

# The Quantum Photonics Issue

A quella scala tutto è più o meno probabile ma mai certo. E poi fotoni, fotoni e ancora fotoni. Veloci QUANTO la luce.

PER UN RAPPORTO TRA SCIENZA E INTRATTENIMENTO



I-PHOQS

INTEGRATED INFRASTRUCTURE INITIATIVE IN QUANTUM AND QUANTUM SCIENCES

# Comics & Science

## Una splendida giornata a OrbiTown

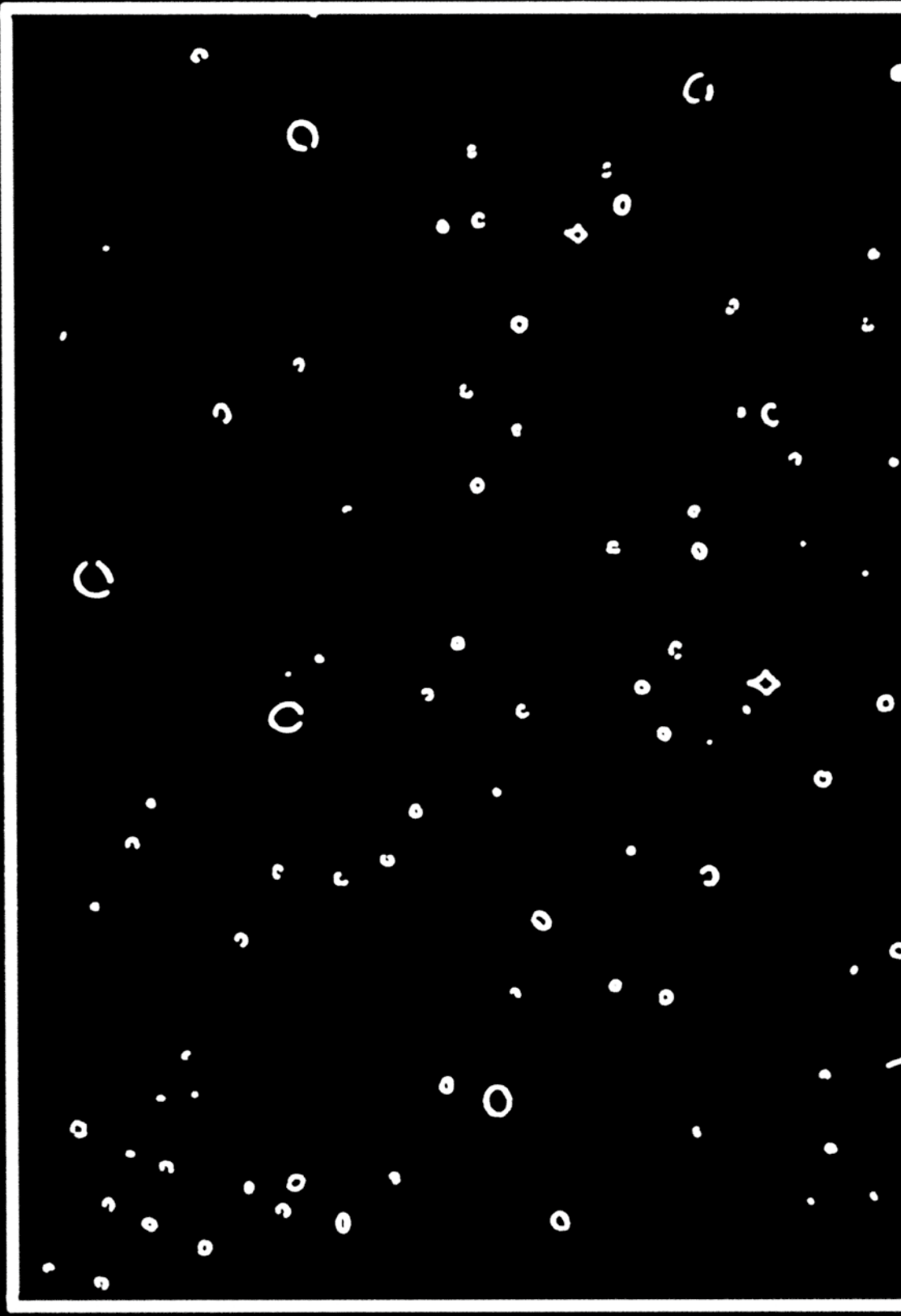
Adriano Barone  
Mattia Di Meo



ISBN 978-88-8080-852-7



edizioni  
Consiglio Nazionale delle Ricerche



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE DI RIPARAZIONE E RESILIENZA

 **CNR IFN**  
Istituto di Fotonica e Nanotecnologie

 **CNR-INO**  
ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA  
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

 **CNR NANOTEC**  
INSTITUTE OF NANOTECHNOLOGY

 **CNR IMM** Istituto per la Microelettronica e Microsistemi



POLITECNICO MILANO 1863 | DIPARTIMENTO DI FISICA

**ADRIANO BARONE**

Autore di fumetti e per l'animazione, ha vinto il premio Boscarato nel 2014, come miglior sceneggiatore italiano.

**MATTIA DI MEO**

Esordisce nel 2016 su *Adventure Time* per BOOM! Studios. Ha disegnato una storia per *Tutto un Altro Lupo Alberto*.

**PAOLO DE NATALE**

Fisico, è Dirigente di Ricerca e Direttore del CNR-INO, coordinatore dell'infrastruttura di ricerca I-PHOQS.

**MAJA COLAUTTI**

Ricercatrice del CNR-INO. È cresciuta leggendo *Mafalda* e, tra un laser e l'altro, di fumetti non può più fare a meno.

**ANDREA MACCHI**

Dirigente di ricerca del CNR-INO, svolge attività di divulgazione e formazione per tutte le età.

**FABIO CHIARELLO**

Primo Ricercatore del CNR-IFN, si occupa di tecnologie quantistiche, divulgazione scientifica, giochi e fumetti.

**CATERINA AMENDOLA**

Ricercatrice del Politecnico di Milano, per il gruppo *Photonics for Health* sviluppa strumentazione ottica avanzata.

**FRANCESCO TODISCO**

Primo Ricercatore del CNR NANOTEC. Si occupa di fotonica ed è responsabile comunicazione di I-PHOQS.

**GABRIELE BIANCHI**

Ha studiato storia medievale ed è fra i fondatori di *OrgoglioNerd.it*, per cui scrive articoli di divulgazione.

**DAVIDE LA ROSA**

Fumettista, scrittore e sceneggiatore. Noto per i suoi Fumetti Disegnati Male e per essere l'autore di *Dio*.



Una pubblicazione di  
**edizioni**  
Consiglio Nazionale delle Ricerche

**DIREZIONE EDITORIALE**

Roberto Natalini (CNR-IAC)  
Andrea Plazzi (Symmaceo Communications)

**REALIZZAZIONE**

Symmaceo Communications (MI)  
www.comicsandscience.it  
info@comicsandscience.it

**PROGETTO GRAFICO**

Lorenzo LRNZ Ceccotti e Marianna Rossi

**GRAFICA**

Alessio D'Uva

**IN REDAZIONE**

Gabriele Bianchi, Mattia Di Bernardo,  
Elena Maltoni, Jacopo Peretti Cucchi,  
Stefano Prodi guerra

**FOTO E ILLUSTRAZIONI**

Microfumetto realizzato in oro evaporato su wafer di silicio con tecniche di nano-microlitografia a fascio elettronico. Fabbricazione di Francesco Mattioli (CNR-IFN, NANOMICROFAB) II, III, IV di copertina, pagina 34; Maja Colautti pagine 4, 37; Jacopo Peretti Cucchi pagina 33; John Bell pagina 36; CERN pagina 36; Abi1927 pagina 36; Polimi pagina 41; Mikeshots pagina 43; Pressmaster pagina 45

**RINGRAZIAMENTI**

Sara Di Marcello, Stefania Giuffrida,  
Caterina Vozzi

Con la collaborazione scientifica di Elisabetta Baldanzi (CNR-INO), Rocío Borrego-Varillas (CNR-IFN) e Stefania Mosca (Polimi) - The Quantum Photonics Issue è realizzato con il supporto economico di I-PHOQS e dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie CNR-IFN.

Illustrazione di copertina di Mattia Di Meo

Una spendida giornata a OrbTown

Storia di Adriano Barone - Disegni di Mattia Di Meo © 2026 Barone, Di Meo/Symmaceo published under agreement with Symmaceo Communications, Literary Agency

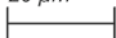
La più eccellente e lamentevole tragedia quantica d'amore quantico  
Testo e disegni di Davide La Rosa  
© 2026 Davide La Rosa

Comics&Science è una co-produzione  
Symmaceo Communications e  
CNR - Unità Editoria  
© CNR Edizioni, 2026  
Piazzale Aldo Moro, 7  
00185 Roma - www.edizioni.cnr.it

ISBN 978-88-8080-852-7  
ISSN 2532-9103  
Prima edizione:  
Marzo 2026  
Stampa A4 Servizi Grafici srl  
Chivasso (TO)



20 µm



# INTRO

Ogni mattina, un fotone si sveglia e sa che dovrà correre più di un fisico sperimentale. E di due fumettisti. Ma che cos'è un fotone?

Diceva Richard Feynman: "nessuno può dire di aver capito la meccanica quantistica". E a chi rimaneva dubbioso, David Mermin diceva "Stai zitto e calcola!". Eppure le tecnologie quantistiche ormai sono parte della nostra vita, con sorprendenti applicazioni nelle comunicazioni crittate, nella simulazione di molecole e materiali, nello sviluppo di nuovi farmaci, in diagnostica medica avanzata e nei nuovi sensori di precisione. Ma come si fa a usare qualcosa che si può calcolare con precisione, ma che resta difficile da immaginare? Ci vogliono infrastrutture capaci di esperimenti di precisione, labirinti con specchi, lenti, polarizzatori e altre diavolerie, per poter andare tutti insieme alla caccia del fotone. E cosa c'è di meglio di un bel fumetto per raccontare cosa succede nei meandri di questi esperimenti esotici? Ecco quindi una storia nuova di zecca per *Comics&Science*, partorita dalla mente di Adriano Barone, per i fiammanti disegni di Mattia Di Meo. Calcolare va bene, ma riusciremo finalmente a immaginarceli, questi fotoni?

*Roberto Natalini  
Andrea Plazzi*

# The Quantum Photonics Issue

---

## SOMMARIO

### 4

#### **La passione che muove il mondo**

PAOLO DE NATALE

### 29

#### **"Mamma, mi è collassato lo storytelling"**

REDAZIONE I-PHOQS

### 35

#### **The Strangest Thing (I-PHOQS in Quantum Socks)**

MAJA COLAUTTI e ANDREA MACCHI

### 38

#### **Intervista a Ray**

FABIO CHIARELLO

### 40

#### **Lumi nel cervello**

CATERINA AMENDOLA

5

## UNA SPLENDIDA GIORNATA A ORBITOWN

ADRIANO BARONE

MATTIA DI MEO



42

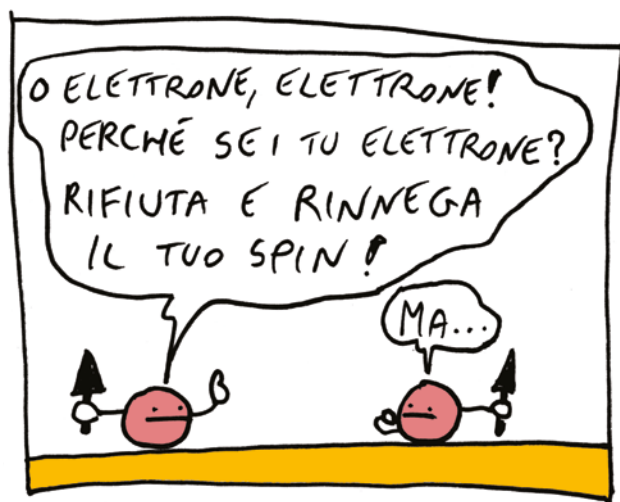
## A luci (quasi sempre) spente: caccia al fotone

FRANCESCO TODISCO

44

## C'è quantistico e quantistico. Ma anche "quantico", eh?!

GABRIELE BIANCHI



46

## LA PIÙ ECCELLENTE E LAMENTEVOLE TRAGEDIA QUANTICA D'AMORE QUANTICO

DAVIDE LA ROSA

# LA PASSIONE CHE MUOVE IL MONDO

**PAOLO DE NATALE**

*Direttore CNR-INO e coordinatore I-PHOQS*

I-PHOQS, una volpe nella scatola e bisogna aprirla per scoprire se sia viva o morta.

Ma se si ha la curiosità di aprirla... si trova invece un'Infrastruttura di Ricerca (IR), giovane, nata solo nel Novembre 2022 con fondi europei e del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

La ripresa parte da un'IR perché questo è il luogo dove si apprendono da persone e strumentazioni alla frontiera della ricerca internazionale discipline che ridisegneranno il futuro, come le Tecnologie Quantistiche, rappresentate dalla volpina viva e/o morta, che per esprimere il loro potenziale trasformativo, probabilmente dell'industria come dell'economia e del sociale, hanno bisogno di giovani appassionati, addestrati e in grado di far avanzare ancora oltre la frontiera della conoscenza e della tecnologia.

E poiché è la passione che muove il mondo o, come diceva Albert Einstein: "Il sentimento e il desiderio sono la forza motrice di ogni sforzo e di ogni creazione umana" non basta la scienza per imprimere il cambiamento scientifico e tecnologico che ci aspettiamo.

Bisogna risvegliare il desiderio e la passione per la scienza e per le continue rivoluzioni che ha saputo regalarci.

Per questo scopo, un fumetto ben fatto può essere più coinvolgente di un testo di Fisica o di una strumentazione di frontiera, per risvegliare vocazione e desiderio della conoscenza. Un fumetto può risvegliare la curiosità, far aprire la scatola e, come in Alice nel Mondo delle Meraviglie, sorprenderci con fenomeni sconosciuti, leggi e regole da scoprire, strade nuove da costruire e poi percorrere.

Per svelare quanto ancora della Natura è ignoto, mettendo al centro le persone, punto di partenza e di arrivo della scienza e della tecnologia.





MI PIACE!

NON MI PIACE!



SONO  
D'ACCORDO!

CHE NON TI  
PIACE?

CHE MI  
PIACE!

ALLORA  
NON SONO  
D'ACCORDO!

CON COSA NON SEI  
D'ACCORDO?

CHE NON MI  
PIACE!

E QUINDI SEI  
D'ACCORDO!

HO DETTO  
ESATTAMENTE IL  
CONTRARIO!

IL CONTRARIO DEL  
CONTRARIO È LA  
STESSA COSA!

NON È LA STESSA  
COSA!

FORZA, RAGAZZI,  
NON LITIGATE, NON  
VEDETE CHE È...

# Una splendida giornata a OrbiTown

Adriano Barone storia  
Mattia Di Meo disegni  
Alessio D'Uva lettering



BELLO.  
CARINO, INSOMMA.  
BRAVA. BRAVINA,  
INSOMMA...



BRAVISSIMA!

I TUOI  
SALTI FANNO  
SCHIFO,  
RAY!



WOAH! E  
QUESTO COS'ERA?  
UN TERREMOTO?

ERA  
OVIAMENTE UN  
TERREMOTO!

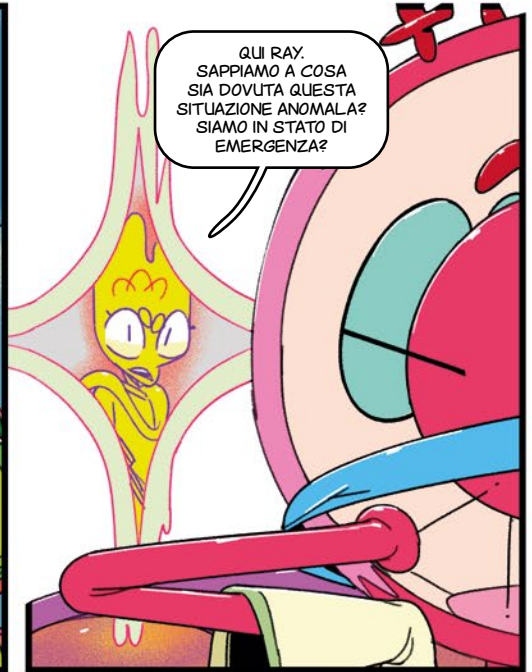
NON ERA UN  
TERREMOTO!

MAH,  
INSOMMA,  
"TERRE-  
MOTO"...

