

AAAllunati! La Luna resa accessibile all'All About Apple Museum

Giovanni Antonio Cignoni

Progetto HMR, c/o Cignoni, Via Garibaldi, 27. I-56124 Pisa. E-mail: giovanni.cignoni@progettoHMR.it

Marco Fanciulli

Progetto LMR, c/o Fanciulli, Via P. Nenni, 43. I-58015 Orbetello (GR). E-mail: marco.fanciulli@marcofanciulli.it

Alessio Ferraro

Andrea Palermo

All About Apple Museum, Piazza De Andrè, 12r-14r. I-17100 Savona.

E-mail: alessio.ferraro@allaboutapple.com; andrea.palermo@allaboutapple.com

RIASSUNTO

Parlando di accessibilità e di musei scientifici, una barriera ingombrante, che frena e "ghettizza" la partecipazione, è costituita dalla tradizione per la quale materie come matematica, fisica e informatica sono "difficili". Da una parte ci sono i pochi che "ne capiscono", dall'altra i molti "rassegnati a non capire". Le soluzioni individuate dalla divulgazione di massa in genere non risolvono il problema: per riuscire a solleticare la curiosità dei più restii, si esagera nella direzione dell'intrattenimento.

L'articolo presenta un esperimento controcorrente. Per celebrare il 50esimo anniversario della missione Apollo 11, l'All About Apple Museum di Savona ha organizzato una notte bianca per parlare senza sconti di fisica, matematica e informatica. Il programma dell'evento e alcuni dettagli dei principali momenti narrativi della notte sono portati come esempi per sostenere che, con impegno, la barriera è superabile e che la divulgazione facile è una scorciatoia da rifiutare se si vuole rendere le scienze davvero accessibili.

Parole chiave:

spazio, matematica, fisica, informatica, narrazione.

ABSTRACT

Moon!AAAnded: The Moon made accessible at All About Apple Museum

Talking about accessibility and scientific museums, the tradition implying that subjects such as mathematics, physics and computer science are "difficult" constitutes a cumbersome barrier that slows down and "ghettoizes" participation. On the one hand there are the few who are "capable of understanding", on the other the many "resigned to not understanding". The solutions identified by mass popularisers of science rarely manage to solve the problem. They trade the goal of tickling curiosity by exaggerating towards pure entertainment. The article describes a countercurrent experiment: a night at the All About Apple Museum in Savona (Italy) to celebrate the 50th anniversary of the Apollo 11 mission. The white night was used as a good opportunity to speak about physics, mathematics and computer science without omitting any complexity. The program of the event and some details of the main narrative topics are presented to claim that the "science is difficult" barrier can be broken down. It requires effort, yet it is doable if we, as science communicators, refuse to follow the shortcut represented by oversimplified, light popularisation.

Key words:

space, mathematics, physics, computer science, storytelling.

INTRODUZIONE

Per rendere i musei accessibili a tutti le barriere da abbattere sono tante: fisiche, economiche, sociali, culturali. Parlando di musei scientifici una barriera ingombrante è la tradizione per la quale materie come matematica, fisica, informatica sono "difficili" e, in quanto tali, dividono: da una parte ci sono i pochi che "ne capiscono", dall'altra i molti "rassegnati a non capire". Il caso è interessante perché l'accessibilità, come atteg-

giamento, è una stupenda conquista sociale caratterizzata dall'essere attenzione alle minoranze. In questo caso invece i rapporti sono rovesciati, la barriera non è un ostacolo per pochi: mette in difficoltà i più. Cosa che, oltre a essere una preoccupante misura del problema, produce ulteriori danni. La maggioranza determina la normalità e quindi diventa naturale giustificare, a volte addirittura con orgoglio, l'avversione per certe materie: "matematica? no grazie non fa per me". Non solo, negli stereotipi i conti con i "dotati" si pareg-

giano classificandoli nerd, chi capisce di matematica/fisica/informatica deve per contrappasso avere altre deficienze: brutto, malaticcio, incapace di rapporti umani... una prospettiva decisamente poco attraente che certo non invoglia ad avvicinarsi alle scienze e, anzi, contribuisce a costruire altre barriere (Starr, 2018).

