1. Situazioni motivanti

Il percorso può iniziare considerando alcune situazioni problematiche, collocate in contesti reali, quali gioco d'azzardo, test clinici, misconcetti, casi giudiziari…
Lo studente ha così modo di scorgere fin dall'inizio l'utilità e la portata del calcolo delle probabilità nella risoluzione di problemi, nonché di interpretare in vari ambiti gli oggetti matematici che verranno via via introdotti, esaminandoli e controllandoli anche a livello semantico.

Tali situazioni motivanti possono essere condensate in opportune domande-stimolo, quali "se gioco a lungo al 10eLotto, diventerò milionario?". Gli studenti sono invitati a giustificare le proprie congetture al riguardo, attingendo alle conoscenze pregresse o all'intuizione.
In questa fase è cruciale lasciare spazio alla discussione e al confronto tra le diverse posizioni dei ragazzi, per far emergere eventuali misconcetti e avere così modo di radicare i nuovi saperi su quelli effettivamente disponibili per la classe. Per questo il docente non dovrebbe preoccuparsi di fornire subito le risposte, ma di tenere vivo l'interesse sul tema, fino a quando introdurrà (assieme ai ragazzi) gli strumenti matematici che consentono di investigarlo razionalmente.

Esaminiamo dunque nello specifico alcune situazioni motivanti, tra le quali il docente può scegliere quelle che ritiene più significative e più vicine alla sensibilità dei propri studenti. Come accennato, esse riguardano i seguenti ambiti:

- *giochi d'azzardo*
- *test clinici*
- *alcuni misconcetti*
- *genetica, casi giudiziari, storia…*

Giochi d'azzardo

Se gioco "a lungo" al 10eLotto o alla roulette diventerò milionario?

La questione merita di essere affrontata anche per le implicazioni sociali del gioco d'azzardo, che ormai riguardano in modo allarmante anche i giovani in età scolare.
Perché allora non esaminare alcune letture sull'argomento, meglio se tratte dalla cronaca locale, magari mediante un'attività pluridisciplinare[1]*, in modo da realizzare un'indagine più ricca? Alcuni riferimenti al riguardo sono riportati in fondo al capitolo, nell'appendice A1.*

[1] Diverse altre motivazioni iniziali che proponiamo si prestano ad una trattazione pluridisciplinare, anche se non sempre lo indichiamo esplicitamente.

Test clinici

Risulto positivo al test per l'HIV. Sono certamente malato?

Come osservato, la questione ha un impatto più forte sullo studente se è accompagnata dalla presentazione di fatti realmente accaduti, come quello tristemente descritto nell'articolo nell'articolo pubblicato su la Repubblica, 5 maggio 2008, "«Lei è sieropositivo» ma era falso. Dopo 3 anni risarcito: 200.000 euro", di Paola Cascella (http://www.repubblica.it/2008/05/sezioni/cronaca/bologna-sieropositivo/bologna-sieropositivo/bologna-sieropositivo.html)

La lettura svela il drammatico sfondo su cui si colloca la domanda-stimolo, che possiamo ulteriormente precisare come di seguito.

Risulto positivo al test per l'HIV. Sapendo che il test "Elisa" ha una *sensibilità*[2] del 99,9%, vuol dire che al 99,9% ho contratto l'HIV?

Qual è la probabilità che il test "Elisa" fornisca indicazioni errate[3]?

Tali questioni forniscono degli spunti formidabili per la discussione ma, per quanto interessanti, non esauriscono certo la varietà dei contesti che possono attirare l'attenzione degli studenti nell'ambito dei test clinici. Pertanto ne presentiamo altri tre che, per ragioni di tempo, possono essere affrontati anche più avanti nello sviluppo del percorso in classe.

- **Etilometro**

Risulto positivo all'alcol test. Ho sicuramente superato i limiti consentiti per mettersi alla guida?