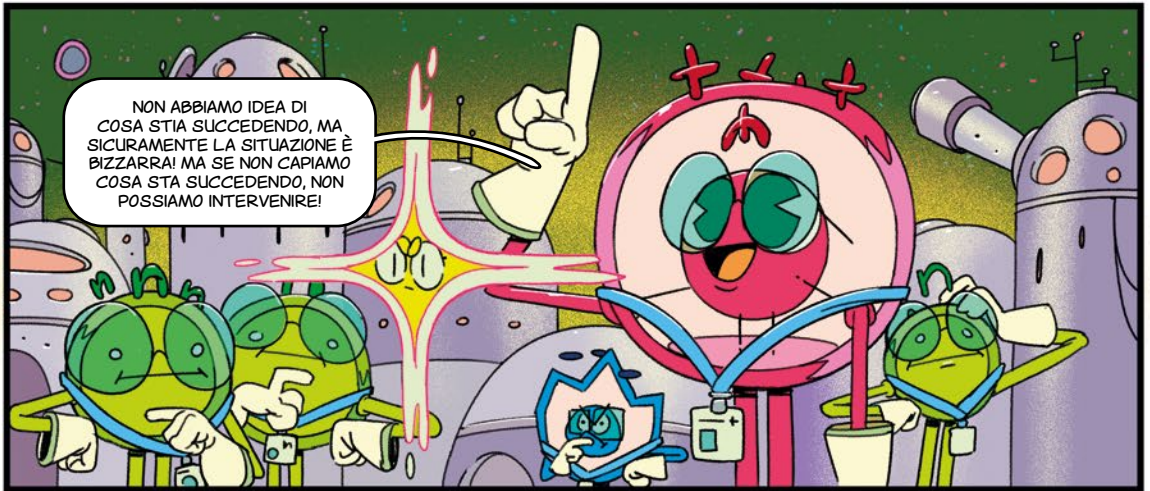


BE EP,  
BE EP!

HO DETTO  
BEEP!



QUI RAY,  
SAPPIAMO A COSA  
SIA DOVUTA QUESTA  
SITUAZIONE ANOMALA?  
SIAMO IN STATO DI  
EMERGENZA?



NON ABBIAMO IDEA DI  
COSA STA SUCCEDENDO, MA  
SICURAMENTE LA SITUAZIONE È  
BIZZARRA! MA SE NON CAPIAMO  
COSA STA SUCCEDENDO, NON  
POSSIAMO INTERVENIRE!



NON TI  
PREOCCUPARE. CI  
PENSERÒ IO.



IN EFFETTI SENTO CHE SEI  
IN UNO STATO ABBASTANZA  
ECCITATO. MA MENTRE INDAGHI,  
CERCA DI NON FARTI NOTARE.  
SE È UN NEMICO, NON DOBBIAMO  
LASCIARGLI CAPIRE TROPPO.

NON TI  
PREOCCUPARE.  
COME SEMPRE...



"...SARÒ DISCRETA."

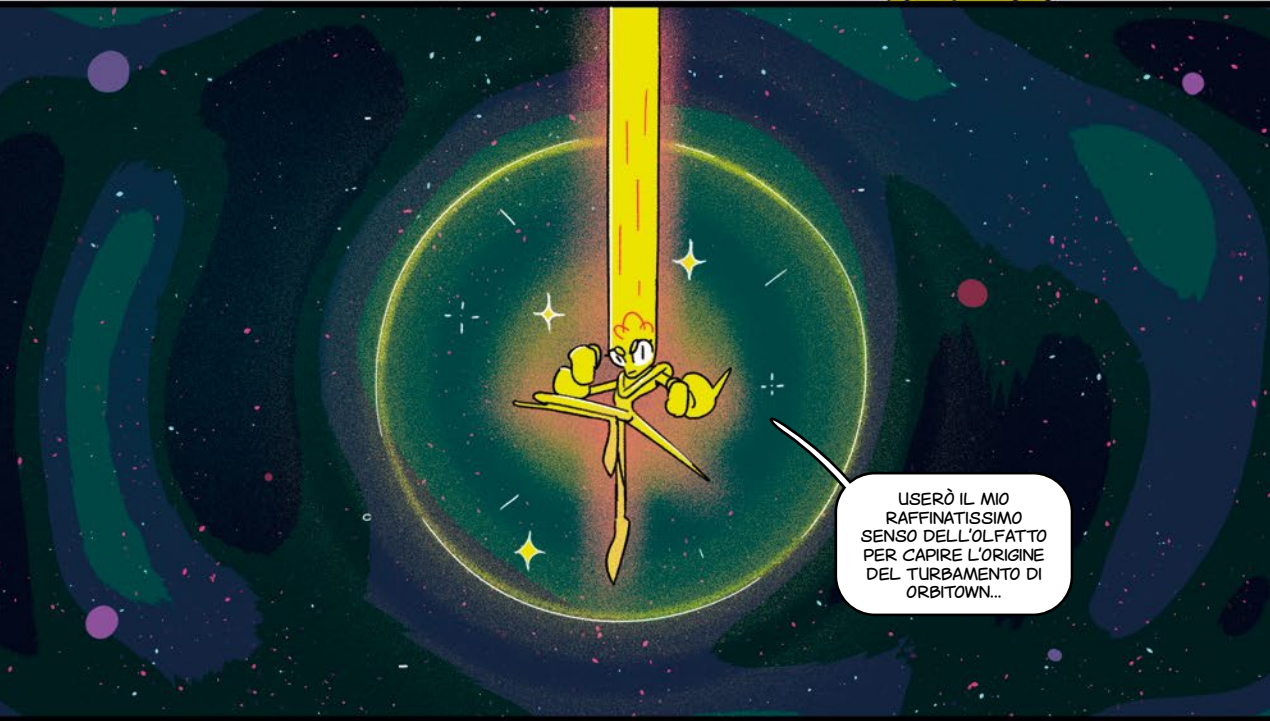
BUONA FORTUNA!

ANDRÀ TUTTO MALISSIMO!

INSOMMA...  
ANDRÀ IN QUALCHE  
MODO.



E VIA! PIÙ VELOCE  
DELLA... NO, È  
IMPOSSIBILE. VELOCE  
COME LA LUCE!

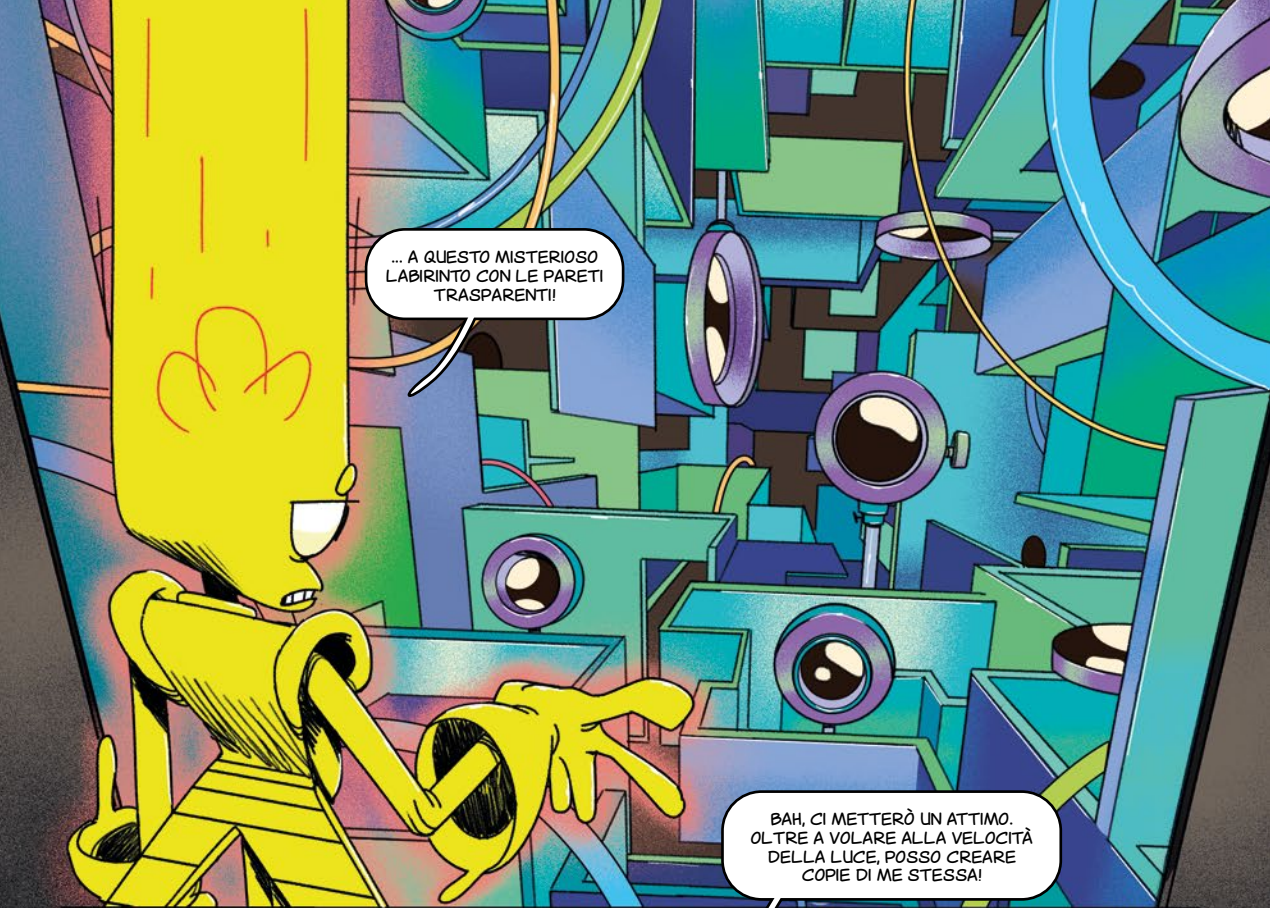


USERÒ IL MIO  
RAFFINATISSIMO  
SENSO DELL'OLFATTO  
PER CAPIRE L'ORIGINE  
DEL TURBAMENTO DI  
ORBITOWN...



SNIFF  
SNIFF

TUTTO PUNTA...



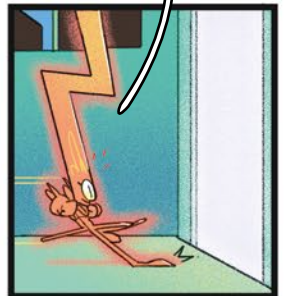
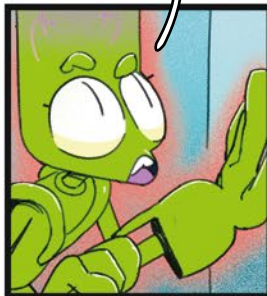
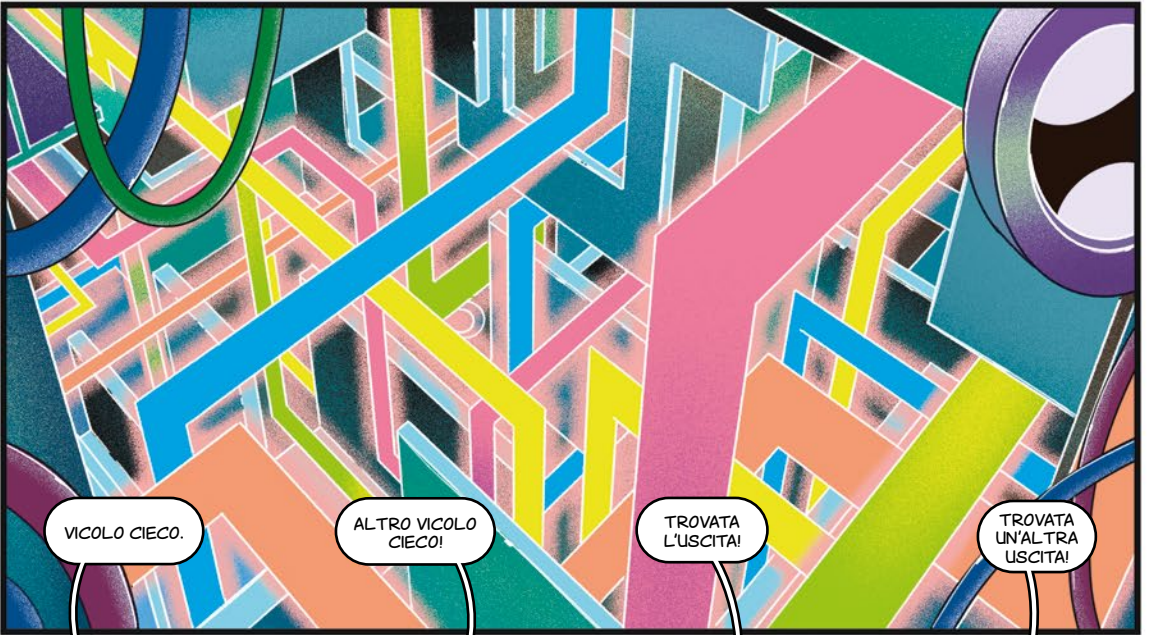
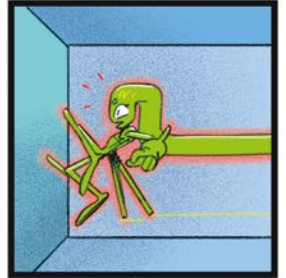
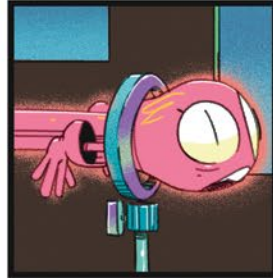
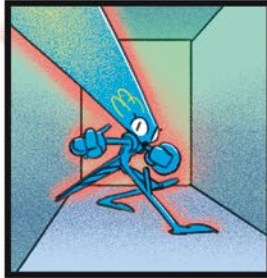
... A QUESTO MISTERIOSO  
LABIRINTO CON LE PARETI  
TRASPARENTI!!

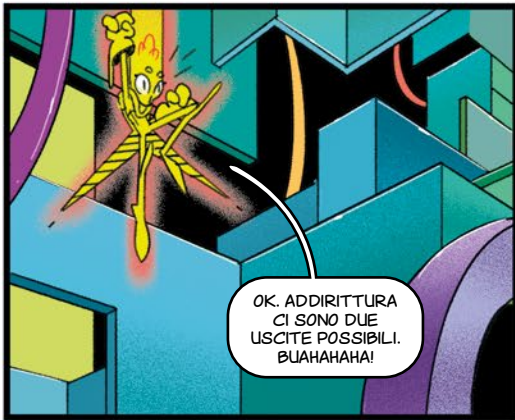
BAH, CI METTERÒ UN ATTIMO.  
OLTRE A VOLARE ALLA VELOCITÀ  
DELLA LUCE, POSSO CREARE  
COPIE DI ME STESSA!



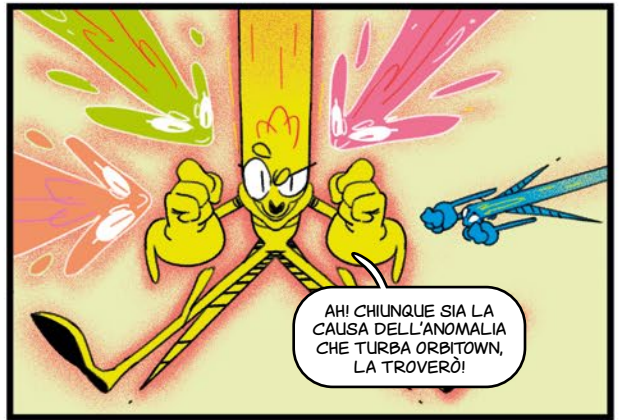
FORZA RAGAZZE,  
ATTRAVERSIAMO  
CONTEMPORANEAMENTE  
TUTTI I PERCORSI  
DEL LABIRINTO E  
TROVIAMO L'USCITA PER  
PROSEGUIRE IL NOSTRO  
VIAGGIO!

LET'S GOOO!!!





OK. ADDIRITTURA  
CI SONO DUE  
USCITE POSSIBILI.  
BUAHahaha!

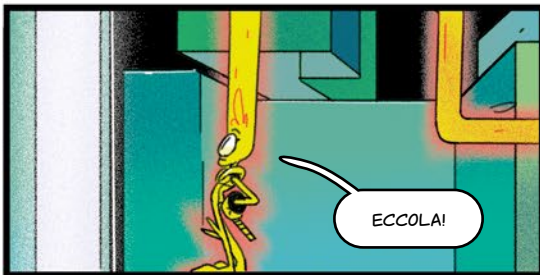


AH! CHIUNQUE SIA LA  
CAUSA DELL'ANOMALIA  
CHE TURBA ORBITOWN,  
LA TROVERO!

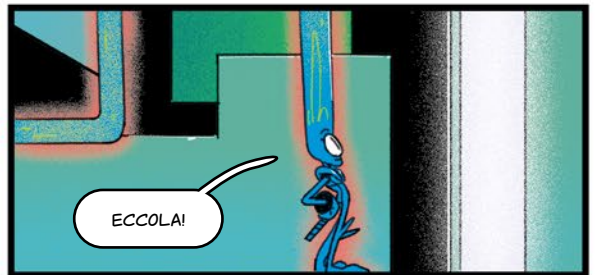


PER SICUREZZA  
PASSEREMO DA  
ENTRAMBE LE USCITE  
E CI RIUNIREMO DOPO  
CHE SAREMO FUORI DAL  
LABIRINTO!

OK, RAY!



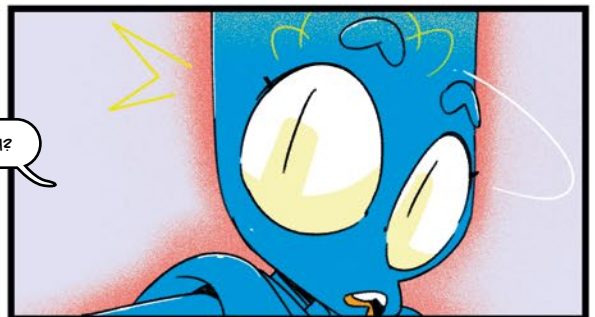
ECCOLA!