Parte della responsabilità forse è di un passato di arida didattica scolastica, ma c'è anche, attuale e sempre più diffusa, l'attitudine a semplificare le storie di scienza, a presentare solo aneddoti e curiosità, a esaltare l'eccezionalità di pochi "inventori", a sostituire nell'immaginario collettivo i ricercatori con gli imprenditori, ignorando pazienza, applicazione e studio dei primi per glorificare invece fortune e ricchezze dei secondi. Lo spettacolo porta buoni numeri, premia gli instant book, le trasmissioni "di approfondimento", anche qualche mostra in cerca di facile successo. Purtroppo la sensazione di aver avvicinato molti alla scienza con questi mezzi è effimera: al contrario è aumentata la divisione, la barriera è più alta. Il pubblico si è divertito, ma poco gli è stato spiegato, il risultato di queste iniziative è che le persone si sentono ancora più distanti, piccole di fronte a misteri e personaggi troppo grandi, sempre più parte di un "volgo" al quale, per pigrizia, per paternalistica compassione e anche per interesse di cassa, si divulgano storie accattivanti, ma annacquate. L'articolo racconta un esperimento controcorrente: una notte al museo pensata con l'obiettivo di parlare senza sconti di fisica, matematica e informatica. Nel seguito, oltre a presentare l'evento organizzato all'All About Apple Museum di Savona per il 50esimo della missione Apollo 11 (v. sito web 1), si racconta qualche dettaglio dei due principali momenti narrativi della notte, esempi di argomenti di scienza "belli complessi" che però, con un po' di impegno, è possibile raccontare correttamente a tutti.

UN ANNIVERSARIO DA NON PERDERE, UNA LUNGA NOTTE

Nel 2019 ricorreva il 50esimo della missione Apollo 11: giusto festeggiarlo. Di celebrazioni retoriche se ne sono viste molte. Anche di dibattiti che, pur con l'obiettivo di confutarle, danno visibilità (Peter & Koch, 2015) alle teorie del "non ci siamo mai stati". La formula è vincente: il complotto incuriosisce sempre, il pubblico è numeroso e l'onore scientifico è salvo.

Perché invece non sfidare il pubblico e invitarlo a sentir raccontare di fisica, di manovre spaziali (quelle vere), di calcoli, calcolatori e altre cose così complesse da far paura? Invece di nascondere la barriera, esponiamola per dimostrare che si può affrontare – alla fine anche il fascino dello spavento è un vecchio trucco.

L'All About Apple Museum di Savona è dedicato alla storia della casa della mela e, più in generale, dell'informatica. Avendo a che fare con il più glamour dei marchi dell'informatica di consumo, il Museo potrebbe vincere facile insistendo sulla favola dell'informatica

nata nei garage ed esaltando personaggi e prodotti già noti. Invece, collezione e competenze sono state messe a servizio di un racconto corretto della storia dell'informatica (Cignoni & Ferraro, 2019) e la notte di "AAAllunati" è un esempio e un esperimento di questo percorso.

50 anni fa il sogno di arrivare sulla Luna divenne realtà grazie a un impegno scientifico e tecnologico strepitoso, buona parte del quale fu speso nell'informatica. Con "AAAllunati" è stata proposta una notte dedicata all'informatica del programma Apollo e alla comprensione del perché fu tanto determinante. Il che ha implicato di far incontrare il pubblico con la fisica delle manovre orbitali e con la matematica che la modella. Di fronte alle formule e alla quantità di calcoli necessari per risolverle si comprende appieno quanto furono importanti i calcolatori a terra che aiutarono a pianificare la missione e quelli di bordo che permisero di controllarne istante per istante lo svolgimento.

L'impegno richiesto al pubblico e la cura dei dettagli si vedono fin dagli orari: la notte è stata una maratona di oltre sei ore fra due brindisi dalla tempistica significativa. Il primo il 20 luglio alle 22:17, ora italiana dell'allunaggio, l'altro il 21 luglio alle 04:56, ora del famoso "That's one small step...". Che i due eventi siano così distanti è una scoperta per i più: un particolare della complessità dell'impresa che invece viene perso nelle narrazioni retoriche e semplificate – ovviamente è stato svelato che cosa fecero Armstrong e Aldrin in quel tempo.