Uno stimolante riferimento al riguardo è:

Articolo dal Giornale di Sicilia, 6 Gennaio 2015, "Etilometro lo incastra due volte: assolto… era un falso positivo", di Vincenzo Falci
http://caltanissetta.gds.it/2015/01/06/etilometro-lo-incastra-2-volte-assolto-era-un-falso-ositivo_291180/

[2] Probabilità che l'individuo malato risulti positivo al test.
[3] Per rispondere servono ulteriori ipotesi. Ad esempio, come vedremo nel capitolo 5, oltre alla sensibilità basta la specificità (ossia la probabilità che l'individuo sano risulti negativo al test) e la prevalenza della malattia (ossia la percentuale di individui della popolazione che hanno l'HIV).

- **Studio su medici tedeschi**[4]
  Anche i medici possono sbagliare nell'interpretare la portata degli esiti di un test diagnostico! Ad alcuni medici è stato chiesto di stimare la probabilità che la donna positiva ad un test relativo al cancro al seno, abbia effettivamente contratto la malattia. Naturalmente sono state fornite loro le informazioni numeriche sul test che servivano per rispondere. Ebbene, diversi hanno concluso che la probabilità di aver contratto il cancro era del **90%**, mentre in realtà essa si attesta intorno al **9%.**
  Si tratta di un errore matematico, ma le sue conseguenze sono drammatiche per il paziente a cui viene prospettato. Come non riflettere su questi aspetti?

- **Test antidoping**
  Mary Decker, campionessa mondiale dei 1.500 m e dei 3.000 m, viene squalificata nel 1996 perché trovata positiva al test antidoping.

Assumiamo che tra i non dopati l'1% dei test abbia esito positivo. Ciò comporta che la probabilità di colpevolezza di Mary Decker sia del 99%?

No. Assumendo opportune ipotesi[5], il calcolo delle probabilità permette di ridurre all'84,7% la probabilità che la campionessa sia dopata. È vero che tale valore resta comunque "grande", ma il risultato merita una riflessione: supponendo che il numero di controlli di tale tipo si attesti attorno ai 90.000 all'anno[6], non pochi atleti risulterebbero positivi e innocenti. Infatti, se la frequenza relativa dei dopati e innocenti è circa uguale alla corrispondente probabilità[7], allora circa 14.000 atleti (pari a circa il 15,3% degli atleti controllati), risulterebbero positivi e innocenti. Un numero ben diverso da 900, ossia dal numero che si ottiene assumendo come valore di probabilità 99% invece del "corretto" 84,7%.

[4] Dal testo di L. Mlodinov, La passeggiata dell'ubriaco, ed. Rizzoli.

[5] L. Mlodinov, l'autore del testo proposto, assume che i dopati costituiscano il 10% degli atleti che vengono sottoposti al test in questione, e che il test sui dopati risulti positivo con probabilità del 50%. Svilupperemo il calcolo effettivo della probabilità che la campionessa sia dopata nel capitolo 6, utilizzando la probabilità condizionata. Per ora possiamo renderci conto del risultato, seguendo l'approccio proposto nel testo di Mlodinov: considerare una popolazione di 1.000 atleti, interpretare le probabilità indicate come frequenze relative e individuare la numerosità di ciascuno dei 4 sottoinsiemi in cui si può partizionare la popolazione in base ai criteri dopato-non dopato, positivo-negativo al test.

[6] Questa è l'informazione riportata nel testo di Mlodinov. Secondo i dati forniti dal CONI, in Italia nel 2014 sono stati effettuati 6719 controlli antidoping, dei quali ben 5992 riguardavano test delle urine.

[7] Stiamo adottando un approccio frequentista alla probabilità. Esso è fondato sulla Legge dei grandi numeri. Nel capitolo 3 preciseremo il significato e la portata di tale approssimazione.

Alcuni misconcetti[8]

Regolarità

Lanciamo 10 volte una moneta "onesta". Su quale tra le due sequenze di esiti scommettereste? Perché?

"T T T T T T T T T T"   "T C T C C T C T T C"

Compensazione

"Marta è incinta. Ha già tre bambine. Quindi è più probabile che il prossimo figlio sia maschio." È vero?