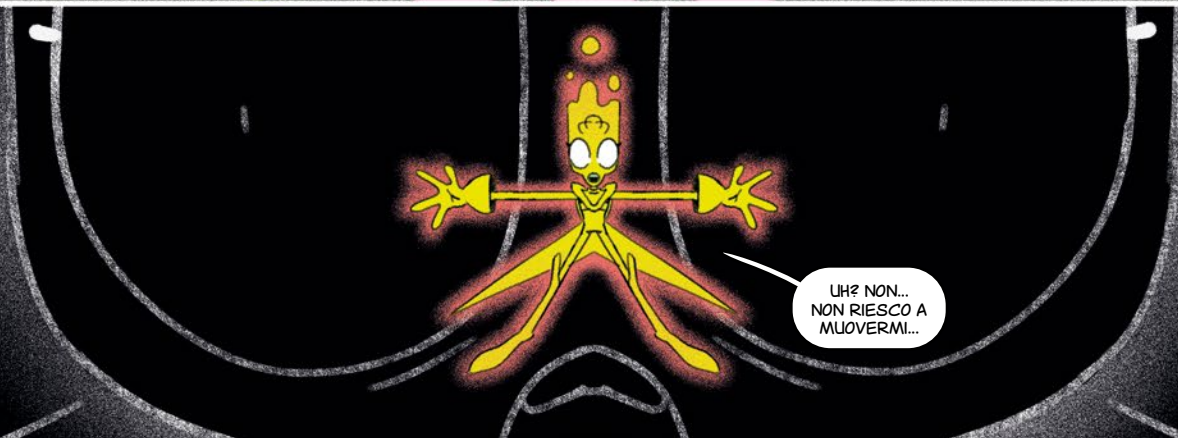
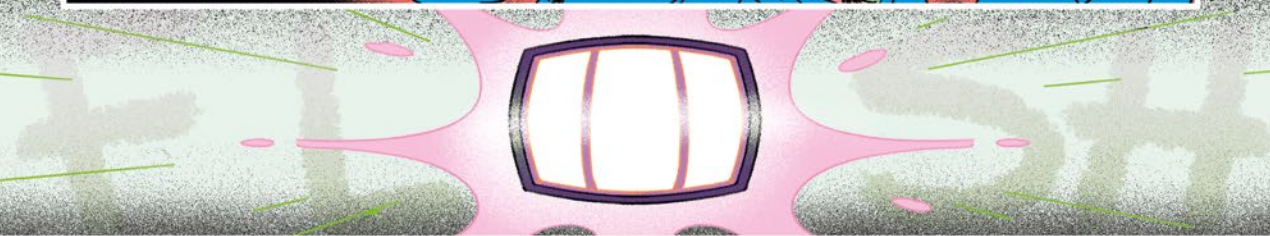
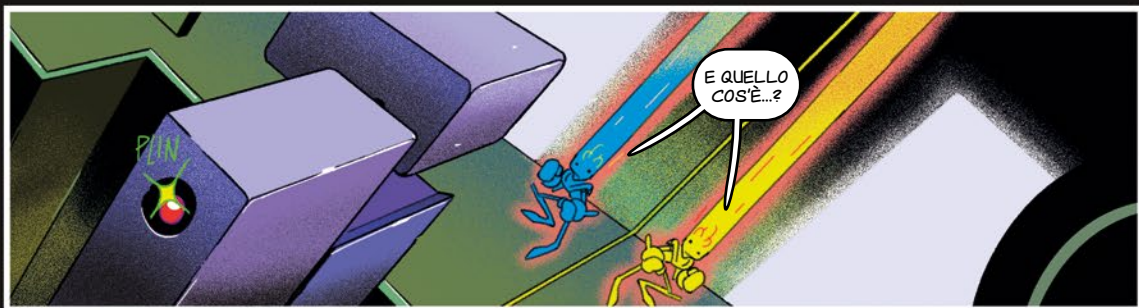


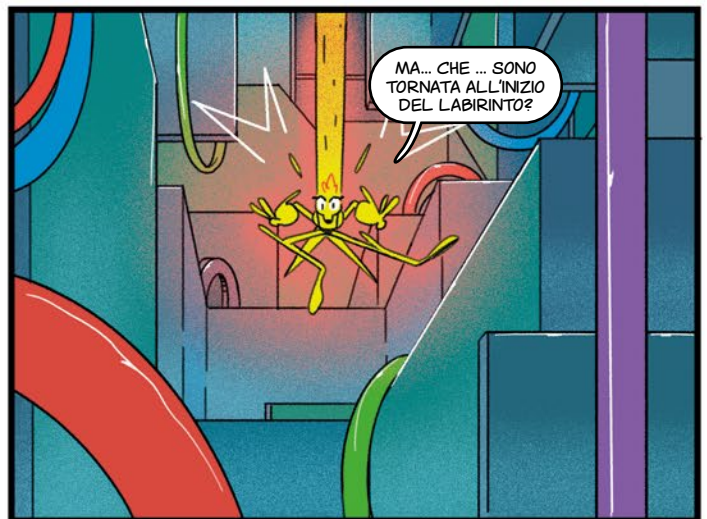
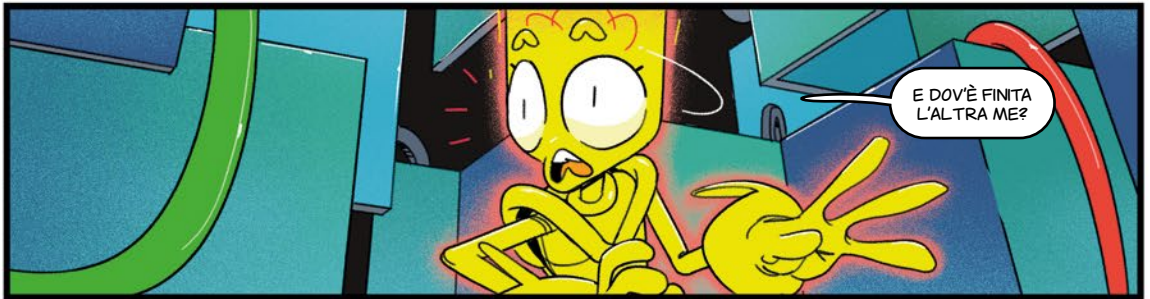
ECCOLA!



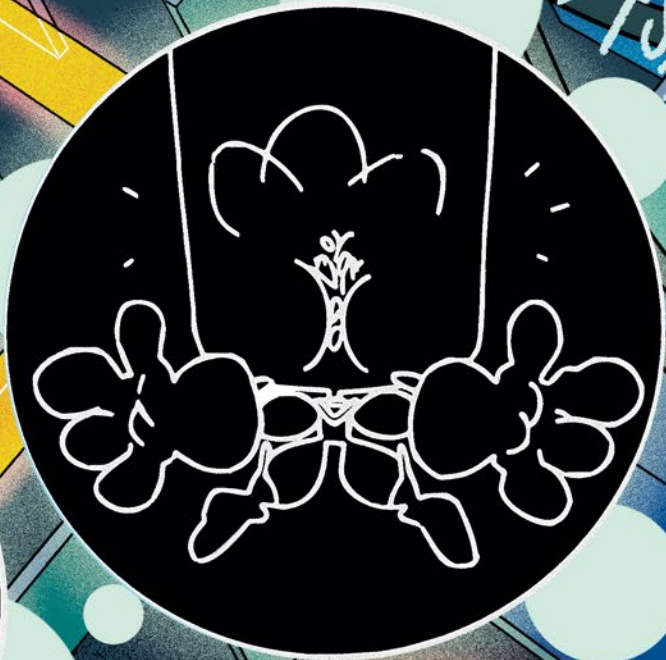
UH?



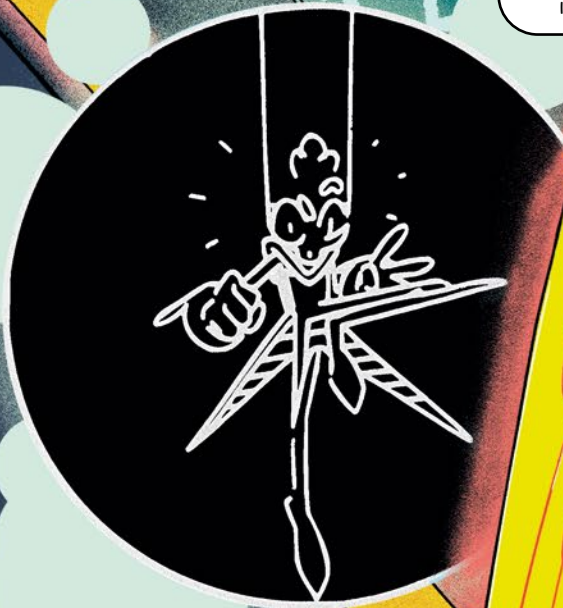




QUALCOSA NON TORNA  
DAVVERO... MA ORMAI  
CONOSCO L'USCITA E SARÒ  
FUORI IN UN ATTIMO...

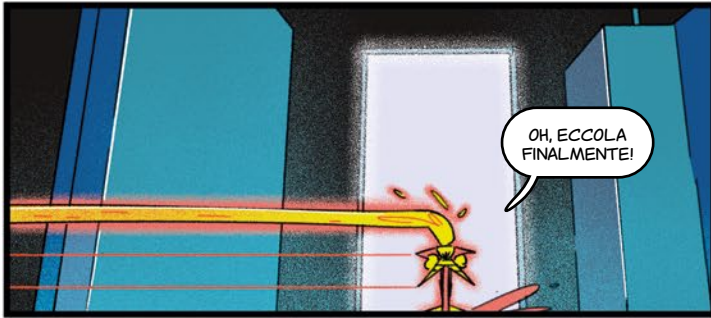


LA PIANTAMO DI  
FARE 'STI SCHERZI  
IDIOTI???

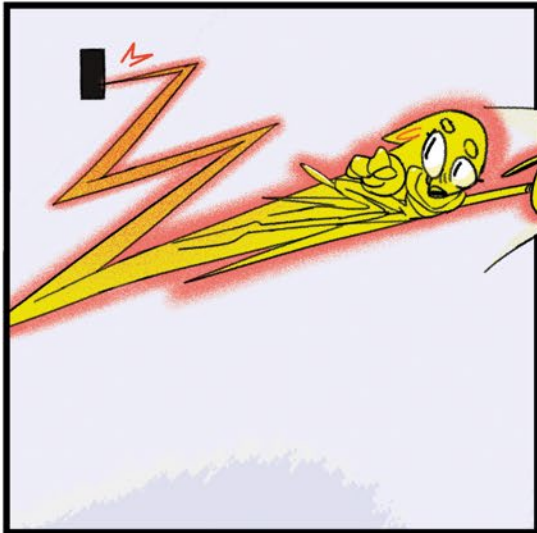
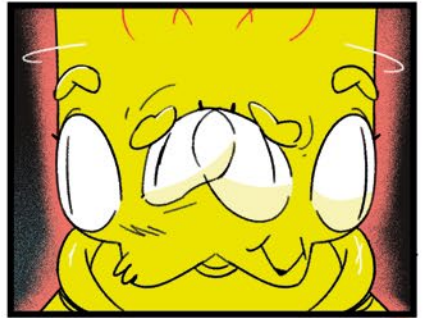




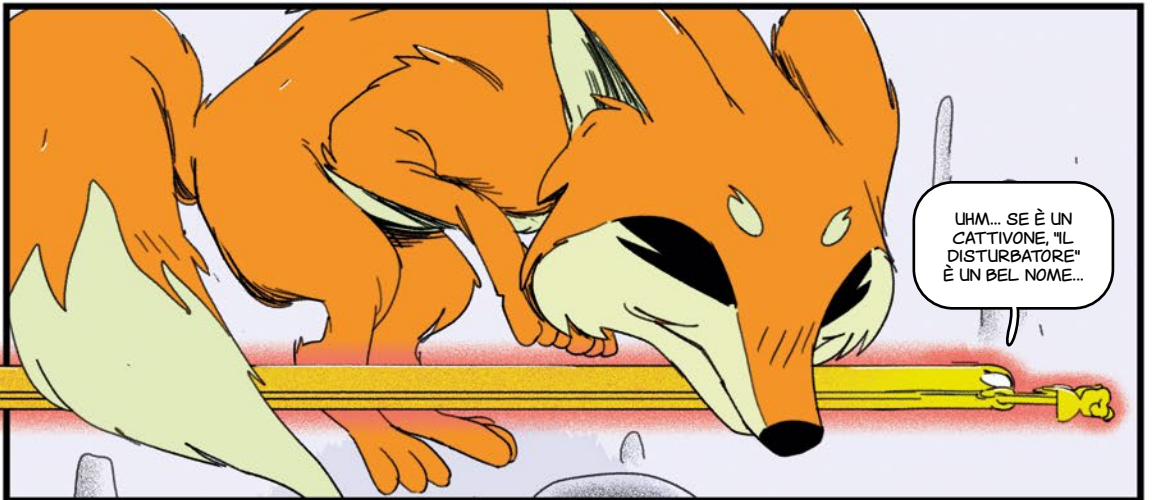
NON CAPISCO... NON CI DOVREBBE ESSERE NESSUN AL TRO QUI, MA... MI SENTO OSSERVATA... E QUANDO VENGO OSSERVATA... MI FERMO.



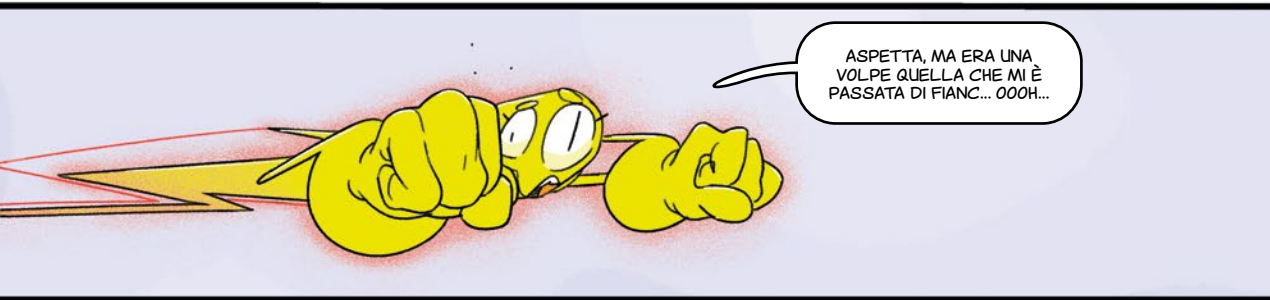
OH, ECCOLA FINALMENTE!



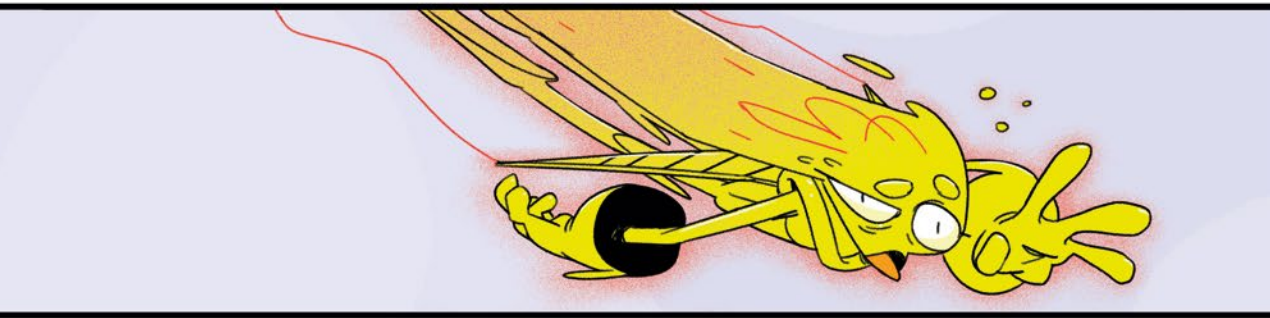
OSTACOLI... MA NESSUN INDIZIO SU COSA... O CHI... HA DISTURBATO LA QUIETE DI ORBITOWN...



UHM... SE È UN CATTIVONE, "IL DISTURBATORE" È UN BEL NOME...



ASPETTA, MA ERA UNA VOLPE QUELLA CHE MI È PASSATA DI FIANC... OOOH...



MA QUI ME NE CAPITA UNA DOPO L'ALTRA! PERCHÉ ADESSO MI SENTO IMPROVVISAMENTE STANCHISSIMA? QUALCOSA NON VA...



BEI EP! BEI EP!

