stata ritenuta più adatta per supportare decisioni di questo genere.



**Figura 2.1** Le uniche componenti di quest'analisi

### 3 ANALISI MULTICRITERIA

Il termine analisi multicriteria indica una ampia classe di metodi per la valutazione e la scelta tra diverse alternative, nei quali si cerca di tenere in considerazione in modo esplicito la molteplicità della dimensione del problema decisionale, senza tentare di ricondurre i diversi criteri ad uno solo come avviene nell'analisi costi benefici. Tramite questo approccio è stato infatti possibile includere un gran numero di criteri esclusi dall'analisi costi e benefici proprio a causa della difficoltà nel monetizzarli.

Descrivendo il problema in modo formale indichiamo con  $m$  il numero di **alternative** identificate, che in questo caso risulta pari a 4:

- Didattica online
- Didattica frontale
- Didattica mista tipo 1: si mantiene la didattica on line ad eccezione degli esami che vengono svolti in modalità tradizionale
- Didattica mista tipo 2: in cui esami, tutorato, laboratori e ricevimenti sono svolti in modalità tradizionale

Ciascuna di queste alternative viene valutata in base a  $n=13$  **criteri**, che nello specifico sono:

1. Rischio contagio
2. Sanificazione ambienti
3. Dispositive di protezione
4. Gestione degli spazi
5. Interazione fra studenti e studenti-docente
6. Coinvolgimento alla lezione
7. Laboratori
8. Biblioteche
9. Tutorato e ricevimenti
10. Flessibilità nella partecipazione alle lezioni
11. Servizi di sostegno alla didattica
12. Servizi per studenti con disabilità
13. Servizi di orientamento per le scuole superiori

Sono stati scartati a priori, già in fase di estrazione dei criteri, quelli che non discriminavano le scelte, ovvero quelli per cui la valutazione risultava identica per tutte le alternative considerate, come ad esempio il numero di ore di lezione erogate o di appelli d'esame disponibili. Indichiamo con  $g_i(a)$  il valore che viene attribuito all'alternativa  $a$  sulla base del criterio  $i$ . Nell'analisi presentata i valori attribuiti ai criteri sono eterogenei e possono assumere i seguenti valori:

- **SI-NO** per indicare la presenza o meno del criterio nell'alternativa ;
- **0-3** per indicare il grado in cui il criterio può manifestarsi nell'alternativa;
- **L/M/H** per indicare il livello della presenza del criterio nell'alternativa, dall'inglese *low*, *medium*, *high*.

Ad ogni criterio è stato assegnato un peso da 1 a 10 che tenesse conto della sua rilevanza relativa al problema nel suo complesso. Questo rende più realistico l'approccio e più significativi i risultati raggiunti, in quanto non sarebbe assumibile che tutte le voci considerate possano avere la medesima importanza per il decisore. Tali pesi sono stati successivamente normalizzati, ovvero trasformati in modo tale che la loro somma sia pari all'unità. L'assegnazione dei

pesi non è un problema banale, si tratta di una scelta discrezionale che dipende fortemente dai soggetti che intendono utilizzare il modello. Nella Tabella 3.2 vengono presentati tali pesi assieme ai valori assegnati ad ogni alternativa per ogni criterio.

Gruppo	Componenti	Pesi	ONLINE	FRONTALE	MISTA 1	MISTA 2
Rischio sanitario	Rischio contagio	0,13	0	3	1	2
Prevenzione	Sanificazione ambienti	0,08	L	H	M	M
	Dispositivi di protezione	0,08	No	Si	Si	Si
	Gestione spazi	0,08	L	H	M	M
Qualità	Interazione	0,09	L	H	L	L
	Coinvolgimento lezioni	0,09	L	H	L	M
	Laboratori	0,08	NO	SI	NO	SI
	Biblioteche	0,07	NO	SI	NO	SI
	Tutorato e ricevimenti	0,06	NO	SI	NO	SI
	Flessibilità lezioni	0,08	3	0	3	2
Servizi	Sostegno alla didattica	0,035	M	H	M	M
	Studenti con disabilità	0,09	1	3	1	1
	Orientamento superiori	0,035	L	H	L	L

**Tabella 3.1:** Criteri dell'analisi

Il costo della disuguaglianza sociale non è stato considerato in quest'analisi poiché è stato ipotizzato che qualora gli studenti non dispongano degli strumenti necessari per la didattica a distanza, questi vengano garantiti dalla università. Esso rientra dunque tra i criteri scartati a priori menzionati in precedenza.

