Allegati tecnici

Appendice: Guida all'uso delle simulazioni digitali in classe

Allo scopo di supportare i docenti nella decostruzione visiva dei *misconcetti* descritti nell'articolo, sono stati predisposti 6 codici interattivi nel formato HTML5/JavaScript, concepiti appositamente per la condivisione attraverso la proiezione sulla LIM o mediante un uso di rete nei laboratori informatici, senza necessariamente richiedere installazione o connessione a internet.

Dettaglio delle 6 simulazioni

P1. **Il senso di una percentuale (La pioggia al 30%):** Ecco il codice per la prima simulazione.

In questo caso, l'obiettivo didattico è mostrare visivamente la differenza tra l'estensione geometrica (spazio), l'estensione temporale (tempo) e la corretta interpretazione *frequentista* (casi su un campione).

Per rendere l'esempio spaziale più vicino all'esperienza degli studenti locali, ho inserito nel codice un piccolo riferimento geografico alla Valtellina (Sondrio e Morbegno), così da far percepire subito l'assurdità del misconcetto spaziale applicato al loro territorio.

Tutto il codice è nel file P1`.html` che si apre nel browser per eseguirlo.

Spunto per il laboratorio collegato al file ***P1`.html`***

Quando mostrerai questa pagina, i due bottoni rossi serviranno per far visualizzare graficamente agli studenti quello che, inconsciamente, stanno pensando. Il bello viene cliccando sul pulsante verde e poi ripetutamente su "Simula 100 giornate simili": i ragazzi vedranno la griglia cambiare ogni volta. A volte i giorni di pioggia saranno 28, a volte 34, a volte 25. Questo li aiuterà a capire non solo il concetto frequentista, ma anche l'idea di fluttuazione statistica attorno a quel valore teorico del 30%.

In sintesi

1. La pioggia al 30% (Quesito 1): Questo strumento esamina la confusione tra spazio, tempo e frequenza. Cliccando sui bottoni rossi gli studenti visualizzano cosa significa credere che piova "sul 30% del territorio" o "per il 30% del tempo". Il pulsante verde mostra la vista frequentista, generando blocchi casuali di 100 giornate per evidenziare la fluttuazione statistica del 30%.

P2. Il numero ritardatario (Il ritardatario del Lotto): Codice completo per l'applicazione interattiva in JavaScript e HTML5 Canvas che simula visivamente le estrazioni del Lotto per smontare il mito dei ritardatari. Ho progettato questo *widget* pensando a un possibile utilizzo laboratoriale: l'interfaccia grafica è pulita e il codice JavaScript simula l'estrazione reale (5 numeri su 90 senza reimmissione) per garantire la massima accuratezza didattica. L'obiettivo dell'applicazione è mostrare due aspetti fondamentali in un colpo solo:

La convergenza alla media (**Legge dei Grandi Numeri**): Un grafico traccia la frequenza relativa del "numero ritardatario" confrontandola con la probabilità teorica di 1/18 (5,55 %).

La normalità del ritardo: Il sistema registra il "ritardo massimo" (quante estrazioni consecutive a vuoto). I ragazzi potranno vedere coi propri occhi che ritardi di 100, 150 o persino 200 estrazioni accadono fisiologicamente, ma la frequenza complessiva si appiattisce inesorabilmente sul valore teorico, dimostrando che l'urna non ha alcuna "memoria" per compensare le assenze.

Tutto il codice è nel file P2.`html` che si apre nel browser per eseguirlo.

Spunto per il laboratorio collegato al file ***P2.html***

Mostrando questo script in funzione, si può provare a far cliccare ai ragazzi un po' di volte sul bottone "Estrai 1000 volte". L'effetto visivo è immediato: il grafico a dispersione, inizialmente caotico a causa delle normali fluttuazioni statistiche, si trasformerà gradualmente in una linea quasi piatta incollata al tratteggio rosso del 5,55%.

Contemporaneamente, noteranno che il "Max Ritardo Storico" potrà tranquillamente raggiungere le 150-200 estrazioni senza intaccare in alcun modo l'equilibrio a lungo termine delle frequenze, smontando così completamente l'assunto compensativo del "numero in ritardo".