Per mantenere viva l'attenzione del pubblico per tutta la notte, oltre ai due interventi principali, diverse attività di contorno hanno aiutato a spezzare i tempi. Per non guardare solo all'informatica di ieri, nella notte si poteva usare Oculus Quest, l'ultimo arrivato dei dispositivi di realtà virtuale, e immergersi nei momenti più emozionanti della missione Apollo 11. E non si vive di solo digitale: in collaborazione con l'Associazione Stellaria (v. sito web 2) un telescopio con specchio da 250 mm era disponibile per osservare le stelle e le costellazioni (che gli astronauti come gli antichi naviganti usarono per verificare la rotta) e, ovviamente, la Luna localizzando dal vivo la zona dell'allunaggio. Per rilassarsi c'era anche un quiz sul nostro satellite protagonista sul grande e piccolo schermo – ammettiamo che i premi, consegnati ai più bravi alla fine della nottata, erano uno stratagemma per invitare a non andar via anzitempo.

IDEE, CALCOLI E CALCOLATORI PER ANDARE SULLA LUNA

Obiettivo della notte era esporre il pubblico alla complessità di un viaggio Terra-Luna e ritorno. L'argomento andava reso digeribile: si è scelto di arrivarci per gradi ripercorrendo come, in secoli di viaggi lunari immaginati, le conoscenze scientifiche del tempo abbiano condizionato la fantasia, così da mitigare i momenti "impegnativi" con riferimenti e curiosità.

Luciano di Samosata, Dante e Ariosto sono serviti a introdurre i numeri del viaggio, tempi e distanze, utili a far percepire al pubblico – aiutandosi con una ricostruzione in scala reale – le vere proporzioni del sistema Terra-Luna, da molti sottostimate perché viziati da una quantità di immagini e filmati che ci mostrano una Luna molto più grande e vicina.

Con la fisica moderna arrivano la legge di gravitazione universale e la velocità di fuga. Dai semplici numeri si passa alle prime formule, mostrate e spiegate quanto basta per comprendere che orbitare significa trovare quell'equilibrio fra velocità e altitudine che permette a un satellite di "cadere continuamente" (fig. 1a), senza impattare sulla superficie né sfuggire. L'orbita oppure la fuga, insomma lo spazio, diventano obiettivi possibili purché si raggiunga una determinata velocità, anche a costo di ottenerla tutta insieme facendosi sparare da un cannone. Per stemperare torniamo ad agganciare la scienza con gli autori fantastici del periodo: ci aiutano Verne e la reinterpretazione cinematografica di Méliès. La curiosità è solleticata raccontando dell'High Altitude Research Project: nei primi anni '60 hanno davvero sparato proiettili nello spazio con un cannone gigante! Ancora più difficile: razzi, Δv e manovre orbitali. È naturale convincersi che acquistare velocità tutta in un colpo, sparati da un cannone, è intollerabile: stiamo parlando di cose sugli 11,2 km al secondo. Però adesso è chiaro che la questione sta tutta nella velocità, o meglio nell'aver un mezzo che ci permetta di raggiungerla per gradi, in pratica realizzando un certo numero di variazioni di velocità (fig. 1b). È così possibile comprendere il Δv dell'equazione di Tsiolkovsky e il perché dei razzi a stadi.

L'ultimo passo è far pratica con le manovre orbitali di Hohmann (fig. 1c), ma ormai tutti gli elementi sono in mano al pubblico. A contorno, diventa altresì chiaro che nello spazio, contrariamente a quanto si vede di solito al cinema, i motori si accendono solo ogni tanto e per poco tempo: quanto basta a generare i Δv che servono. Anche questo capitolo è stato alleggerito con riferimenti alla narrativa, rappresentata da mostri sacri

della fantascienza come Asimov, Clarke, Heinlein. Il terzo dei tre offre l'elemento curioso: in "Rocket Ship Galileo" (1947) immagina tre ragazzi che arrivano sulla Luna grazie a un razzo postale modificato. Pochi sanno che nel 1959 furono fatti seri esperimenti di "missile mail" con tanto di annulli ufficiali, lanci riusciti e cartoline consegnate.