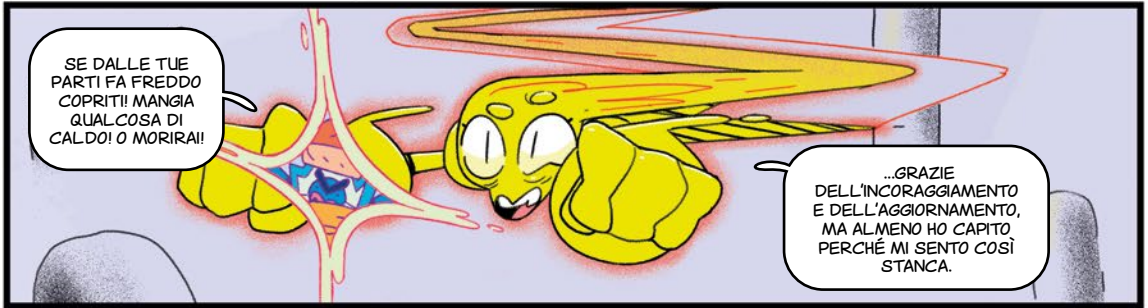
HO DETTO BEEP!



HO CAPITO, NON C'È BISOGNO DI SCALDARSI. QUI RAY.



RAY.. O QUALCUNO  
NON HA PAGATO IL  
RISCALDAMENTO, O  
QUESTA È LA PEGGIORE  
NEVICATA DEGLI ULTIMI  
ANNI! SIAMO PASSATI  
DAL BEACH VOLLEY  
ALL'HOCKEY SU  
GHIACCIO!



SE DALLE TUE  
PARTI FA FREDDO  
COPRITI! MANGIA  
QUALCOSA DI  
CALDO! O MORIRAI!

...GRAZIE  
DELL'INCORAGGIAMENTO  
E DELL'AGGIORNAMENTO,  
MA ALMENO HO CAPITO  
PERCHÉ MI SENTO COSÌ  
STANCA.

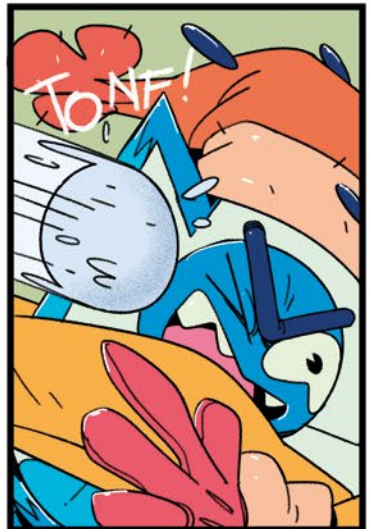


PERCHÉ LA  
TUA ENERGIA  
È COLLEGATA  
A QUELLA DI  
ORBITOWN.

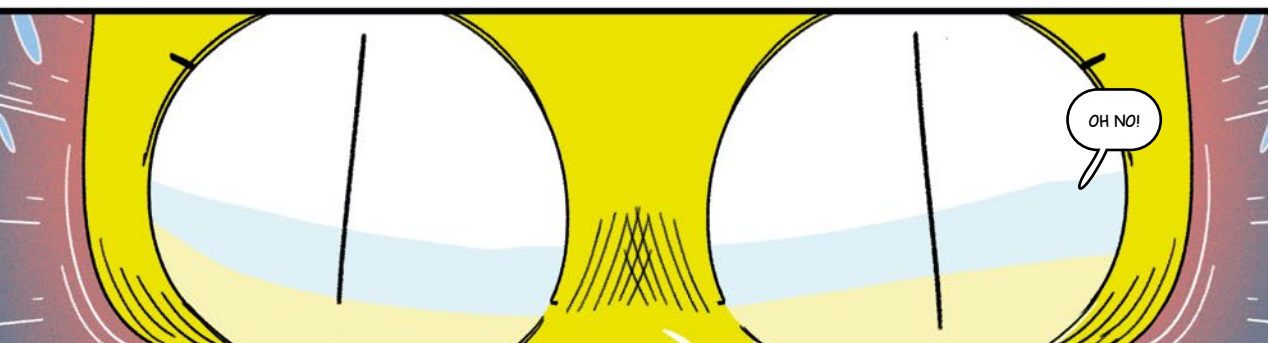
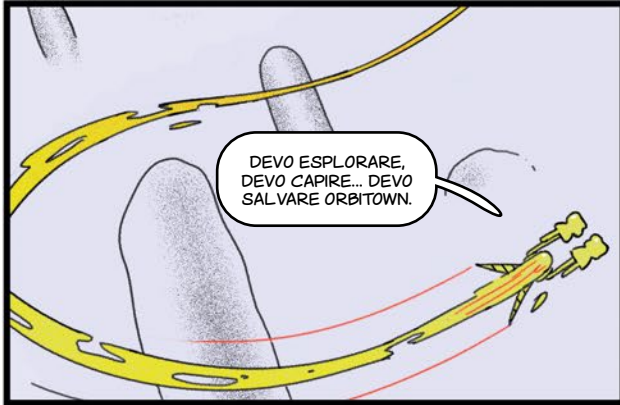
LO SÒ, GRAZIE.  
IL CHE NON AIUTA LA  
MIA INDAGINE, DATO CHE  
NON HO ANCORA CAPITO  
L'ORIGINE DI TUTTE  
QUESTE ANOMALIE...



COSA? ANCORA  
NIENTE? COSA TI  
ABBIAMO PAGATO  
GLI STUDI A FARE?



TO NE!





NON...



...ANCORAAA!!!



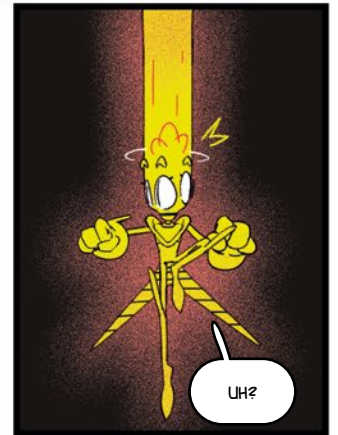
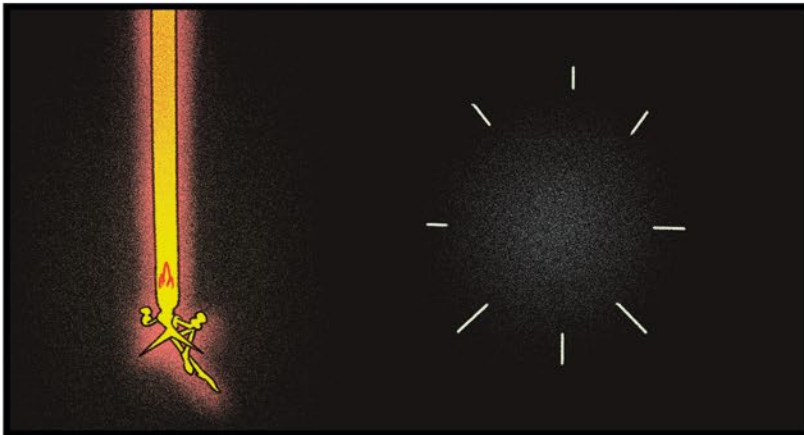
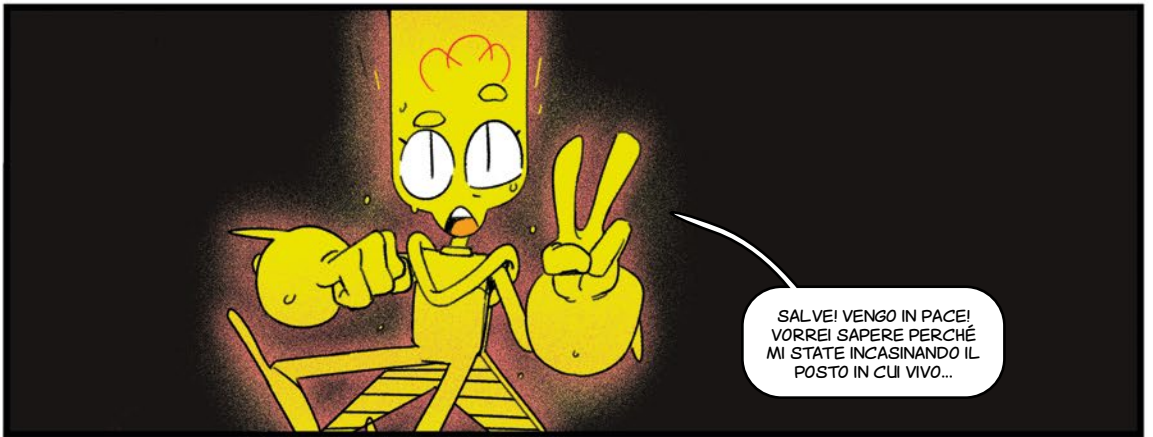
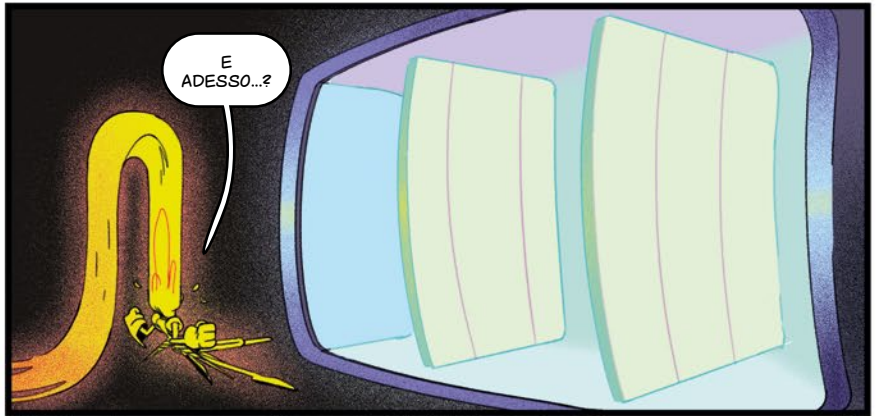
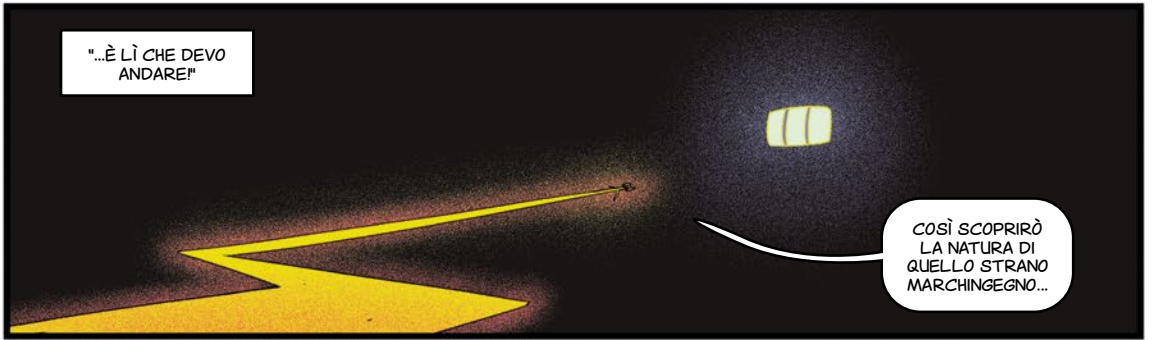
VOGLIO SOLO TROVARE  
COSA STA INCASINANDO  
TUTTO E RIMETTERE A  
POSTO ORBITOOOWN!!!

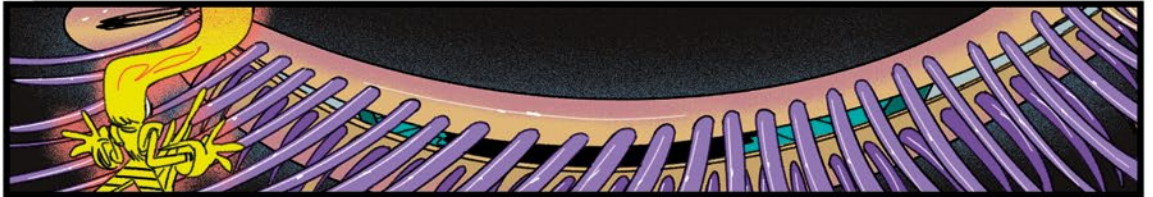
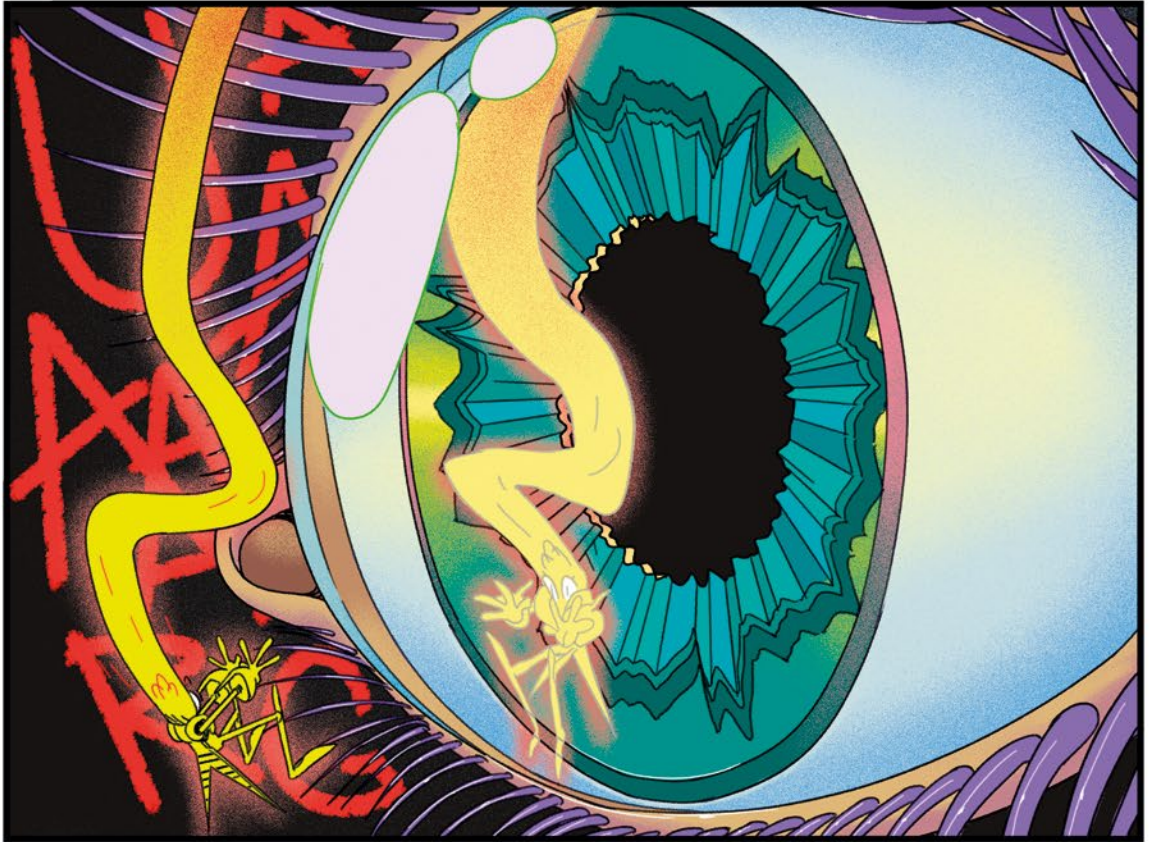


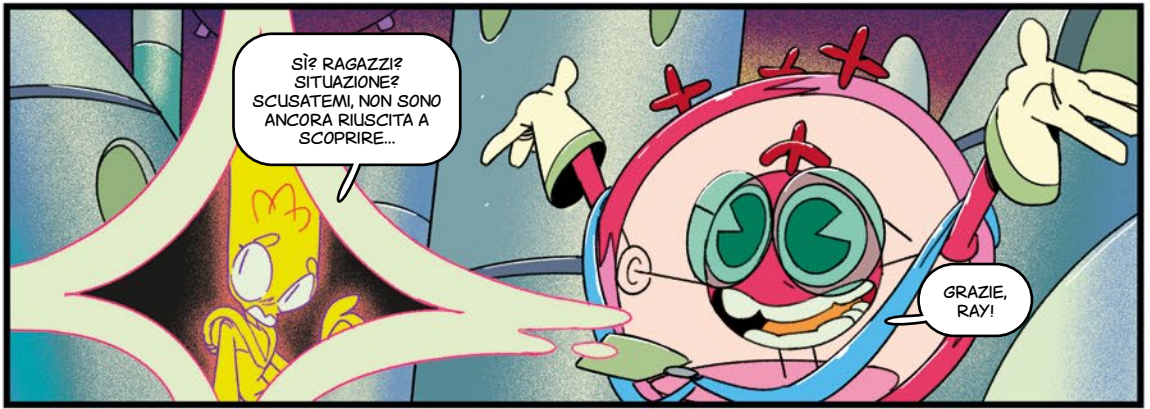
MA ORMAI  
È OVVIO!

L'UNICA ANOMALIA  
DELLO SPAZIO CHE  
STO ATTRAVERSANDO  
È QUEL GRANDE  
FLASH!









SI? RAGAZZI?  
SITUAZIONE?  
SCUSATEMI, NON SONO  
ANCORA RIUSCITA A  
SCOPRIRE...