Numeri ritardatari nel gioco del lotto

Al 9 gennaio 2018, il 76 non esce da 202 estrazioni sulla ruota di Cagliari; il 10 è uscito su quella di Venezia all'estrazione precedente. All'estrazione successiva su quale dei due numeri scommetteresti?

Le statistiche dei numeri usciti e dei numeri ritardatari (!) si reperiscono facilmente in rete[9]. La loro ricerca può essere affidata agli studenti, in modo da farli sentire più direttamente coinvolti nell'attività di indagine.
I numeri estratti si trovano, ad esempio, all'indirizzo *https://www.lottomaticaitalia.it/it/prodotti/lotto/estrazioni*.

Sul sito della Lottomatica (https://www.lottomaticaitalia.it/it/prodotti/lotto/statistiche/numero-spia) vengono elencati dei numeri speciali e sono presentati con queste parole:
*"La tradizione vuole che l'estrazione di certi numeri "preannunci" l'uscita di altri. La tabella indica, per ogni numero estratto (o "**numero spia**"), 5 numeri che avrebbero la maggior probabilità di uscire."*

Ad esempio:

L'8 gennaio 2018 è uscito il 27 sulla ruota di Venezia. Allora è vero che ciò aumenta la probabilità dell'uscita del 42 all'estrazione successiva?

Venezia	
27	42 58
	65
	86
	90

[8] Anna Sfard, in "Psicologia del pensiero matematico", Edizioni Erickson, precisa che "ci troviamo di fronte ad una misconcezione ogni volta che un allievo utilizza un certo concetto, ammettiamo una funzione, in un modo che, benché sistematico e invariante attraverso i contesti, differisce dal modo in cui lo stesso concetto viene adoperato dagli esperti." Però, nello stesso testo mette anche in luce i limiti della teoria delle misconcezioni, inquadrandola nell'ambito della sua visione dello sviluppo del pensiero.
[9] Ad esempio sul sito della Lottomatica,
http://www.lottomaticaitalia.it/lotto/statistiche/numeriRitardatariTop10.html

Perché riteniamo fondamentale discutere quesiti sulla regolarità, compensazione o sui numeri ritardatari?

Le ragioni risiedono nella constatazione che alcune convinzioni sembrano appartenere a una sorta di ***conoscenza di senso comune*** *e sono persistenti: vengono difficilmente superate, anche quando si dispone degli strumenti teorici che ne consentono un esame razionale. Ad esempio, la conoscenza del fatto che nel gioco del lotto le singole estrazioni sono indipendenti, ovvero che l'urna "non ha memoria", non impedisce di continuare a scommettere sui numeri che ritardano. In altre parole, in diversi casi si assiste ad un vero e proprio scollamento tra quanto si ritiene preveda la teoria e quanto invece si pensa debba accadere "in pratica". E l'ambito della probabilità sembra essere un terreno particolarmente fertile per la nascita e lo sviluppo di questa divergenza.*
Pertanto gli studenti dovrebbero essere messi nella condizione di esplicitare le proprie convinzioni sui fenomeni che dipendono dal caso: intervenendo su tali convinzioni, si potrà in seguito radicare con continuità una spiegazione razionale dei fenomeni.
E se la teoria non è sufficiente, diventano strumenti imprescindibili per comprendere cosa accade nella pratica, gli esperimenti condotti mediante oggetti o le simulazioni con il foglio elettronico. Ma di questo ce ne occuperemo nei prossimi capitoli; per ora ci limitiamo a proporre un'interessante attività, desunta dal testo di V. Villani e altri "Non solo calcoli", Springer, pag. 264.

Attività. Prima di ogni estrazione del lotto ciascuno studente punta, virtualmente, sul numero che preferisce e il docente invece su un numero "a caso", uno per ogni studente. Dopo un opportuno periodo (un mese, due mesi) si controllano le estrazioni e si confronta il numero di uscite dei "numeri preferiti" con quello dei numeri scelti "a caso".