In sintesi

2. Il mito dei ritardatari del Lotto (Quesito 2): Consente di simulare estrazioni ripetute di 5 numeri su 90. Eseguendo cicli di 1.000 estrazioni, il grafico a dispersione mostra la convergenza inesorabile verso la probabilità teorica del 5,55%, mentre il contatore del "Max Ritardo Storico" dimostra come ritardi di oltre 150 estrazioni siano normali e non influenzino il recupero a lungo termine.

P3. **Due ospedali (I due ospedali di Kahneman e Tversky):** Questa simulazione è forse la più d'impatto da mostrare sulla LIM in classe, perché rende visibile a occhio nudo un concetto astratto come la **varianza** e distrugge l'euristica della rappresentatività. L'idea è mostrare graficamente come il dato del "piccolo ospedale" fluttui selvaggiamente, mentre quello del "grande ospedale" resti saldamente ancorato attorno al valore atteso del 50%.

Codice completo in HTML5, CSS e Javascript, nel file P3.`html` si apre nel browser per eseguirlo.

Spunto per il laboratorio collegato al file ***P3.html***

Consiglio di far usare ai ragazzi il bottone "*Simula 1 Anno (365 gg)*". L'effetto visivo è strepitoso: vedranno i punti blu (l'ospedale grande) formare una striscia stretta e compatta lungo la linea tratteggiata del 50%, incapaci di avvicinarsi alla linea rossa del 70%. Al contrario, i punti arancioni (l'ospedale piccolo) "esploderanno" a ventaglio lungo tutto il grafico, sforando continuamente la soglia del 70% e del 30%, in alto e in basso. Questa è la *varianza* resa fisicamente visibile, un'immagine che distrugge all'istante l'idea che 70/100 sia "uguale" a 7/10 nel mondo del caso.

In sintesi

3. Il paradosso degli ospedali (Quesito 3): Simula le nascite nell'Ospedale Grande (100 nascite/giorno) e Piccolo (10 nascite/giorno). Cliccando su "Simula 1 Anno", i punti sul grafico mostrano palesemente la varianza: i dati dell'ospedale grande si concentrano

attorno al 50%, mentre quelli dell'ospedale piccolo divergono selvaggiamente oltre le soglie estreme del 70% o del 30%.

P4. **Che cosa vuol dire rischioso (100€ al 50% vs 50.000€ all'1%):** Il quarto quesito è perfetto per essere visualizzato tramite un grafico lineare che mostri le **perdite cumulate** nel tempo.

L'obiettivo didattico di questa simulazione è duplice:

1. Far vedere come il **Valore Atteso** si traduca geometricamente nella *pendenza* di una retta (la perdita media per ogni evento).
2. Mostrare visivamente la natura "catastrofica" dell'evento a bassa probabilità: mentre il primo Scenario (A) genera un rivolo costante e prevedibile di piccole perdite, lo Scenario (B) rimane a zero a lungo per poi esplodere improvvisamente con gradini devastanti, svelando l'illusione di sicurezza del rischio all'1%.

Codice completo in HTML5, CSS e Javascript, nel file P4.html si apre nel browser per eseguirlo.

Spunto per il laboratorio collegato al file *P4.html*

Come finalizzarlo didatticamente

Il dettaglio chiave di questa simulazione è il modo in cui è *renderizzato* lo Scenario B (il rischio catastrofico):

1. Facendo clic su **"Simula 50 Eventi"** alcune volte, si vedrà la linea verde crescere costantemente abbracciando la sua media teorica. La linea rossa, invece, sembrerà rassicurante e piatta sullo zero... finché l'evento all'1% non si verificherà.
2. Quando il 50.000€ "colpisce", la linea rossa effettua un enorme salto verticale (il "gradino"), sfondando completamente la scala del grafico e mostrando brutalmente perché basarsi solo sulla probabilità, escludendo l'impatto economico, porta ad una valutazione distorta del rischio. Il Valore Atteso tratteggiato (dieci volte più ripido) farà da muto testimone alla vera natura catastrofica di quello scenario.