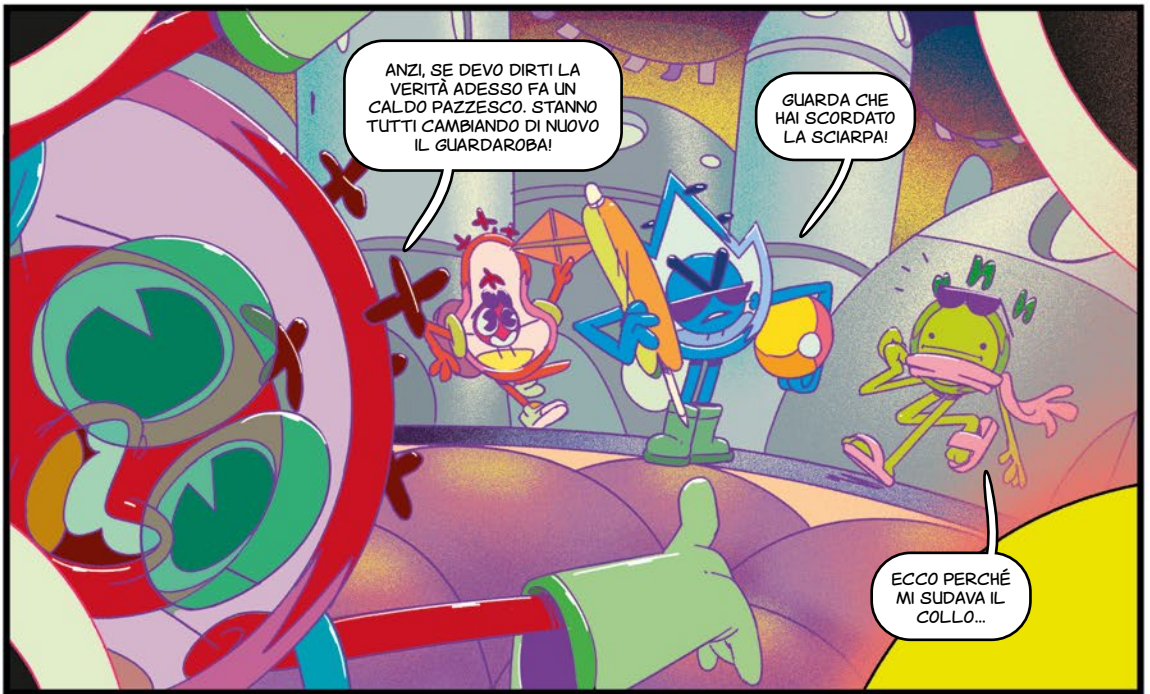
GRAZIE,  
RAY!



GRAZIE DI  
COSA?



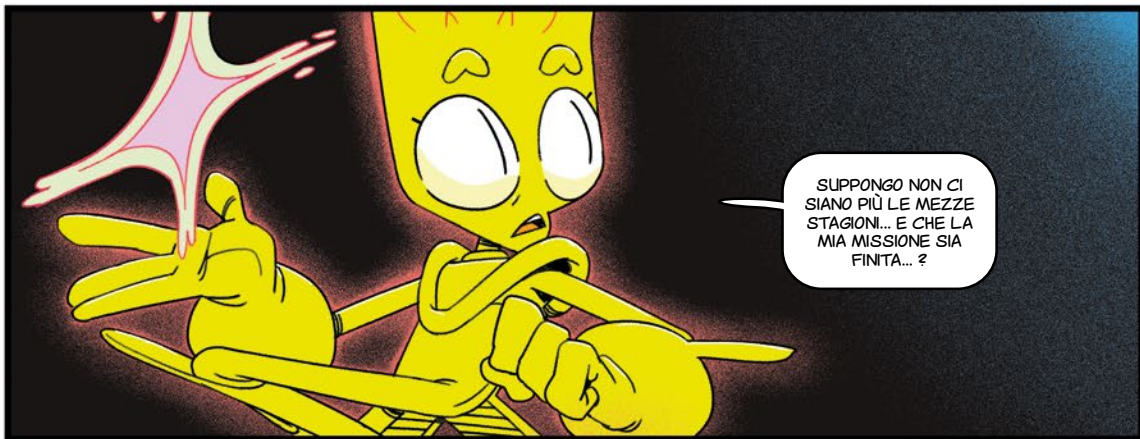
HAI SISTEMATO TUTTO!  
TUTTO NEL SENSO DI TUTTO  
A POSTO, TUTTO RISOLTO.  
NIENTE PIÙ TERREMOTI, E  
L'INVERNOFLASH È FINITO! È  
TORNATA L'ESTATE!



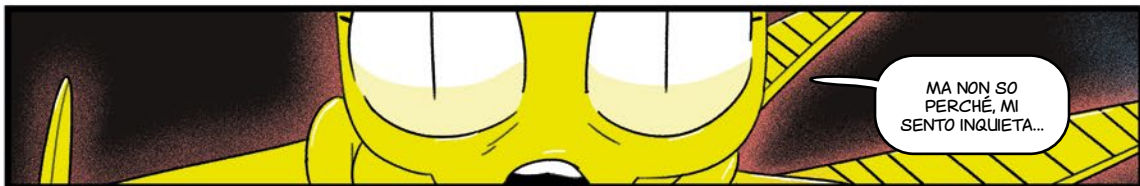
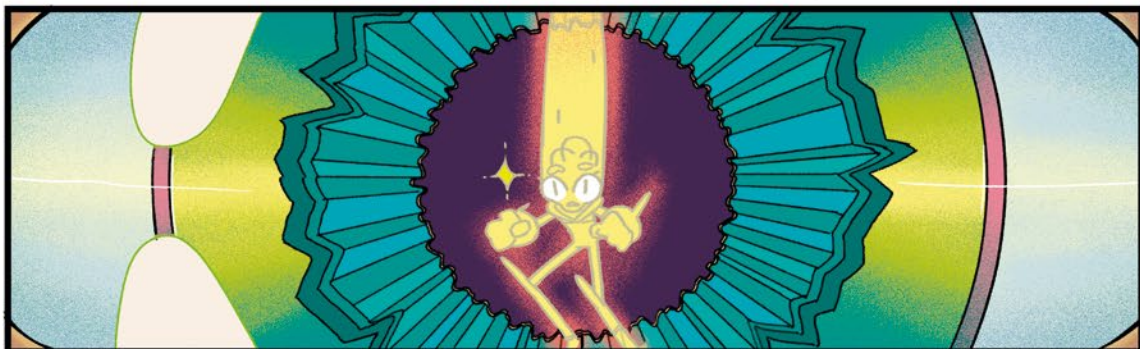
ANZI, SE DEVO DIRTI LA  
VERITÀ ADESSO FA UN  
CALDO PAZZESCO. STANNO  
TUTTI CAMBIANDO DI NUOVO  
IL GUARDAROBA!

GUARDA CHE  
HAI SCORDATO  
LA SCIARPA!

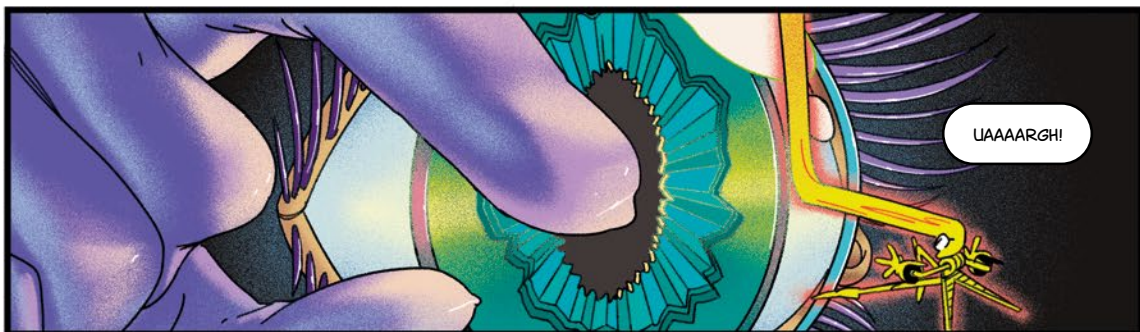
ECCO PERCHÉ  
MI SUDAVA IL  
COLLO...



SUPPONGO NON CI  
SIANO PIÙ LE MEZZE  
STAGIONI... E CHE LA  
MIA MISSIONE SIA  
FINITA... ?



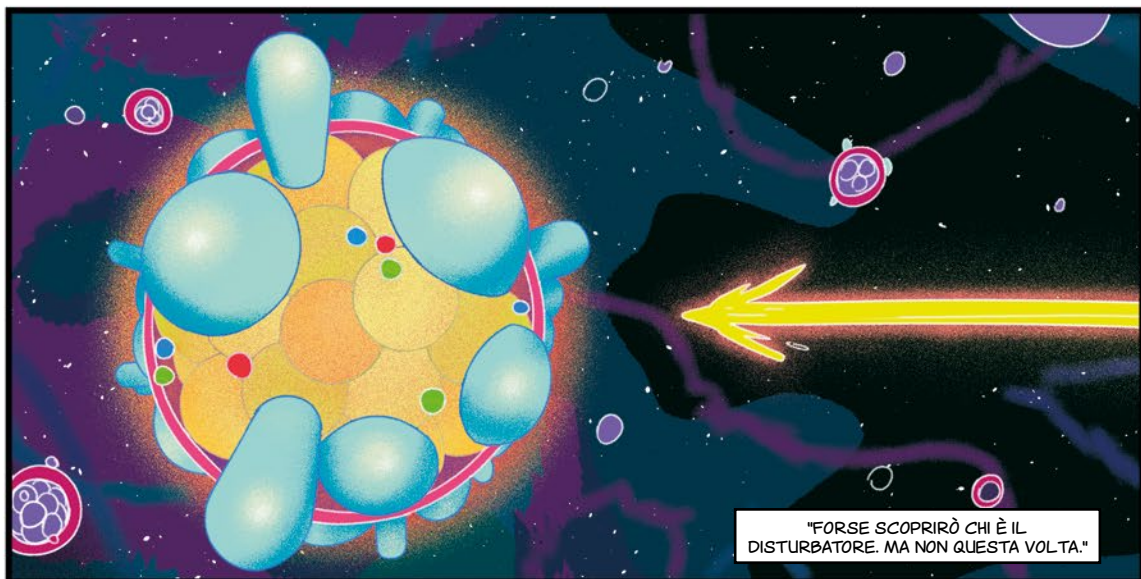
MA NON SO  
PERCHÉ, MI  
SENTO INQUIETA...



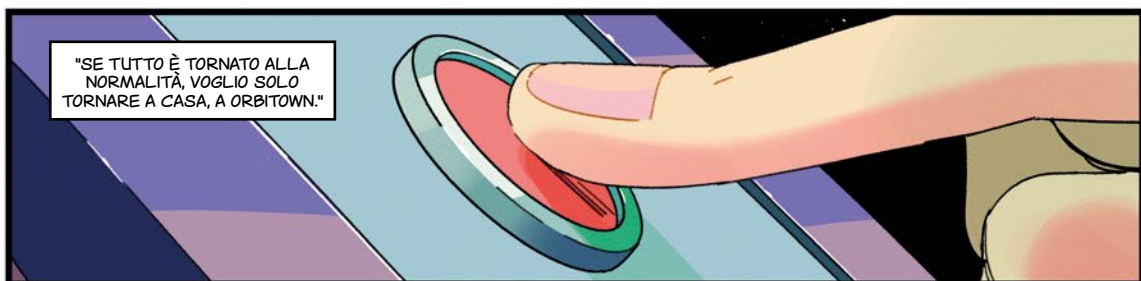
LAAAARGH!



NON SO COSA FOSSERO QUELLE  
DITA E NON SO SE MI VOGLIANO  
INSEGUIRE... MA SE LA SITUAZIONE  
A ORBITOWN È TORNATA NORMALE...  
ME NE TORNERÒ A CASA.



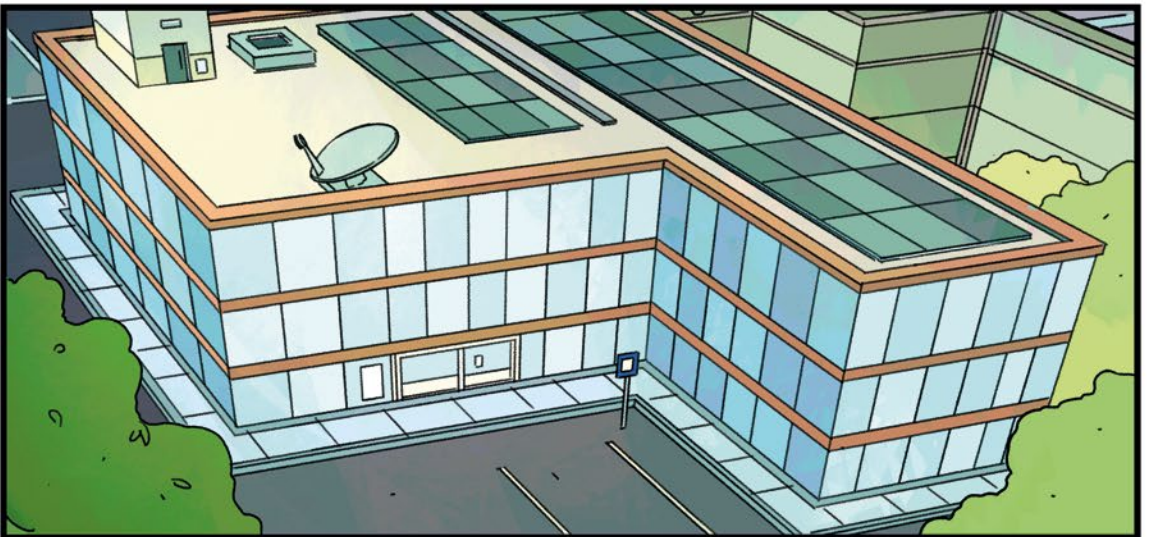
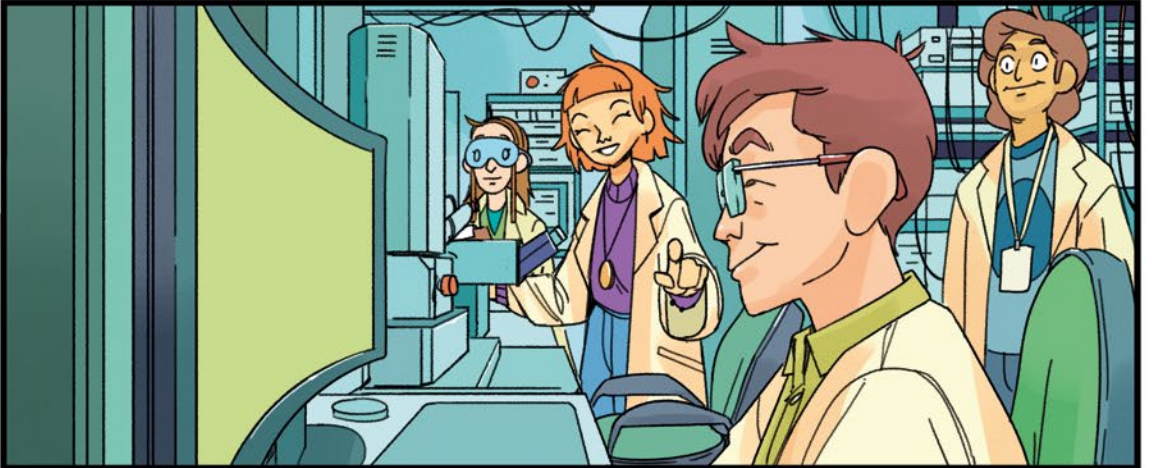
"FORSE SCOPRIRÒ CHI È IL  
DISTURBATORE. MA NON QUESTA VOLTA."

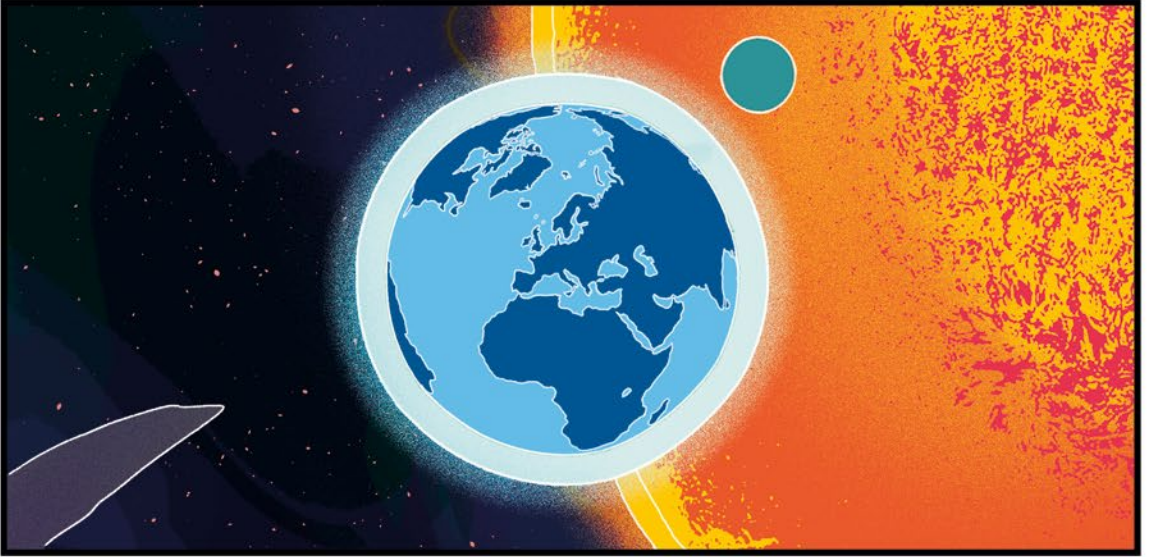


"SE TUTTO È TORNATO ALLA  
NORMALITÀ, VOGLIO SOLO  
TORNARE A CASA, A ORBITOWN."