Durante la serata le formule sono state spiegate quanto basta: non serve impararle a memoria o saperle risolvere. È sufficiente capirne il significato e la complessità per raggiungere la consapevolezza che pianificare e realizzare le missioni Apollo richiese una mole fantasmagorica di calcoli. La notte è continuata parlando delle macchine che quei calcoli risolsero: i grandi calcolatori IBM e Honeywell a terra, i sofisticatissimi calcolatori di bordo progettati al MIT e realizzati dalla Raytheon, le calcolatrici programmabili Wang e Olivetti usate nei laboratori, fino agli inossidabili regoli Pikett in dotazione agli astronauti. Una lunga lista che non risulta noiosa perché, sapendo quanto furono importanti, non son più macchine anonime.

GUIDA PRATICA PER UN ALLUNAGGIO GENTILE

Nel corso della serata, oltre all'aspetto tecnologico, la narrazione ha coperto anche l'aspetto umano, offrendo un resoconto particolareggiato delle procedure svolte dagli astronauti durante gli ultimi 17 minuti di volo prima dello storico allunaggio.

Per preparare i presenti a darsi l'autosuggerimento della rappresentazione visiva e mentale di ciò che sarebbe stato descritto, in vari momenti della serata il pubblico ha potuto acquisire consapevolezza diretta delle dimensioni dei velivoli, della posizione degli strumenti, nonché della incredibile varietà del paesaggio osservato dagli astronauti, elemento essenziale per i riferimenti di navigazione. Oltre alle due postazioni in realtà virtuale nelle quali era attiva una simulazione delle fasi più salienti della missione (fig. 2), erano disponibili ricostruzioni in dimensioni reali dei pannelli di controllo

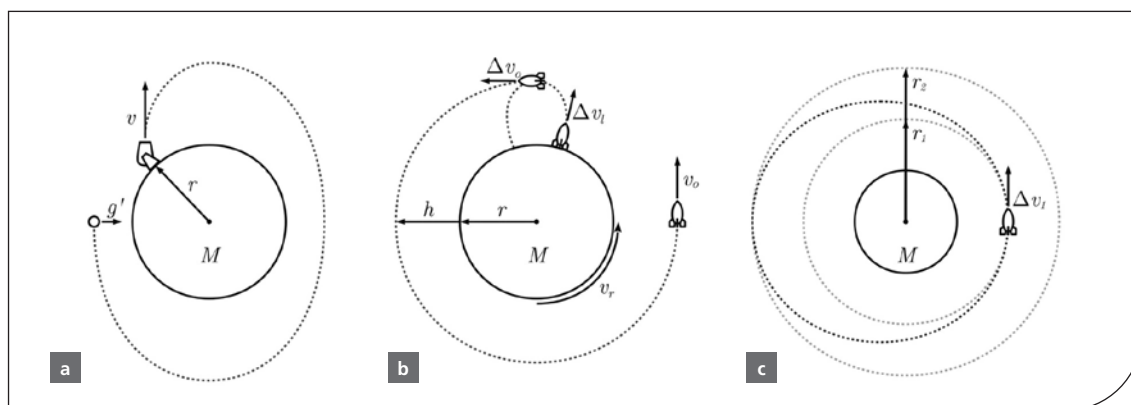


Fig. 1. I "disegnini" per raccontare la fisica dello spazio, dalla velocità orbitale (a), al Δv (b), alle manovre di Hohmann (c).

(complete o su pannelli in forex). Le presentazioni sono state accompagnate dall'esecuzione dei programmi per la rilevazione di altitudine, velocità e vettori di movimento eseguiti in tempo reale e fedelmente sul display di una replica pressoché integrale e funzionante dell'Apollo Guidance Computer (AGC) (Fanciulli, 2019), il calcolatore installato sia sul LEM che scese sulla Luna, sia sul modulo di comando che rimase in orbita lunare con Collins a bordo.

Il pubblico, secondo per secondo, è stato guidato nel rivivere il momento più entusiasmante della missione. Ha potuto così apprezzare le procedure eseguite dagli astronauti, ascoltare le comunicazioni radio tra l'equipaggio e il centro di controllo, comprendere gli effetti sul velivolo e sulla missione nel suo complesso. Lo stile narrativo, invece di semplificare, ha usato il dettaglio per coinvolgere i presenti. Il racconto ha assunto un ritmo sempre più sincopato a mano a mano che il LEM si avvicinava al suolo e l'intensità delle attività a bordo cresceva lasciando sempre meno tempo a disposizione degli astronauti per valutare e decidere. L'elemento emotivo è diventato mezzo per trasmettere la consapevolezza di una missione accuratamente pianificata e della perfetta integrazione tra gli strumenti e le persone addestrate sia a eseguire con sicurezza e rapidità operazioni di routine, sia a esercitare la capacità – tutta umana – di adattarsi agli imprevisti. Che non mancarono.