In sintesi

4. Valore Atteso e Percezione del Rischio (Quesito 4): Confronta due scenari: 50% di perdere 100€ e 1% di perdere 50.000€. L'animazione traccia il grafico delle perdite cumulate. La simulazione rivela la natura "catastrofica" dell'evento a bassa probabilità: la linea rossa rimane piatta a lungo, per poi impennarsi improvvisamente con gradini devastanti, svelando l'illusione della sicurezza e il peso del Valore Atteso.

P5. **Mutua assicurazione (La cassa comune da 10.000€):** Questo quinto quesito si presta a una simulazione dal duplice valore didattico.

Da un lato, dimostra visivamente l'efficacia della **mutualità**: mostra come la "Cassa Comune", raccolta chiedendo soli 100 € a testa (il Premio Puro), riesca a coprire danni devastanti (10.000 €) che colpiscono i poveri singoli sfortunati. Dall'altro lato, introduce il concetto critico di **varianza** nel *mondo assicurativo*: poiché il numero di sinistri fluttua ogni anno, la raccolta basata sul puro

valore atteso (100.000 €) andrà a volte in avanzo e altre volte in **disavanzo** (bancarotta). Questo fornisce l'aggancio perfetto per spiegare ai ragazzi perché le vere assicurazioni aggiungano un "caricamento di sicurezza" al premio puro onde evitare di finire in bancarotta.

Codice completo in HTML5, CSS e Javascript, nel file P5 **.** `html` *si apre nel browser per eseguirlo.*

Spunto per il laboratorio collegato al file ***P5*** **.** ***html***

Facendo cliccare ripetutamente su **"Simula un Anno"**, gli studenti potranno notare che:

1. Nella maggior parte dei casi i puntini rossi (i sinistri) si attestano intorno a 9, 10 o 11, e la barra a destra rimane verde (la Cassa regge o va in leggero avanzo).
2. Occasionalmente i sinistri schizzano a 13 o 14. In quegli anni, la Cassa va in "Bancarotta" (la barra diventa rossa scendendo sotto lo zero), poiché 100.000 € non bastano a pagare 140.000 € di danni. Questo semplice clic ripetuto fa comprendere istantaneamente che il **Premio Puro non basta** nella realtà: un gruppo cooperativo (o un'assicurazione) *deve* prelevare un po' più di 100 € (Premio di Tariffa) per formare quella riserva di garanzia in grado di assorbire queste inevitabili fluttuazioni statistiche!

In sintesi

5. La Mutua Assicurazione e il Premio Puro (Quesito 5): Esplora la mutualità tra 1.000 individui. Animando i sinistri di anno in anno, gli studenti vedono come la Cassa Comune da 100.000€ basti solitamente a coprire i danni attesi. Tuttavia, le fluttuazioni annuali (quando i sinistri schizzano a 13 o 14 invece di 10) portano la cassa in "Bancarotta", dimostrando perché le assicurazioni reali applichino ricarichi di sicurezza al Premio Puro.

P6. **L'esito di un esame (Il paradosso del test medico):** Si completa la raccolta laboratoriale con questo codice che affronta il più celebre "*Paradosso dei Falsi Positivi*" (**fallacia del tasso di base**). Questa versione è uniformata graficamente allo stile delle altre cinque simulazioni, pronte per essere integrate direttamente nell'articolo su Matmedia.

L'obiettivo didattico qui è far sparire la ***formula di Bayes*** a favore delle **frequenze naturali**: l'occhio dello studente vedrà l'unico vero positivo (il puntino rosso) venire letteralmente sommerso dalla marea di falsi positivi (i puntini arancioni) generati dal 5% di errore sui 999 soggetti sani.

Codice completo in HTML5, CSS e Javascript, nel file P6 **.** `html` *si apre nel browser per eseguirlo.*

In sintesi

6. Il paradosso dei falsi positivi (Quesito 6): Una potente rappresentazione visiva delle frequenze naturali e del Teorema di Bayes. Il canvas genera 1.000 individui con un solo "vero malato". Avviando il test clinico (fallace al 5%), l'impatto visivo dell'unico puntino rosso sommerso da 50 "falsi allarmi" arancioni scioglie all'istante l'incomprensione legata alla probabilità condizionata.