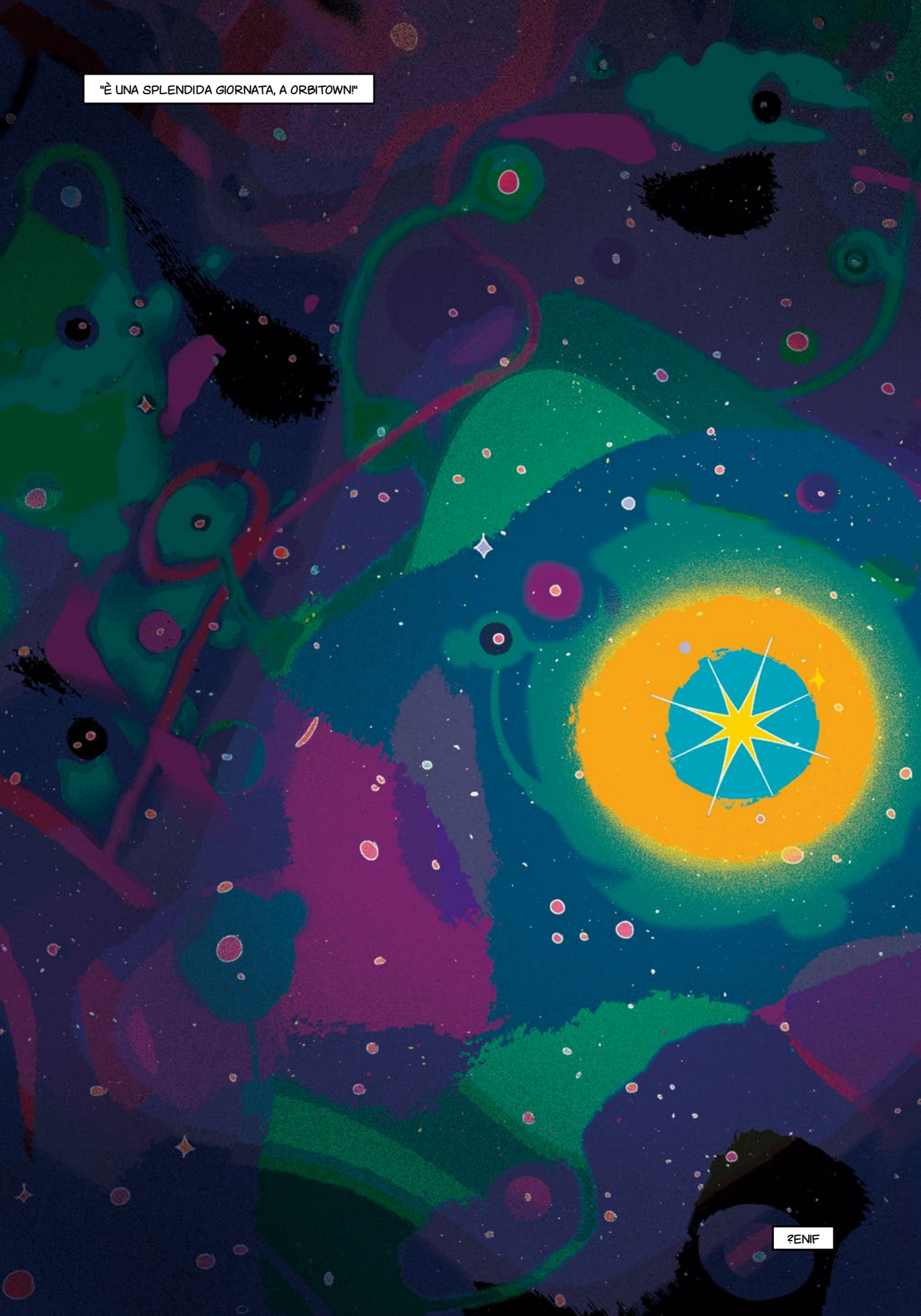


"... FINO ALLA PROSSIMA INCURSIONE  
DEL DISTURBATORE. IN QUESTO MOMENTO  
NON RIESCO PIÙ A VEDERLO. MA SO  
CHE È LÌ. CHE CI OSSERVA."





"È UNA SPLENDIDA GIORNATA, A ORBITOWN!"



Che aspetto ha un **fotone**?  
 Una storia è la **sovrapposizione** di infinite altre?  
 Due fumettisti alle prese con l'**infinitamente piccolo**.  
 E il primo *nanofumetto* della storia.



## "Mamma, mi è collassato lo storytelling"

a cura di **FABIO CHIARELLO MAJA COLAUTTI ANDREA MACCHI**

**Quando parlavamo di "cose piccolissime" che cos'avete pensato?**

**Mattia Di Meo** Ah, non saprei, non so quantificare... mi fermo poco sotto il millimetro, che mi serve per misurare sulle tavole che disegno. Cosa ci sia al di sotto, non lo so.

**Adriano Barone** Devo dire la verità, mentre ascoltavo le spiegazioni avevo rapidi *flash* sulla struttura classica dell'atomo, che in realtà sapevo essere sbagliata. Poi l'orbitale dell'elettrone, che in realtà sarebbe tutta una serie di entità probabilistiche, e in realtà non sapevi mai dove stavano. Mi sono detto: "Non riuscirò mai a rappresentare queste cose". Quindi, pagina bianca, sindrome "come lo faccio questo fumetto?" e un momento di enorme crisi.

**Era già un trip prima di iniziare...**

Sì, sì, poi io ho questa tendenza al *daydreaming*, a fantasticare a occhi aperti, quindi figurati quando ci siamo trovati all'esperimento col fotone che poteva essere in due parti contemporaneamente... ero preso proprio bene. È una risposta accettabile..?

**Dai, sì, bravissimo. Qual è stata invece l'ultima cosa che vi è venuta in mente dopo avere visitato i laboratori?**

**Adriano Barone** L'ultima?

**L'ultima.**

**Mattia Di Meo** Per me, la faccia preoccupata di Adriano. In quel momento ho visto preoccupazione vera e ho pensato "Dovrei preoccuparmi anch'io?", perché in fondo avrei dovuto "solamente" rappresentare il tutto. La "teoria" toccava più a lui.



**Adriano Barone** Sì, avevamo assorbito così tante nozioni che mi dicevo "Ma io come faccio a mettere tutte queste cose in 24 pagine?" Poi in realtà abbiamo fatto anche due altre visite, Mattia a Roma e io a Milano, e con la seconda mi è andato il cervello in *overload*, letteralmente. Ho appreso tante di quelle cose che mi son detto "Ma io devo raccontare una storia, come faccio a..." Quello che mi faceva soffrire era quante cose non ci sarebbero entrate, quindi, se vuoi l'ultimo pensiero è stato di tristezza, la *saudade* (si può dire *saudade*? Così si vede che so le lingue.) per tutto ciò che non avrei potuto dire.

**Mattia Di Meo** Queste risposte vanno bene? Diteci pure, eh?!

**Adriano Barone** Mattia, facciamo fumetti, non siamo a posto mentalmente, un po' di follia ci può stare.

**Ma come si disegna qualcosa che non si vede, come un fotone?**

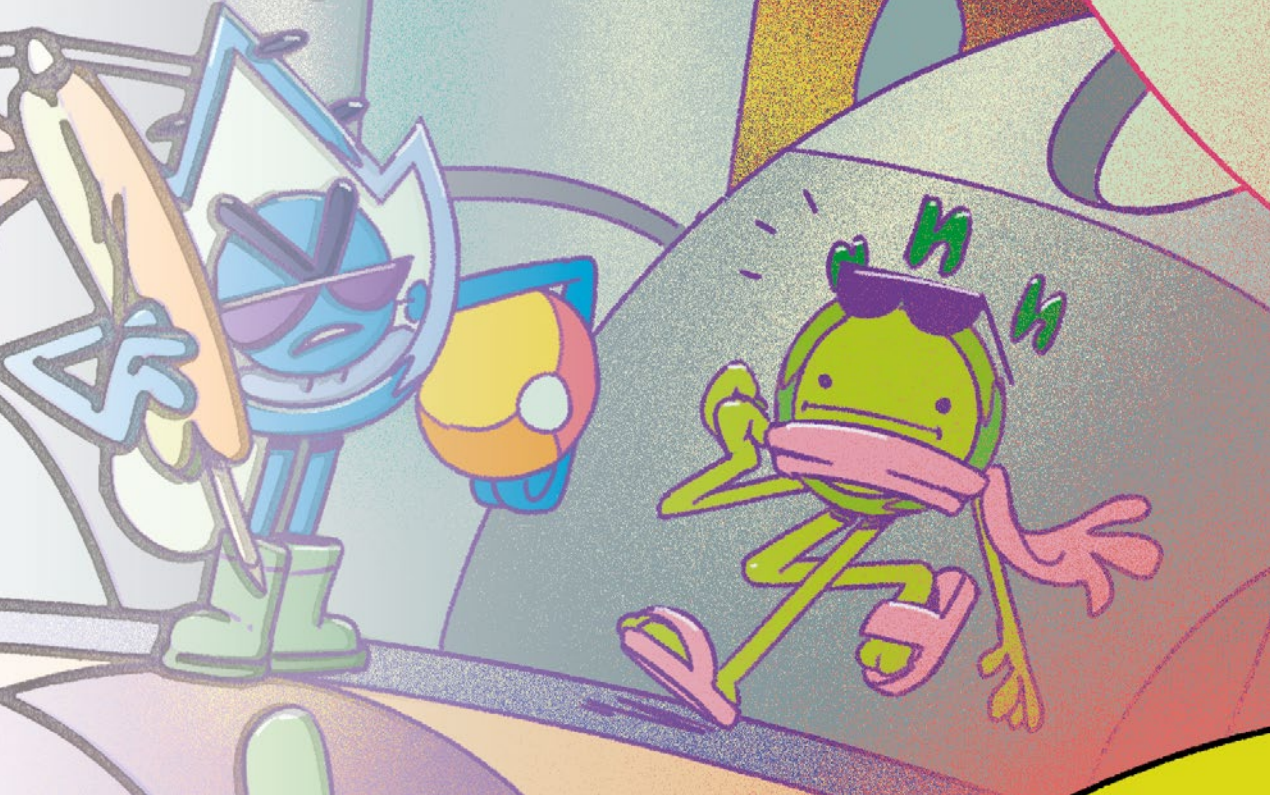
**Mattia Di Meo** Ecco, bella domanda. Durante le visite non pensavo ad altro

che a "cosa disegno, cosa propongo ad Adriano"... perché poi va detto che abbiamo fatto anche molto *brainstorming* tra di noi, dietro e dopo dopo le visite. Ho anche fatto tantissime foto ai laboratori e la cosa che mi è piaciuta di più sono stati i cavi che pendeavano da tutte le parti, e le camere oscure in cui si fanno gli esperimenti, soprattutto quelli sui fotoni. Come si disegna un fotone? Non lo so, ma alla fine per il design mi sono ispirato a una scintilla, quindi un personaggio tutto puntuto con una scia a seguire, mentre elettrone, neutrone e protone sono delle sferette.

**E tutti quei colori psichedelici?**

**Mattia Di Meo** Visto che si parla di particelle... comunque, tendo sempre a colorare in maniera abbastanza accesa, poi sono gli altri a dire che "faccio lo psichedelico". Non è che ci pensi molto, è come piace a me... cerco di mischiare più colori possibile...

**Adriano Barone** Non è che fai lo psichedelico, tu sei psichedelico.



**Mattia Di Meo** Per questa occasione il setup, diciamo, è stato usare colori piatti e non ricorrere a sfumature se non composte di particelle, per cui ho definito un pennello fatto di singoli pixel, che mischiandosi creano le sfumature. Per cui i colori sono piatti, ma creano delle sfumature. Un trip tutto mio, eh...

**Alessandro Barone** Tenete conto che ho scritto la storia sapendo che l'avrebbe disegnata Mattia. Di massima, quando scrivo tendo a essere molto cupo e triste, quindi in prima battuta mi sarebbe uscita una cosa molto, come dire, crepuscolare e meditabonda. Sapendo che ci sarebbe stato Mattia, i cui disegni definirei "entusiasti", ho scritto una storia "entusiasta". Quindi, per esempio, protone, elettrone e neutrone sono caratterizzati in maniera ultra basic ma sapevo che lui li avrebbe resi divertenti e ho fatto dire loro delle cose buffe, che al tempo stesso facessero capire quali fossero le loro funzioni. "Tanto", mi dicevo, "passeranno per il trattamento Di Meo" e sarebbero comunque stati carini e pucciosi e divertentissimi da vedere.

Infatti, quando i tre litigano, uno dice una cosa positiva, l'altro una negativa, il terzo è sempre perplesso e mi sembrava una sciocchezza divertente, ecco.

**A proposito di colori, ci sono degli inserti con dei colori particolari. È stato realizzato un microfumetto delle dimensioni di uno spillo in "camera pulita" di uno dei laboratori. È stato ripreso con un microscopio elettronico e le immagini sono state inserite nel fumetto. Ma da dove viene questa idea?**

**Mattia Di Meo** È stato molto naturale, ed è stato un bellissimo lavoro. Sono stato vostro ospite a Tor Vergata, dove si stampano i wafer, nella camera pulita appunto. E mentre parlavamo di queste stampe mi sono detto "Ma potete stampare la qualsiasi?" e a quel punto ci siamo guardati sapendo già dove si andava a parare: che si sarebbe potuto stampare il fumetto in "nanodimensioni".. La prima idea era quella di realizzare le chine di tutto il fumetto, stamparle sul wafer e riutilizzarle per la colorazione. Poi, dopo alcuni inciampi, ho pensato

che sarebbe stato più "naturale" utilizzarle per le scene dove il fotone viene misurato... cioè, com'è che si dice? Adriano, dimmelo tu che hai studiato.

**Adriano Barone** Ah, io avrei studiato?

**Mattia Di Meo** Sì, dai, la... parabola d'onda?

**La funzione d'onda. Ma anche "parabola" non è male.**

**Mattia Di Meo** Ecco, la funzione d'onda, quando il fotone decade, e quindi l'immagine che vediamo è effettivamente quella del fotone misurato, a dimensioni "nanoscopiche".

**Adriano Barone** Ricordo che quando me lo hai detto ero in Francia, a un festival-mercato di cartoni animati: "Faremo il fumetto più piccolo del mondo, entreremo nel Guinness dei primati." E io: "Bellissimo, vai e fai quello che devi, sei in missione per conto della fisica quantistica, vai, vai!".

**Dopo tanto entusiasmo, tornando indietro, prendereste in considerazione l'idea di studiare fisica?**

**Adriano Barone** In verità la parte, diciamo, filosofica della fisica quantistica mi ha sembra affascinato. Mi terrorizza la parte matematica ma per quanto sia di formazione umanistica ho cercato di leggere dei saggi *easy reading* e trovo tutto molto interessante. Mi piace quello che è controintuitivo e quello che nel mio lavoro porta a mostrare immagini e sequenze di immagini. È un problema stimolante: come rappresentare visivamente, con una sequenza di immagini dotata di senso e in maniera corretta qualcosa di lontano dalla nostra intuizione?

**Mattia Di Meo** Sono un tipo già un po' confuso e confusionario, quindi forse non mi si addice ma potrei pensarci se poi

potessi portare una tesi a fumetti. Io con i disegni riesco ad arrivarci. Sarebbe più semplice, che dite?

**Hai già trovato i relatori e per noi l'esame di fisica l'hai già passato.**

**Adriano Barone** Almeno Quantistica I.

**A questo punto devi solo fare la tesi.**

**Mattia Di Meo** Mi sono messo nei guai da solo...

**In questa storia la parte del cattivo la fanno i ricercatori che rompono le scatole alla nostra piccola Ray.**

**Adriano Barone** In realtà non proprio, infatti il teorico cattivo viene chiamato semplicemente il "disturbatore". E uno che disturba è semplicemente qualcuno che si affaccia e dice "Com'è che vanno le cose, qui?" Un espediente per rendere più animate queste particelle, anche perché sappiamo che mettiamo le mani in qualcosa che in parte resta inconoscibile. Inoltre, dopo il trambusto tutto torna tranquillo, quindi non è veramente un cattivo. Poi, se proprio devo aggiungere una nota personale, gli scienziati sono i miei eroi, quindi no, assolutamente, non sono i cattivi.

**Mattia Di Meo** Per quanto mi riguarda, ho vissuto i due mesi in cui ho realizzato il fumetto pensando alla tavola con l'occhio, perché secondo me era la più interessante da disegnare. Mi sono divertito molto e alla fine forse il mostro non è il ricercatore, ma solamente il suo sguardo. Quando facciamo ritorno alla nostra realtà, ho cercato invece di rappresentare i ricercatori per quello che sono, cioè delle persone normali chiuse in stanze piene di cavi.