Al di là di piccole oscillazioni si dovrebbe verificare una sostanziale parità tra i due tipi di esito.

Infine, ulteriori spunti di riflessione che possono stimolare la discussione con gli studenti, sempre con l'accortezza di non fornire le risposte in questa fase del percorso.

- Fino al 1993 i numeri ritardatari comparivano su Televideo.
- Nel mese di gennaio dell'anno 2005 sono stati giocati al lotto 1,2 miliardi di euro, un importo **doppio** rispetto a quello del gennaio 2004. Le vincite invece sono rimaste quasi **uguali**.
  Quale può essere la ragione di tale differenza tra somme giocate e somme vinte?
  Il 53 non usciva da 182 estrazioni sulla ruota di Venezia, al gennaio 2005. Molti giocatori ingenuamente avevano puntato sul 53 (magari indebitandosi), grazie anche ad una massiccia propaganda condotta attraverso i mezzi di comunicazione. In realtà, nonostante il ritardo accumulato, il 53 ha la stessa probabilità di uscita di qualsiasi altro numero del lotto…

Genetica, casi giudiziari, storia...

Le situazioni fin qui esaminate non esauriscono la ricchezza dei contesti in cui la probabilità riveste un ruolo significativo. Ne proponiamo allora degli altri: anch'essi possono essere introdotti alla classe mediante opportune domande-stimolo oppure lasciati per l'approfondimento individuale, eventualmente in momenti successivi del percorso. La lettura "filtri antispam" potrà essere compresa completamente dagli studenti solo più avanti, dato che coinvolge la probabilità condizionata.

- **Genetica**[10]
  Determinazione del sesso dei figli: è vero che se una donna ha avuto due figlie femmine, è più probabile che il prossimo figlio sia maschio?

  Morbo di Cooley e microcitemia: la probabilità di avere alcune malattie si può valutare a partire dal patrimonio genetico dei genitori.

- **Un caso giudiziario**
  O. J. Simpson e l'omicidio della moglie.[11]
  Sospettato di essere l'autore dell'omicidio della moglie, il noto sportivo statunitense O. J. Simpson viene processato nel 1995. Ottiene l'assoluzione. L'anno successivo però al processo civile è riconosciuto colpevole, definitivamente.
  Il primo processo è un esempio istruttivo di come la probabilità possa essere utilizzata in modo distorto. La difesa ha fatto leva sul fatto che tra le **donne percosse** dal proprio compagno, solo lo **0,04%** è poi stata uccisa da lui. E ciò è bastato per convincere la corte. Studi successivi hanno però evidenziato che tra le donne percosse dal proprio compagno **e uccise,** ben il **90%** è stata uccisa da lui.
  In altri termini, una scelta distorta dell'insieme dei "casi possibili", ha condizionato pesantemente l'esito del processo.

- **Storia** [12]
  La probabilità compare già nelle assicurazioni sul trasporto di merci nel XIV secolo: c'era il problema di valutare con precisione i premi (in modo da tutelare la compagnia, ma d'altra parte non proporre costi troppo elevati all'assicurato); ecc.
  La storia della probabilità è più antica della storia: già 6.000 anni fa si giocava a dadi con gli *astragali.*

- **Filtri antispam**[13]
  Come viene utilizzata la probabilità per bloccare le e-mail indesiderate? Il ruolo cruciale della probabilità che dipende da altre.

---

[10] Approfondimenti della questione si trovano nelle letture proposte in fondo al capitolo nell'appendice A2.
[11] Si veda anche l'approfondimento dedicato al caso O.J. Simpson nel paragrafo 6.6 oppure https://it.wikipedia.org/wiki/Caso_O._J._Simpson.
[12] Approfondimenti delle due questioni si trovano rispettivamente nel testo di Amir D. Aczel, "Chance", Raffaello Cortina, 2005 a pag.9-14 e nella lettura proposta in fondo al capitolo nella sezione "La probabilità nella storia".
[13] Si veda l'approfondimento nel paragrafo 6.6.