Fra gli episodi più noti e mal raccontati del primo allunaggio c'è quello del famigerato errore dell'AGC. Un tipico esempio di narrazione semplificata è il seguente (Tallarico, 2019): "un computer iniziò a segnalare un errore di funzionamento, guidando Armstrong e Aldrin verso un terreno sassoso, inadatto per la discesa. La base NASA indicò agli astronauti di ignorare il computer ed Armstrong pilotò la navicella usando il controllo semi-automatico".

La realtà è piuttosto diversa. Spiegarla richiede qualche riga di più, ma oltre a essere una narrazione corretta, invece di alimentare il luogo comune dell'informatica inaffidabile, descrive bene il livello di sofisticazione degli strumenti, di addestramento degli astronauti e di coordinamento con il controllo a terra. Ecco i fatti.

Il radar di rendez-vous era stato lasciato acceso per avere a disposizione la posizione del modulo di comando e, quindi, una direzione verso la quale procedere in caso di interruzione di emergenza dell'allunaggio. La modalità di funzionamento scelta per il radar non avrebbe dovuto inviare alcun dato al computer di bordo, ma così non fu. Una interazione non prevista con il sistema di alimentazione produsse un flusso di dati spuri verso l'AGC, occupandone risorse di calcolo che, invece, avrebbero dovuto essere libere e destinate ai programmi pertinenti alla fase di volo in corso.

Nel volo di avvicinamento gli astronauti dovevano eseguire sull'AGC, in un certo ordine ripetuto in più momenti, alcuni programmi di controllo relativi ai dati di assetto del LEM. Al momento di lanciare uno di questi programmi, l'AGC segnalò l'avviso 1202 e poi il codice 1201: impossibile eseguire, tutte le risorse erano impegnate. Non fu certamente tranquillizzante per gli astronauti, ma da Houston la causa fu identificata e fu detto di ignorare l'avviso – l'avviso, non il computer che non stava mal funzionando! Pochi secondi dopo, Aldrin si accorse della correlazione tra l'esecuzione dei programmi e, d'accordo con il centro di controllo, decise di farsi inviare i dati da terra eliminando il problema. Gli astronauti sapevano che in queste situazioni erano nelle mani competenti dei loro colleghi a terra e si comportarono secondo addestramento.

Gli ultimi metri furono "in manuale", ma era previsto: non era possibile conoscere la posizione di ogni roccia lunare. Il LEM era però, diremmo oggi, "drive by wire": Armstrong manovrava un joystick, l'AGC ne riceveva i comandi e, elaborandoli insieme ad altre informazioni fornite dagli strumenti di bordo, gestiva in tempo reale l'attivazione dei getti di gas che mantenevano l'assetto del LEM permettendo al comandante di concentrarsi sulla direzione. Altro che portare gli astronauti nella direzione sbagliata!

Segnalare un allarme, dare la priorità ai processi importanti sacrificando quelli non vitali, continuare a gestire i sistemi di bordo anche in presenza di dati imprevisti e con risorse limitate non sono "errori di funzionamento". Tutt'altro: dimostrano una progetta-