### 3.1 IL METODO ELECTRE

Per analizzare il modello presentato il metodo seguito è stato l'**ELECTRE** ("ELimination Et Choix Traduisant la REalité"), poiché, come già spiegato in precedenza, è stato ritenuto opportuno applicare pesi diversi alle varie componenti, in relazione alla loro importanza. Viene dunque definito un indice preferibilità,  $c(x,y)$ , che per ogni coppia  $(x,y)$  fornisce il peso totale dei criteri secondo cui  $x$  è preferibile o equivalente a  $y$ . Tale indice è calcolato secondo la seguente formula:

$$c(x,y) = \sum_{i: x \succ_i y} p_i$$

dove  $p_i$  è il peso normalizzato del criterio  $i$ . Calcolando gli indici di preferibilità per tutte le coppie  $(x,y)$  formate da due dei tipi di didattica considerati in questa analisi, si ottiene la matrice presentata nella Tabella 3.2.

	ONLINE	FRONTALE	MISTA 1	MISTA 2
ONLINE	1	0,45	1	0,7
FRONTALE	0,55	1	0,63	0,63
MISTA 1	0,63	0,45	1	0,7
MISTA 2	0,55	0,66	0,79	1

**Tabella 3.2:** Matrice degli indici di preferibilità

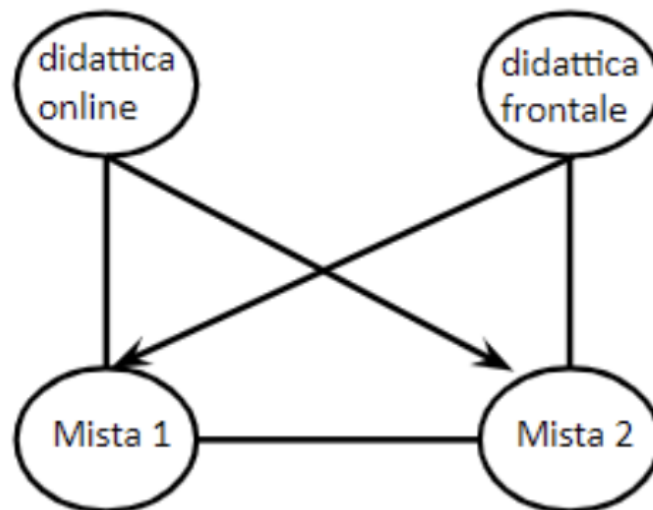


A partire da tale matrice, sono state in seguito provate due soglie differenti per ottenere la matrice di 0 e 1:  $\frac{6}{10}$  e  $\frac{2}{3}$ . Avendo ottenuto risultati molto simili è stata presa in considerazione solamente la prima per le analisi successive, la cui matrice viene presentata nella Tabella 3.3. In essa assumono valore 1 le coppie  $(x,y)$  per cui il valore di  $c(x,y)$  supera il valore soglia, mentre viene assegnato valore 0 alle altre.

<i>Soglia=0.6</i>	<b>ONLINE</b>	<b>FRONTALE</b>	<b>MISTA 1</b>	<b>MISTA 2</b>
<b>ONLINE</b>	1	0	1	1
<b>FRONTALE</b>	0	1	1	1
<b>MISTA 1</b>	1	0	1	1
<b>MISTA 2</b>	0	1	1	1