APPENDICE

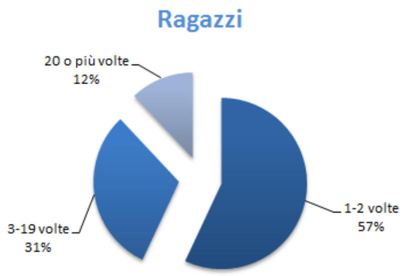
A1 Articoli relativi al gioco d'azzardo

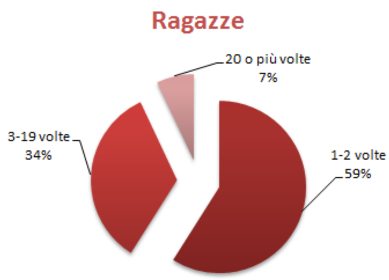
La questione è di interesse sociale, come emerge dagli articoli che seguono.

- Dal quotidiano Il Trentino, 14 giugno 2014 – "Azzardo, ogni trentino investe 2131 euro"
  http://m.trentinocorrierealpi.gelocal.it/trento/cronaca/2014/06/18/news/azzardo-ogni-trentino-investe-2-131-euro-1.9450510

- Da "Il gioco d'azzardo. Aspetti generali e situazione in Trentino" – a cura dell'Osservatorio per la salute, Dipartimento politiche sanitarie della Provincia autonoma di Trento, 29 dicembre 2012
  https://www.trentinosalute.net/content/download/12192/225071/file/gioco_azzardo_aspetti_generali.pdf

  Alcuni dati che fanno riflettere[14]
  - Negli ultimi 12 mesi tra gli studenti trentini il 64% dei ragazzi e il 50% delle ragazze ha praticato giochi in cui si puntano soldi.
  - Tra chi gioca:
    - il 12% dei ragazzi ed il 7% delle ragazze gioca frequentemente (20 volte e più)
    - il 26% risulta essere a rischio
      - il 18% a rischio minimo
      - l'8% a rischio moderato.





- Dal quotidiano Il Trentino, 6 marzo 2014 – "Il gioco d'azzardo costa al Trentino 570 milioni di euro", di Luca Marognoli
  http://trentinocorrierealpi.gelocal.it/trento/cronaca/2014/03/06/news/il-gioco-d-azzardo-costa-al-trentino-570-milioni-di-euro-1.8793755
  Nell'articolo si evidenzia come la cifra (che è una stima, effettuata dall'Associazione Ama di Trento) sia uguale alla metà del budget provinciale per la sanità. Secondo tale studio vi sono in Trentino 15 mila persone dipendenti o a rischio, ciascuna delle quali costa alla collettività 38.000 euro; i costi si dividono in diretti (per ricoveri, cure …) e indiretti (perdita del lavoro, minor produttività).

- Da Le Scienze (on line), 13 marzo 2015 – "CNR: adolescenti d'azzardo: più prevenzione, meno giocatori"
  http://www.lescienze.it/lanci/2015/03/13/news/cnr_adolescenti_d_azzardo_piu_prevenzione_meno_giocatori-2525314/?ref=nl-Le-Scienze_20-03-2015
  Nell'articolo si evidenzia che nel 2014 la percentuale di studenti di 15-19 anni che giocano d'azzardo è del 39%, mentre nel periodo 2009-2011 era del 47%.
  Secondo il test Sogs-Ra i giovani giocatori a rischio o problematici nel 2014 sono circa 170.000, ossia il 7% degli studenti, mentre nel 2011 erano l'11%. Secondo Sabrina Molinaro, dell'Ifc-Cnr, responsabile dello studio, "il merito è da attribuire almeno in parte agli interventi di educazione al gioco e prevenzione della dipendenza da gioco portati avanti nelle scuole superiori.

[14] Fonte: IPSAD 2010 (Italian Population Survey on Alcohol and other Drugs).