**Ci sono molti punti di contatto con la ricerca. Anche noi in parte dobbiamo costruire storie su esperimenti e su come presentarli.**

**Mattia Di Meo** lo puntualmente, parto da una disfatta. Anche durante la ricerca dei personaggi per questa storia, due-tre giorni per il *design*, per ragionarci un po', me li devo prendere, poi provo una strada, ne provo un'altra e regolarmente finisce che "Okay, non ce la posso fare, meglio che lasci perdere" e quindi mi struggo per essere un incapace. Questa "depressione da incompetenza" può durare giorni. Poi mi sveglio una mattina e so esattamente che cosa fare.

**È quello che succede in laboratorio: passi non tre giorni, ma magari tre mesi a capire perché l'esperimento non funziona, poi ti accorgi che un bullone è lento o un'ottica non è allineata, etc.**

**Adriano Barone** Per me è più complicato. Dopo tanto tempo che fai fumetti o scrivi storie, per quanto mi riguarda diventa più un processo di esclusione di possibilità, perché devo capire il numero di pagine, il numero di vignette, quali sono i punti di forza di un disegnatore, perché voglio che sia felice di disegnare quello che disegna, ma voglio anche che

sia felice il lettore o la lettrice quando arriva alla fine. Quindi, in realtà è un processo di *pruning*, se me lo consentite, in cui sfrondi, sfrondi, sfrondi. Si capisce cosa intendo?

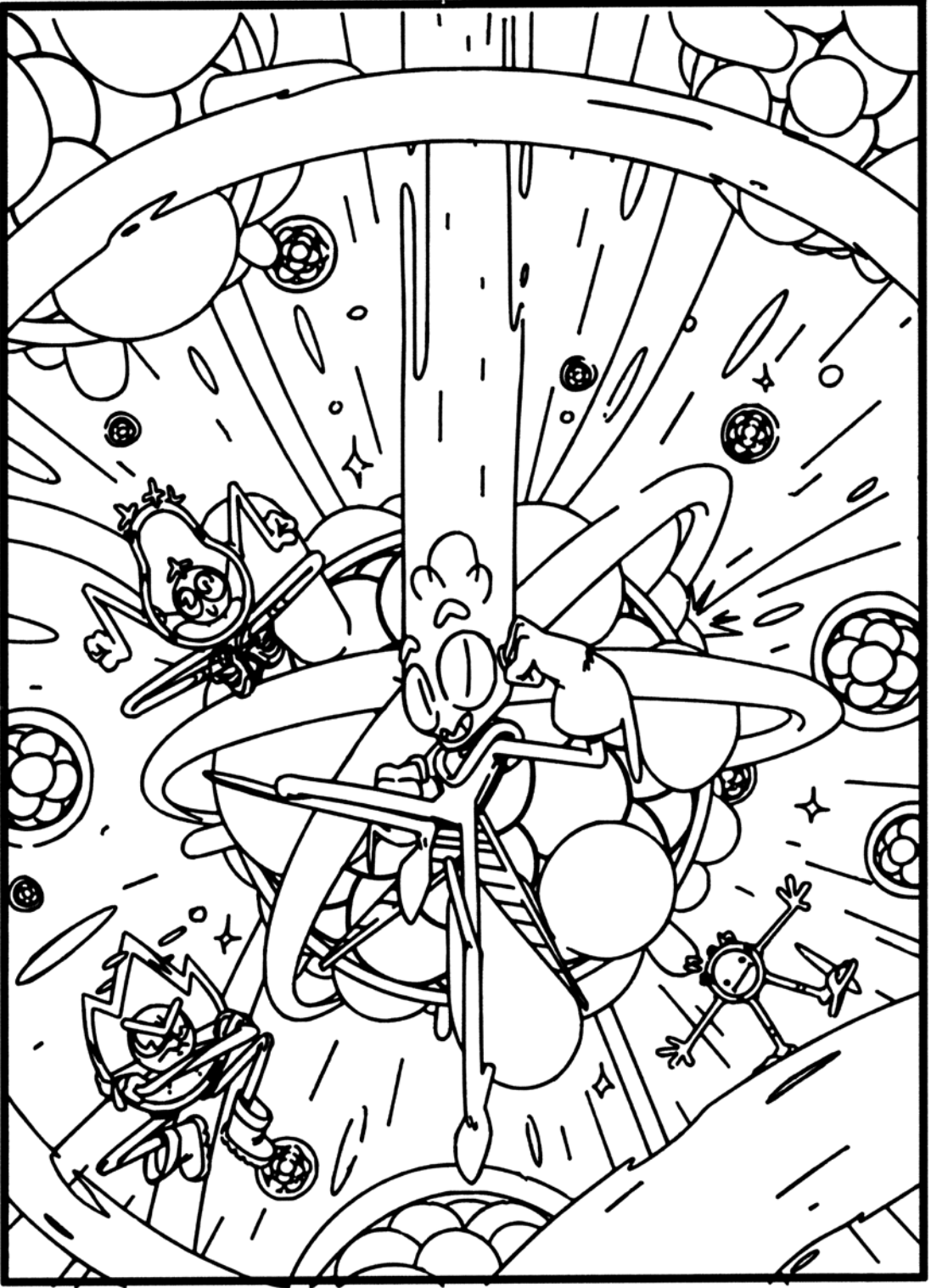
**A questa forse avete già risposto: lo rifareste un altro fumetto?**

**Mattia Di Meo** Ah, tutta la vita. Vi disegno tutte le storie che volete, anche perché ogni volta creiamo un mondo nuovo, e possiamo costruire, inventare.

**Adriano Barone** Allora, la risposta è "sì", però è più "sì" se lo posso fare con Mattia, perché è uno di quelli con cui provo più gioia a lavorare insieme. Le nostre chat dovrebbero essere patrimonio dell'UNESCO. Mattia scrive sempre in maiuscolo e scrive sempre cose entusiaste. Quando mi abbatto mi dice delle cose che andrebbero tatuate sul corpo di tutti. Quindi sì sì sì sì sì sì sì sì. Più volte sì. Assolutamente.

**Mattia Di Meo** Condivido, condivido. Senza Adriano non lo faccio.





20  $\mu\text{m}$

EHT = 10.00 kV

Signal A = InLens

WD = 6.7 mm

Mag = 500 X

Tilt Angle = 0.0 °



**NANOMICROFAB**  
CNR ADVANCED LAB

**Onda, particella,  
locale, non-locale...**  
l'importanza di chiamarsi "entanglement".  
E dei **calzini** di Bertlmann.



## The Strangest Thing (I-PHOQS in Quantum Socks)

**MAJA COLAUTTI  
ANDREA MACCHI**

*"Il dottor Bertlmann ama indossare calzini di colore diversi per il piede destro e per il piede sinistro. È impossibile prevedere quale colore avrà a un dato piede in un dato giorno, ma quando vediamo che il primo calzino è rosa, siamo già certi che il secondo avrà un colore diverso".*

Per quanto sembri strano, nel 1980 John Stewart Bell cominciò così una conferenza sulla "Natura della realtà" mostrando come questa non fosse come appariva alla gente comune e niente di meno che... ad Albert Einstein (che non portava calzini, perché "finiscono sempre per avere dei buchi").

Ma, tanto per cominciare, perché calzini? Be' dovete sapere che Reinhold Anton Bertlmann è un professore di fisica quantistica, quindi ci si può aspettare che i suoi calzini possano essere quantistici e avere più colori... a seconda di come li guardiamo.

Avete sentito parlare di un gatto che è sia sveglio che addormentato finché finalmente non apriamo la scatola dove si è nascosto, vero?

Ecco, una cosa del genere, con la differenza che Bertlmann aveva piuttosto una fissazione per i calzini, quasi sempre rigorosamente spaiati.

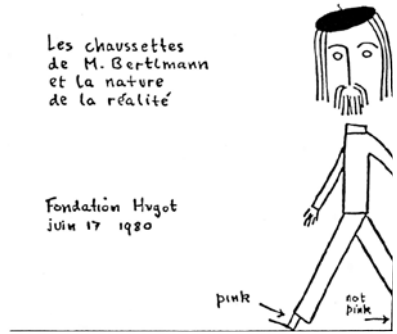
Aspettate un attimo, ma stiamo dicendo che i calzini quantistici possono essere del colore che io voglio che sia?

Be', sì e no; diciamo, non proprio di tutti i colori che voglio.

Per capirlo, due giovani volpi (Alice e Bob), fresche fresche di studi di meccanica quantistica ma piuttosto confuse, si appostano come due detective, aspettano ogni giorno l'arrivo di Bertlmann e osservano i suoi calzini.

Se il primo calzino è rosa, allora il secondo è sempre blu (o viceversa).

Ma questo solo se Alice e Bob scelgono che rosa e blu siano i colori da guardare.



Da sinistra John Stewart Bell, Reinhold Bertlmann, e un'illustrazione tratta da *Bertlmann's Socks & the Nature of Reality*.

Se invece scelgono che se il primo calzino è rosa allora il secondo debba essere o giallo o verde, allora in alcuni giorni sarà giallo e in altri verde, con eguale probabilità. Piuttosto strano, no?

Eppure gli oggetti quantistici sono fatti così: una loro proprietà osservabile (in questo caso il colore dei calzini) può assumere valori diversi, ognuno con una probabilità che dipende dalla scelta dell'osservatore.

Tecnicamente diciamo che il calzino rosa (o il blu) è in una sovrapposizione equiprobabile dei colori giallo e verde. Incuriosite da queste stranezze, Alice e Bob rubano i calzini quantistici di Bertlmann e separano ogni coppia in due scatole diverse, senza guardare in quale sia il rosa e quale il blu.

Poi Alice e Bob si allontanano ognuna con una scatola.

Adesso, se Alice apre la sua scatola e trova un calzino rosa, sarà certa al 100% che Bob ha un calzino blu, e viceversa: possono verificarlo ripetendo il gioco per tante coppie di calzini, annotando i risultati e poi incontrandosi per metterli a confronto.

Tecnicamente diciamo che le osservazioni di Alice e Bob sono completamente correlate.

Ma Bob ora tenta un colpo di scena e decide di osservare se il proprio calzino è giallo o verde, così che Alice troverebbe corrispondentemente verde o giallo. Ma, attenzione, Alice non sa della

decisione di Bob e continua a misurare rosa o blu, pensando di conoscere con certezza il colore osservato da Bob; dal confronto scoprirà invece che rosso e blu appaiono casualmente sia che Bob osservi verde o giallo; non c'è più nessuna correlazione tra le misure. Questo accade perché Alice e Bob stanno ora eseguendo misure scegliendo colori diversi, mentre nel mondo quantistico risultati perfettamente correlati si osservano solo quando entrambi misurano la stessa proprietà guardando e scegliendo le stesse coppie di colori. Notiamo che Alice e Bob hanno ben pensato di sincronizzare l'apertura delle scatole e di allontanarsi a distanza tale che nemmeno un messaggero che viaggi alla velocità della luce possa informare Alice della scelta di Bob prima che Alice apra la scatola.

Questa strana proprietà che hanno due oggetti quantistici di mantenere una correlazione anche a distanza è detta *entanglement*, vagamente traducibile in italiano come "legame" o "intreccio". Più precisamente, *entanglement* significa che le proprietà dei due calzini non sono indipendenti, possono essere descritte solo congiuntamente, come se i due calzini fossero un unico oggetto, seppur distinti!

Non esiste nessuna correlazione simile tra oggetti classici, ovvero tra gli oggetti della nostra vita quotidiana, quindi non preoccupatevi se vi sentite confusi! Prima che vogliate verificare di persona infatti, dobbiamo avvertirvi che i calzini quantistici non sono in commercio;

almeno, non della vostra taglia, perché oggetti troppo grossi perdono le proprietà quantistiche. Ma è possibile rifare l'esperimento di Alice e Bob con oggetti subatomici come i fotoni o gli elettroni, sfruttando il fatto che possiedono un orientamento (detto "polarizzazione" o spin) che si comporta esattamente come il colore dei nostri calzini quantistici.

Se vi sembra troppo strano, siete in ottima compagnia: Einstein rifiutò vigorosamente l'idea di "un'inquietante azione a distanza" sostenendo il *principio di località*, che implica l'impossibilità delle osservazioni di Alice e Bob di influenzarsi essendo eseguite simultaneamente in luoghi diversi. Ma Bell propose una misura, detta *disuguaglianza di Bell*, in grado di falsificare l'interpretazione di Einstein come poi confermato dagli esperimenti: la realtà è *non locale*, per quanto strano possa essere (rimane però vero che nessuna informazione può viaggiare più veloce della luce, perché Alice e Bob devono comunicare per confrontare le proprie misure).

Secondo Bell il ragionamento di Einstein era equivalente a indovinare il colore del secondo dei calzini *non* quantistici di Bertlmann, da cui la citazione iniziale. I calzini hanno trovato un buco nella teoria di Einstein!

Le stranezze degli oggetti quantistici sono legate alla loro natura *duale* di onde e di particelle: come onde possono sovrapporsi e interferire, come particelle mantengono la loro individualità di

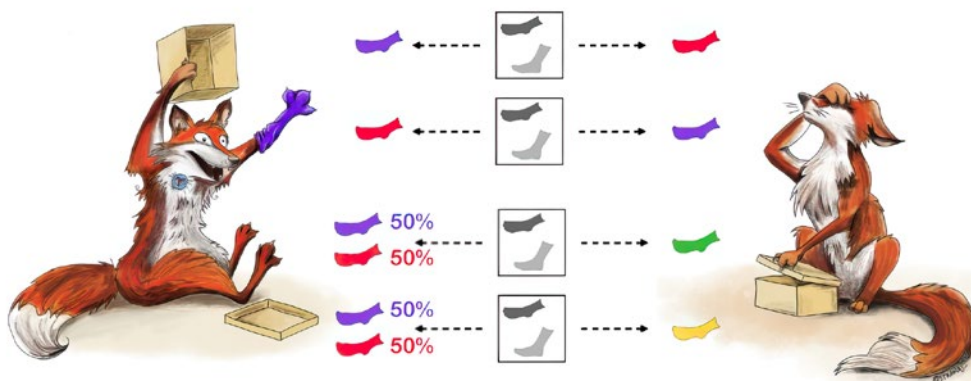
"quanti", di "oggetti discreti".

Per "quanto" strane, queste proprietà sono alla base di nuove tecnologie. Per esempio, i fotoni possono trasportare bit di informazione (nel vuoto o lungo le fibre ottiche) codificata nella loro polarizzazione, scegliendo una coppia di stati (analoghi al rosa e blu, o al giallo e verde dei calzini quantistici).

Chi volesse "intercettare" un fotone messaggero senza sapere quale coppia di stati è stata usata otterrebbe risultati casuali senza poter spiare l'informazione; questa è la base della crittografia quantistica per comunicazioni assolutamente sicure. Gli stati di sovrapposizione sono poi alla base dei computer quantistici, mentre l'*entanglement* consente il teletrasporto a distanza di uno stato quantistico. Si tratta di una vera e propria rivoluzione tecnologica il cui motto, parafrasandone un altro, potrebbe essere "*pensare duale, agire non locale*".

PS: prima che lo chiediate a loro, vi assicuriamo che Alice e Bob sono solo amiche, nonostante il dizionario italiano-inglese traduca *entanglement* come "*relazione sentimentale*"; il che ha generato un fraintendimento su una sedicente "*equazione dell'amore*", ma ne parleremo un'altra volta.

Quando Alice e Bob sono d'accordo sull'osservare rosa e blu, Alice è sempre sicura del colore trovato da Bob; se invece Bob sceglie di osservare verde e giallo all'insaputa di Alice, Alice trova rosa e blu in modo casuale e non ha alcuna certezza sul colore osservato da Bob.



Là fuori, **dentro e tra** gli atomi,  
 è tutto un **Grande Vuoto**.  
 Be', quasi.  
 Ogni tanto, c'è **una scintilla**.



## Intervista a Ray

FABIO CHIARELLO

**Buongiorno Ray, ci parli un po' del mondo in cui vivi? È veramente così strano come dicono?**

**Ray** È un mondo fantastico! Ci sono gli atomi, i protoni e i neutroni nel nucleo, gli elettroni che orbitano attorno, piccoli e leggeri. E poi il vuoto. Un vuoto immenso, ovunque, in ogni direzione.

**Dicci di più... siamo molto curiosi.**

**Ray** Gli elettroni sono molto negativi e i protoni positivi, fra di loro c'è forte attrazione. I neutroni, be', i neutroni sono neutri. Sono molto diversi dagli oggetti che conoscete. Una particella può essere in posti diversi contemporaneamente, senza essere in nessuno in particolare; anche attraversare due porte nello stesso istante, e poi interferire con sé stessa.

**E se qualcuno la osserva cosa succede?**

**Ray** Se viene osservata avviene il "collasso": si ritrova all'improvviso in un posto preciso, scelto a caso. È il bello della meccanica quantistica. Oh, a proposito, succede anche a me.

**Anche tu ti senti osservata, a volte?**

**Ray** Sì, molte volte. Tu te ne vai tranquilla, seguendo contemporaneamente tutte le tue strade, ed ecco che, zac!, ti ritrovi in un posto solo, scelto completamente a caso. Per fortuna abbiamo la nostra "funzione d'onda", che almeno ci dice con quale probabilità ci possiamo ritrovare in un posto piuttosto che in un altro.