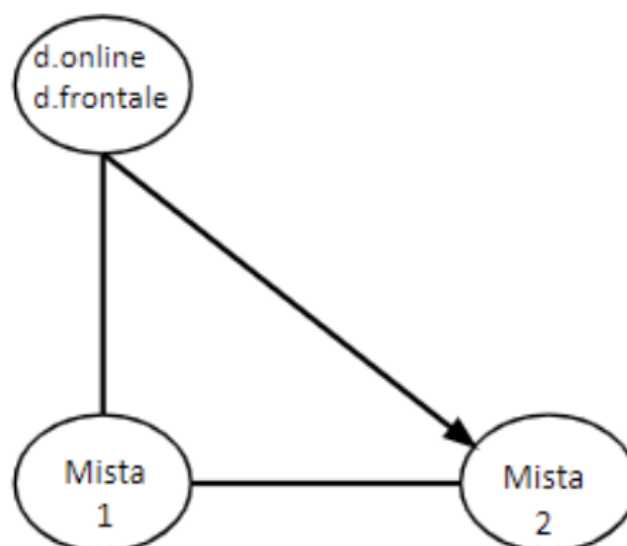
**Tabella 3.3:** Matrice di 0 e 1

Siccome ogni riga di tale tabella è un vettore, è possibile rappresentare i risultati di tale matrice tramite un grafo diretto: viene inserita una freccia direzionale da  $x$  a  $y$  qualora sia presente un 1 nella casella del  $c(x,y)$ , nessuna freccia altrimenti. Viene inoltre utilizzata la convenzione di rimuovere le frecce qualora sia presente una freccia sia da  $x$  a  $y$  che da  $y$  a  $x$ . Il grafico così ottenuto è presentato in Figura 3.1.



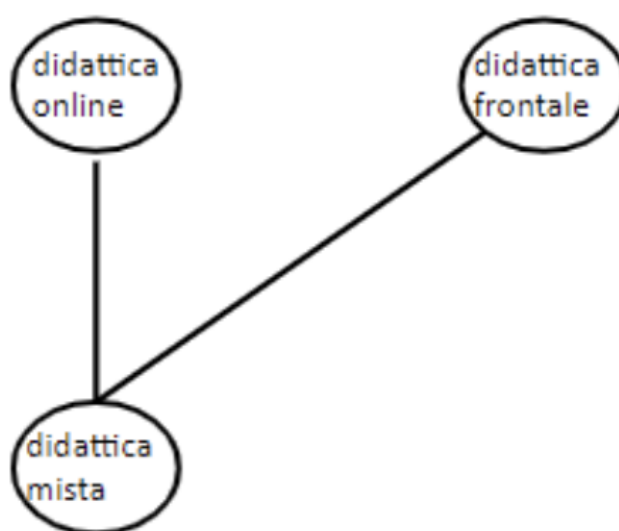
**Figura 3.1** Grafo completo

Osservando il grafo si può evincere come le alternative *Didattica mista 1* e *Didattica mista 2* risultino essere dominate dalle altre due, le quali risultano invece essere tra loro equivalenti secondo la soglia considerata. Si può dunque affermare che la scelta finale può essere ristretta tra la didattica online e quella frontale classica, scartando quelle di tipo misto poiché inferiori secondo i criteri considerati in questa analisi. Tale scelta dovrà essere effettuata dal decisore, in questo caso l'Università di Pisa, poiché non è possibile ottenere un risultato abbastanza netto tramite questo metodo di analisi. La scelta finale infatti dipenderà anche da altri fattori non considerabili in questo studio, come ad esempio le linee guida provenienti dal Governo (e nello specifico dal Ministero dell'Università e della Ricerca) e la gravità della situazione sanitaria e della diffusione del virus all'inizio dell'anno accademico considerato. Si può notare come nel grafo siano presenti due cicli ed il suo nucleo è composto da didattica online e didattica frontale. Accorpare questi due nodi si ottiene il grafo aciclico in Figura 3.2.



**Figura 3.2** Nucleo del grafo (aciclico)

Se invece si accorpano i nodi che hanno una freccia bidirezionale tra di essi, ovvero che risultano equivalenti per la soglia considerata (didattica mista di tipo 1 e 2), si ottiene il grafo in Figura 3.3.



**Figura 3.3** Grafo con accorpamento delle didattiche miste

Si può notare come, nonostante l'analisi multicriterio si adatti molto meglio al problema esaminato per i motivi già esposti in precedenza, i risultati siano di fatto molto simili a quelli ottenuti tramite l'analisi costi e benefici.