A2 Probabilità e genetica: Morbo di Cooley e microcitemia[15]

Il morbo di Cooley

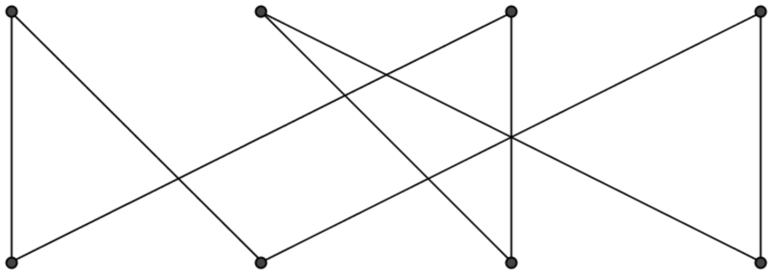
Il morbo di Cooley è una grave forma di anemia; prende il nome dal medico americano Thomas Cooley (1871 – 1945), che ne ha messo in evidenza i caratteri del tutto diversi da altre più comuni forme di anemia. Solo recentemente, intorno al 1960, è stata fatta piena luce su questa malattia, verificando che un bambino affetto dal di Cooley porta l'indicazione della malattia nel nucleo di tutte le sue cellule, e precisamente su ambedue i cromosomi uguali di una stessa coppia.
Una situazione genetica di questo tipo si indica con mm, mentre la situazione geneticamente sana si indica con MM.

La microcitemia

C'è un'ultima situazione genetica: il caso in cui l'indicazione della malattia è presente solo su un cromosoma, situazione indicata con Mm. Le persone di questo tipo non avvertono alcun disturbo; solo un'apposita analisi del sangue rivela che i globuli rossi sono più piccoli del normale. Proprio per questo a tale anomalia ereditaria è stato dato il nome di *microcitemia*, parola di origine greca che significa <<cellule del sangue più piccole>>.
Gli individui affetti da microcitemia sono sani, ma due genitori microcitemici possono generare dei figli affetti da morbo di Cooley.

I figli di due genitori microcitemici
Lo schema seguente aiuta a capire quali situazioni si possono presentare per i figli due genitori microcitemici.

	Genitore microcitemico		**Genitore microcitemico**	
Cellule	Mm		Mm	
Gameti	*M*	*m*	M	m



Figli possibili	**MM**	**Mm**	**mM**	**mm**

[15] Lettura tratta da Castenuovo - Gori Giorgi – Valenti, Matematica oggi 2, ed. La Nuova Italia, 1992, pag. 466 – 468.

I casi possibili per i figli sono dunque 4, e ciascuno si verifica con probabilità $\frac{1}{4}$; ma è chiaro che i due casi Mm e mM sono equivalenti.

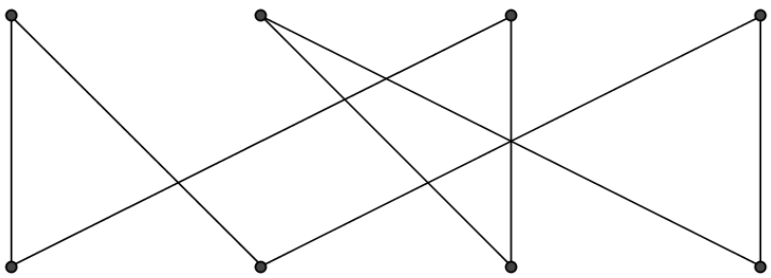
Si trovano quindi le seguenti situazioni possibili:

- MM, cioè figlio geneticamente sano, con probabilità $\frac{1}{4}$
- Mm=mM, cioè figlio microcitemico, con probabilità $\frac{1}{2}$
- mm, cioè figlio malato di morbo di Cooley, con probabilità $\frac{1}{4}$

In conclusione, a ogni concepimento due genitori microcitemici hanno probabilità $\frac{1}{4}$ di generare un figlio malato di morbo di Cooley.

I figli di un genitore microcitemico e di uno geneticamente sano
Uno schema aiuta ancora una volta a capire quali situazioni si possono presentare per i figli due genitori, uno microcitemico ed uno geneticamente sano.