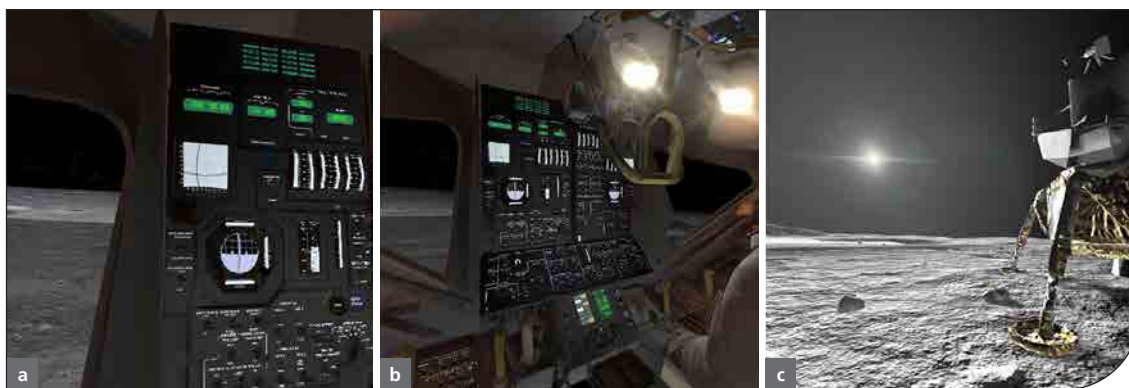


Fig. 2. Tre viste della simulazione in realtà virtuale, all'interno (a, b) e all'esterno del LEM (c).

zione sofisticata, che allora era pionieristica, ma che oggi è parte fondamentale dell'ingegneria dei sistemi software cosiddetti "mission critical".

Il pubblico è stato reso partecipe della comprensibile tensione che Neil Armstrong manifestò nelle comunicazioni radio "It's a 1202... What is that? Give us a reading on the 1202 program alarm...", ma è stato anche messo in grado di comprendere appieno il contesto. L'espressione "It's a 1202" è diventata iconica della missione Apollo 11, ma non è il simbolo di un fallimento dell'informatica, rappresenta la cura nella progettazione di una macchina estremamente complessa. È la celebrazione di una soluzione, non di un problema.

CONCLUSIONI

In somma: è stata una notte lunga e complessa, trascorsa citando Luciano di Samosata e Heinlein, passando dalle equazioni di Newton a quelle di Tsiolkovsky fino alle manovre orbitali di Hohmann, dalla rope memory dell'AGC al suo sistema operativo. Abbiamo giocato con i quiz, ma, soprattutto, abbiamo esposto dettagli insoliti per quantità e livello di approfondimento. È stato un esperimento certamente azzardato: sarebbe disonesto dire che eravamo sicuri del successo. Incredibilmente, però, il pubblico (fig. 3) c'è stato e ha gradito.

Raccontare le cose per ciò che sono, senza sconti, non è facile, bisogna conoscerle bene e c'è da lavorare per sceneggiare una narrazione comprensibile e non noiosa. Occorre molto più impegno, bisogna ingegnarsi per alleggerire il racconto e mantenere viva l'attenzione. Ma non è un obiettivo irrealizzabile: la divulgazione facile è una scorciatoia che si deve rifiutare se si vuole rendere le scienze davvero accessibili.

RIFERIMENTI

CIGNONI G.A., FERRARO A., 2019. Oltre la mela: competenze per valorizzare un patrimonio particolare. In: Dal Lago A., Falchetti E. (a cura di), Atti del XXVIII Congresso ANMS, I musei scientifici nell'anno europeo del patrimonio. Vicenza 24-26 ottobre 2018. *Museologia Scientifica Memorie*, 20: 172-176.

FANCIULLI M., 2019. *Un piccolo file per l'Umanità ma un grande lavoro per quest'uomo* (<http://www.marcofanciulli.it/2019/09/14/un-piccolo-file-lumanita-un-grande-lavoro-questuomo>).

PETER C., KOCH T., 2015. When Debunking Scientific Myths Fails (and When It Does Not): The Backfire Effect in the Context of Journalistic Coverage and Immediate Judgments as Prevention Strategy. *Science Communication*, 38(1): 3-25 (<http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1075547015613523>).

STARR C.R., 2018. I'm Not a Science Nerd! STEM Stereotypes, Identity, and Motivation Among Undergraduate Women. *Psychology of Women Quarterly*, 42(4): 489-503 (<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0361684318793848>).

TALLARICO R., 2019. Il viaggio dell'Apollo 11. *Il Post online*, 4 luglio (<https://www.ilpost.it/2019/07/14/viaggio-apollo-11/>).

Siti web (ultimo accesso 01.02.2020)

1) Allaboutapple, AAAllunati: il 20 luglio la notte bianca di Allaboutapple
<http://www.allaboutapple.com/2019/07/aaallunati-il-20-luglio-la-notte-bianca-di-all-about-apple>

2) Associazione Stellaria
<http://www.astroperinaldo.it/>



Fig. 3. Un momento della notte al museo.