	Genitore sano		**Genitore microcitemico**	
Cellule	MM		Mm	
Gameti	M	M	M	m



Figli possibili	**MM**	**Mm**	**MM**	**Mm**

Ora le situazioni possibili sono solo due:

- MM, cioè figlio geneticamente sano, con probabilità $\frac{1}{2}$
- Mm=mM, cioè figlio microcitemico, con probabilità $\frac{1}{2}$

In questo caso non si avrà mai un figlio malato di morbo di Cooley, ma esiste probabilità 1/2 di generare un figlio microcitemico.

Spunti di discussione

1. Sulla base delle considerazioni svolte in questa scheda, commentare la seguente frase:
   "Quei due genitori hanno avuto un figlio malato di morbo di Cooley, quindi il prossimo figlio sarà certamente sano".
2. Il morbo di Cooley è una malattia contagiosa?

A3 La probabilità nella storia[16]

Nel Trecento le società di assicurazione stimolano gli studi sulla probabilità
Il trasporto di merci via mare è antico quanto l'uomo; risale addirittura alla preistoria.
Ma i lunghi viaggi fra Oriente e Occidente cominciano ad organizzarsi solo quando, dopo l'anno 1000, la vecchia Europa si risveglia dal lungo sonno del Medioevo: le Crociate fanno conoscere nuovi popoli, nuove terre, nuove ricchezze. E sono proprio le ricchezze che attirano l'interesse dei commercianti: pietre preziose, tappeti, stoffe, spezie sono le merci da trasportare via mare.
Però un trasporto via mare presenta sempre delle incognite: il pericolo più grande è quello di un naufragio. La compagnia marittima a cui viene ordinata della merce preziosa da portare dall'Oriente deve chiedere al mercante europeo una grossa somma per il trasporto; d'altra parte il rischio di perdita durante tutti questi viaggi è sempre molto forte.
Sorgono allora, nel XIV secolo, le prime *società di assicurazione*; e sorgono proprio in Italia perché le città marinare italiane (Venezia, Genova, Pisa) erano alla testa della navigazione e del traffico europeo. Queste società d'assicurazione chiedevano percentuali variabili dal 12 al 15 % del valore della merce se si trattava di viaggi via mare, mentre per i trasporti via terra o via fiume la percentuale variava dal 6 all'8 %.
È chiaro che le compagnie d'assicurazione dovevano valutare nel modo più preciso possibile la probabilità di un incidente di viaggio per decidere poi, su questa base, un'adeguata tariffa. Si capisce anche che, tenendo le tariffe più basse, si avevano più clienti, e questo era un fatto positivo; ma, d'altra parte, un maggior numero di clienti portava, in caso di disastro, a dover risarcire una maggior quantità di merci perdute.
Furono proprio dei problemi di tipo assicurativo a stimolare gli studi nel campo della probabilità. Ma, quando si cercò di matematizzare questi problemi, ci si rese conto dell'enorme difficoltà di tradurre in formule il rischio di incidenti che sono determinati da tante cause diverse: le condizioni del mare, la pirateria, la più o meno grande abilità del comandante... Ogni viaggio era una sfida al caso.
Come scoprire le regole che governano il caso?

Nel Cinquecento lo studio dei giochi d'azzardo porta Cardano ad esprimere la probabilità con un numero
I problemi posti dalle compagnie di assicurazione spingono dunque i matematici a cercare le leggi che regolano il caso, ma a partire dai fenomeni meno complicati; per questo si studiano i *giochi d'azzardo*, quei giochi che, da tempi lontani, avevano appassionato gli uomini di tutti i paesi.
Qual è la probabilità che, lanciando due dadi, si ottenga il numero 8? È più conveniente puntare sull'8 o sul 10?
È proprio la considerazione del lancio di due dadi, e più in generale dei giochi d'azzardo, che porta Gerolamo Cardano, matematico e medico vissuto nel Cinquecento, ad esprimere con un numero la probabilità di un evento.
Accade così che il gioco dei dadi diventa un formidabile strumento di ricerca in campo matematico.
Da problemi seri - quelli delle assicurazioni - si passa al gioco per studiare le regolarità del caso ed avere una certa sicurezza nell'arte del prevedere.

Galileo studia gli errori dovuti al caso nelle scienze sperimentali
Un'altra sollecitazione allo studio delle situazioni di incertezza viene, sempre nel Cinquecento, dalle scienze sperimentali. Fra i tanti problemi studiati e discussi a quell'epoca, il più espressivo è un problema astronomico: nel 1572 era esplosa una stella e 12 astronomi erano riusciti a determinare la sua posizione, ma i risultati delle misurazioni erano diversi.
Come intrepretare questa diversità? Qual era la vera posizione della stella?

[16] Esempi e problemi tratti da Castenuovo - Gori Giorgi – Valenti, Matematica oggi 2, ed. La Nuova Italia, 1992, pag. 478 – 479 – 480.

Le osservazioni sperimentali - annotò anni dopo Galileo Galilei - sono sempre soggette a errori; la posizione più probabile della stella sarà quella dove si addensa il maggior numero di misure.
La *teoria degli errori dovuti al caso* ha inizio proprio da queste considerazioni di Galileo.

Nel Seicento Pascal e Fermat studiano ancora i giochi d'azzardo
Nel XVII secolo il calcolo delle probabilità si avvia a diventare un nuovo ramo della matematica.
Ed ecco che, ancora una volta, sono i giochi d'azzardo a determinare un decisivo passo in avanti nello studio della probabilità.
Giochi di dadi o estrazioni da un'urna di palline bianche e nere sono proposti nel 1654 al matematico Blaise Pascal da un suo amico, il Cavaliere di Méré, uomo di lettere e filosofo, affascinato dai problemi posti dai giochi d'azzardo.
Questi problemi ebbero come conseguenza un fitto scambio di lettere fra due matematici francesi: Blaise Pascal e Pierre de Fermat. E sono proprio le considerazioni espresse in questa corrispondenza a segnare l'inizio organico dello studio del calcolo delle probabilità.

Nel Settecento il primo trattato di calcolo delle probabilità
A distanza di mezzo secolo dalla corrispondenza fra Pascal e Fermat, esce nel 1713 il primo trattato sulla probabilità: l'*Ars conjectandi* («Arte di far congetture», cioè previsioni) del matematico svizzero Jakob Bernoulli. In questo libro ragionamenti e dimostrazioni rigorose stringono eventi incerti in una teoria certa: il calcolo delle probabilità è regolato da poche, ma rigide leggi.
Eppure, queste leggi, apparentemente semplici e chiare, riservavano difficoltà sottili e talvolta imprevedibili nella loro applicazione. E così, nel calcolo delle probabilità, si trovano clamorosi errori commessi perfino da Jean d'Alembert, fisico e matematico francese dai molteplici interessi.
Tuttavia, malgrado queste difficoltà, il calcolo delle probabilità diventa nel XVIII secolo un forte centro di interesse per molti scienziati. In particolare, un saggio di Thomas Bayes stimola notevoli ricerche sulla probabilità delle cause; ricerche sviluppate soprattutto dallo scienziato francese Pierre Laplace.
Poco a poco le applicazioni del calcolo delle probabilità si estendono a campi lontani dalla matematica, perfino alle scienze sociali e legali: a ogni giudice e a ogni testimone si assegna un numero che esprime la probabilità che egli dica il vero; si vuole così valutare la probabilità che un tribunale arrivi ad un verdetto giusto.
A partire dall'Ottocento il calcolo delle probabilità diventa uno strumento fondamentale nella fisica, nella biologia, nell'economia: le teorie dell'incerto vengono a dominare gran parte del campo scientifico.
E sono proprio i campi d'applicazione sempre nuovi che sollecitano ricerche teoriche per precisare i fondamenti del calcolo delle probabilità, diventato ormai un importante ramo della matematica.