**A proposito di onde, ma tu ti senti più onda o particella?**

**Ray** non mi piace farmi etichettare, queste vostre categorie mi vanno strette. Onde e particelle sono solo modelli che

usate per cercare di capire le cose. A volte mi descrivete come un'onda, altre come particella, come vi fa più comodo. Io non sono né l'una né l'altra, sono quella che sono!

**Ops, scusami allora. Cambiando discorso: cosa ti piace fare in questo strano mondo?**

**Ray** Corro, corro sempre, non mi fermo mai. Be', sai, non ho massa. E sempre alla velocità della luce, eh. Vorrei andare più veloce ma non posso, dicono che non sia possibile. Però qualche volta rallento, magari quando entro nel vetro, o nell'acqua, o in altri materiali trasparenti.

**E le relazioni con gli altri abitanti?**

**Ray** A volte vengo assorbita da un atomo e faccio saltare un elettrone ad un livello energetico più alto. Ma per poco tempo, poi l'elettrone torna al suo livello originale e vengo riemessa.

**Sei mai stata legata ad altri fotoni?**

**Ray** Certamente! Si chiama "entanglement". Possiamo rimanere legati anche per distanze enormi, e "sentire" quello che avviene al nostro compagno quando viene misurato.

**Veramente strano. Ma è vero che ti piace giocare in labirinti fatti di specchi, lenti, polarizzatori, fibre ottiche, lamine trasparenti, laser?**

**Ray** Non me ne parlare. Ogni tanto qualche scienziato gioca con noi nel suo laboratorio per capire come siamo fatti. Sapessi che paura la prima volta che mi è successo!

**Come andò a finire quella volta? Cosa è successo con quegli scienziati?**

**Ray** Non ci crederesti mai! Alla fine, siamo diventati grandi amici. Sapessi quante avventure incredibili abbiamo

vissuto insieme dopo quella volta! Prima o poi te ne dovrò raccontare qualcuna.

**Magari! Dai, almeno raccontaci di quella volta che ti sei imbattuta in un atomo raffreddato.**

**Ray** Sempre quei buontemponi di ricercatori. Agli atomi piace agitarsi, un po' come voi, quando ballate ai concerti rock. Più ci si agita, più alta è la temperatura. E se si abbassa la temperatura, tutto rallenta. Nei laboratori gli scienziati riescono quasi a fermare del tutto gli atomi, e lo fanno proprio grazie a noi! Che impressione vedere quei poveri atomi muoversi al rallentatore.

**È vero che a volte ti occupi anche di consegnare messaggi?**

**Ray** Sì, a volte mi piace viaggiare insieme alle mie compagne per lunghe distanze, magari dentro una fibra ottica, per trasportare messaggi e informazioni. Forse non lo sai, ma è così che spesso navigate in internet e guardate le vostre serie preferite. E in futuro trasporteremo messaggi in modo ancora più efficiente e sicuro usando l'entanglement e le nostre incredibili proprietà quantistiche!

**Grazie Ray, parlare con te è sempre interessante! Ti lascio al tuo fantastico mondo quantistico e me ne torno al mio vecchio e tranquillo mondo classico.**

**Ray** Grazie a te. Ma non dimenticare che, in fondo, il mio e il tuo sono sempre lo stesso mondo!



La luce nel cervello: storia vera  
di **rimbalzi, pensieri e assorbimenti**.  
E continuano a chiamarlo  
**neuroimaging**.



*Lumi*  
*nel cervello*

**CATERINA AMENDOLA**

Avete mai pensato che la luce possa entrare nel nostro cervello e raccontarci cosa sta succedendo lì dentro?

Per esplorarlo in modo non invasivo gli scienziati usano brevissimi impulsi di luce. Quando una zona del cervello è maggiormente coinvolta in un compito, il flusso sanguigno locale aumenta per fornire più ossigeno ai neuroni. Questo modifica la quantità di emoglobina presente in quell'area e, di conseguenza, cambia il modo in cui la luce si propaga nel tessuto: può essere diffusa più volte, deviare dalla sua traiettoria oppure essere assorbita dall'emoglobina e non tornare più indietro. Osservando quali fotoni riescono a tornare e quali invece si fermano lungo il percorso, possiamo capire quali parti del cervello stanno lavorando di più.

Questa è la storia di uno di quei fotoni: si chiama Lumi, ed è pronto a partire... C'era una volta un fotone di luce di

nome *Lumi*. Era minuscolo, velocissimo e un po' pasticcione... uno di quelli che partono sempre pieni di entusiasmo e arrivano spesso... da qualche altra parte. In realtà, Lumi non era solo. Partì insieme ai suoi amici: Luma, Leo e Spark, un piccolo gruppo di fotoni curiosi pronti all'avventura.

"Ragazzi!", disse Lumi, "Andiamo a esplorare un cervello!"... ZOOOM! e tutti insieme entrarono. All'inizio provarono ad andare dritto. Pessima idea: PAM! BOING! SBAM! Ogni due per tre sbattevano contro qualcosa che li rispediva in un'altra direzione. Lumi rimbalzava, ruotava, cambiava strada come una pallina in un flipper. "Ma questo posto è una sala giochi!" borbottò mentre girava su sé stesso. Quelli erano gli *eventi di scattering*: piccoli urti che lo facevano zigzagare come una pallina impazzita. Ed in questo zigzagare, gli amici si separarono. "Ci vediamo dopo!" disse Luma.

"Forse!", rispose Spark, "Se non mi perdo...". Ognuno prese una strada diversa, e all'improvviso Lumi sentì un cambiamento... *WHOOOSH* e smise di rimbalzare, iniziando a scivolare via liscio, dritto, elegante. "Ehi! Ma qui è facilissimo!" disse. Stava attraversando il *fluido cerebrospinale*, un liquido chiarissimo che circonda il cervello. Lì succedeva una cosa speciale: *pochissimo scattering*. Niente rimbalzi continui, poche deviazioni, un viaggio quasi rilassante. "Ahhh, finalmente una vacanza!".

Ma poco dopo... di nuovo, ricominciarono i rimbalzi *BOING BOING BOING!* "Okay," disse Lumi, "ogni mezzo è diverso. Alcuni mi fanno ballare, altri mi fanno volare."

Intanto, anche Luma, Leo e Spark stavano facendo viaggi completamente diversi: curve strane, giri lunghissimi, strade cortissime. Nessuno faceva lo stesso percorso. Eppure... tutti stavano raccontando la stessa storia.

Continuando il suo viaggio scomposto, Lumi arrivò vicino a una zona del cervello molto speciale: era attiva. Molto attiva.

La persona stava pensando fortissimo: "Dove ho messo il telefono?!"

Lumi sentì qualcosa di strano nell'aria. Ed eccole lì: le *emoglobine*. Rosse, tonde, gentili, con occhi scintillanti. Una di loro lo guardò e sussurrò: "Sei... luminosissimo." Lumi sarebbe arrossito (se potesse arrossire). "Ti aspettavo." aggiunse. Lumi sentì qualcosa di strano...

Non era una trappola, né una cattura: era... un abbraccio! L'emoglobina lo avvolse piano piano. "Resta con me," disse dolcemente. E insieme brillarono dall'interno. Questo era l'*assorbimento*: un incontro speciale tra luce e sangue.

Intanto, fuori dal cervello, gli scienziati osservavano. "Guardate," disse uno, "Alcuni fotoni sono tornati, altri no."

Luma, Leo e Spark erano tornati. Ognuno con un percorso diverso. Ma loro tre le emoglobine non le avevano incontrate, solo Spark le aveva viste più da vicino.

E così gli scienziati capirono: dove c'era più sangue, era dove la luce veniva abbracciata! Da quel giorno, milioni di piccoli fotoni partono insieme, uno dopo l'altro, si separano, si perdono, e a volte si fermano in un caldo abbraccio luminoso, per raccontare, sempre, cosa succede nella testa degli umani!



Zero **vibrazioni**. Bulloni e **cacciaviti**.  
**Occhiali** anti-laser e **magliette** bucate.  
 La caccia al **fotone** è sempre aperta.  
 Ecco le **regole**.



## *A luci (quasi sempre) spente: caccia al fotone*

**FRANCESCO TODISCO**

Un corridoio infinito, bianco, tagliato  
 dalla luce fredda dei neon.  
 In fondo, il laboratorio.  
 Fuori dalla porta una luce rossa  
 lampeggia: LASER ON.  
 Qualcuno è già al lavoro.  
 Sulla porta si legge

FOTONICA. LABORATORIO "I-PHOQS".

Più in basso, qualcuno ha attaccato con  
 lo scotch un foglio scritto a penna:

ONGOING MEASUREMENTS.  
 DON'T TURN ON THE LIGHTS!

Ha anche disegnato una specie di  
 teschio.  
 Quando apro la porta: il buio. Che strano  
 - penso - la prima cosa che vedo è, in  
 realtà, qualcosa che non vedo. Chiudo la  
 porta dietro di me e intanto i miei occhi  
 si adeguano. Le pupille si dilatano per

raccogliere più luce. Da qualche parte  
 distingo la luce debole di un *led* verde  
 che lampeggia. Lì c'è uno strumento in  
 funzione. Poi vedo i rumori. Li sento e so  
 esattamente cosa sono. La vibrazione  
 continua di una pompa da vuoto. Il  
 ticchettio periodico dell'otturatore di una  
 camera.

TAC! TAC! TAC!

Il metronomo che scandisce il tempo nel  
 buio del lab.

A pochi passi da me, lo schermo di un PC  
 lascia la modalità stand-by e illumina la  
 faccia di una persona. Le pupille dilatate  
 all'improvviso si restringono, e piano  
 piano l'immagine a fuoco di un grafico,  
 un'immagine in bianco e nero, come una  
 vecchia TV degli anni Sessanta.  
 "Eccoti, finalmente!" penso. "Possiamo  
 accendere la luce? Sto narrativamente  
 mostrando a un lettore di fumetti come è

fatto il nostro laboratorio!" chiedo.  
 "Certo che sì! Blocco la camera e il laser e ne approfitto per prendere un caffè" risponde. Clicca qualcosa al computer e l'otturatore si ferma.

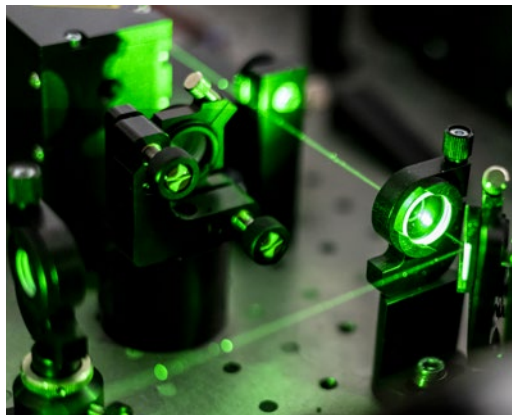
TAC! TAC! PUFF!

Poi prende qualcosa dalla sua scrivania e CLUNK! la poggia su un tavolo. È una paratia magnetica. Una lastra metallica nera che ferma i fasci laser. In questo laboratorio ne circola una ben riconoscibile. Sulla vernice scura si notano piccole bruciature bianche, cicatrici lasciate da un laser particolarmente potente. Sono ancora sovrappensiero quando CLICK! Le luci del lab si accendono. "Ciao - sento dire dietro di me - la mia dose giornaliera di caffeina mi aspetta!" Ed eccomi qui. Solo. Nel laboratorio: la riserva della caccia al fotone. Il tavolo ottico è il centro di tutto: una superficie metallica immune alle vibrazioni, forata con precisione millimetrica, su cui si avvitano specchi, lenti, fibre ottiche. Costruire un setup ottico può richiedere giorni. Anche mesi. È un po' come giocare con i Lego. Ogni oggetto ha il suo posto. Viti, bulloni e cacciaviti sono strumenti quotidiani quanto formule e simulazioni. È un continuo montare e smontare, avvicinare e allontanare, stringere o allentare. Regoliamo l'allineamento degli specchi con movimenti quasi impercettibili, osservando un segnale sullo schermo che cambia lentamente. Su ogni tavolo c'è almeno un laser, una delle nostre sorgenti di luce preferite. Ognuno con il suo colore e i suoi occhiali protettivi. Alcuni possono essere abbastanza potenti da bruciare carta o tessuti. Lo sanno bene certe nostre magliette: qui quasi tutti ne abbiamo almeno una con piccoli fori lasciati da fasci troppo intensi o da riflessi sottovalutati. Il tempo nel laboratorio scorre in modo strano. Ore intere consumate

da allineamenti infiniti. Esposizioni lunghissime alla ricerca di pochissimi fotoni. La mia prima misura di luce quantistica ha richiesto un giorno intero di preparazione e una notte intera di misura. Il detector che lavora mentre mangiamo un pezzo di pizza a mezzanotte. Poi, però, il segnale appare. Una linea più netta, il picco che aspettavamo, la conferma che qualcosa, finalmente, sta funzionando. È un momento breve, spesso silenzioso, ma carico di una soddisfazione difficile da spiegare fuori da queste stanze. Purtroppo non va sempre così bene. La caccia ai fotoni è fatta anche di fallimenti, di giornate che finiscono senza risposte. Ma se c'è una cosa che la vita del laboratorio insegna, è che la Conoscenza si costruisce con un'abbondante dose di Ostinazione. SBAM! Dietro di me la porta si apre silenziosamente e si richiude, pesante. CLICK! La luce si spegne. "Scusa" dice un'ombra avvicinandosi al tavolo ottico "ma mentre bevevo il terzo caffè ho capito come risolvere un problema che ho incontrato stamattina". Non ha ancora finito la frase ed è già davanti al monitor del computer. Le dita sulla tastiera. L'otturatore riprende il suo ritmo.

TAC! TAC! TAC!

La caccia al fotone riparte. Anche oggi. Come sempre.



Quando una parola viene **(ab)usata**  
per dire **tutto** e il **contrario di tutto**,  
finisce per non significare più **nulla**.  
Ma non lo ordina il dottore.



*C'è quantistico e quantistico.  
Ma anche "quantico", eh?!*

**GABRIELE BIANCHI**

In *Ant-Man and the Wasp*, Scott Lang si trova nell'ufficio di Bill Foster, professore di meccanica quantistica alla Berkeley. Frustrato da una conversazione praticamente incomprensibile, se ne esce con: "Ma voi mettete la parola 'quantistico' in tutte le frasi?".

E ha tutte le ragioni. Nella fantascienza recente la parola "quantistico" è ovunque, come l'"atomico" degli anni Cinquanta. E non solo nella *fiction*: oggi si sente parlare di medicina quantistica, computer quantistici, economia quantistica, perfino management quantistico e leadership quantica (cambiando la desinenza, giusto per non annoiare). Ma che significa? Semplice: è un jolly. In soldoni, gli autori dicono: "Possiamo fare quello che vogliamo, perché questa cosa è *quantistica*". Le cose *quantistiche* non devono seguire le regole. Serve trovare una scusa per il multiverso? Semplice, c'è l'interpretazione a

molti mondi. Le gigantesche distanze cosmiche sono scomode? C'è l'*entanglement*! È *quantistico*, no? Vale tutto e si fa anche bella figura. Non è mica magia, è fisica.

Questa scorciatoia è talmente abusata da essere diventata un meme, un *inside joke*, e molti sceneggiatori, ben consci del proprio "peccato", lo esplicitano spudoratamente, proprio come in *Ant-Man*: avere in scena un personaggio che nota che tutto è *quantistico* è un ottimo paravento. Poi ci sono *Rick and Morty*. L'intuizione degli autori è che, trattata con la giusta, programmatica leggerezza, la teoria dei molti mondi giustifica letteralmente tutto e non serve nemmeno chiamarla per nome. *Rick e Morty* è una parodia, quindi maneggia questo meme con piena consapevolezza: la *quantisticità* può addirittura rimanere implicita, perché gli spettatori lo sanno, hanno accettato il gioco.

Non c'è proprio spazio per un briciolo di accuratezza in più?

Ma certo che c'è. Nel suo racconto *Beep* del 1954, James Blish inventò il comunicatore di Dirac, che usa un misto di *entanglement* e di ripiegamento del tempo per permettere di comunicare istantaneamente da un capo all'altro dell'universo, con la sfortunata implicazione che ogni volta che viene utilizzato, il comunicatore riceve tutti i messaggi, presenti, passati e futuri. Blish, da sempre convinto dell'importanza di una solida base teorica nelle storie fantascientifiche, è stato tanto preciso da aver ispirato Gerald Feinberg a ipotizzare l'esistenza dei tachioni, particelle teoriche che si muovono più veloci della luce, che a loro volta hanno poi ispirato innumerevoli autori di fantascienza.

Ma il nostro esempio preferito rimane sempre sua maestà Isaac Asimov. Questa volta siamo andati a scavare nel profondo: siamo nel 1948, l'anno del suo dottorato in chimica. Per allenarsi con lo stile rigido e ampolloso che avrebbe dovuto usare per la sua tesi, Asimov si è lanciato in un esercizio di stile: la scrittura di un finto articolo scientifico, con tanto di grafici, tabelle e bibliografia, dal titolo *Proprietà endocroniche della tiotimolina risublimata*. L'articolo descrive una sostanza talmente solubile da sciogliersi prima che venga aggiunta l'acqua al composto. Il leggendario editore John W. Campbell pubblica l'articolo sul numero di marzo di *Astounding*, senza l'accortezza di usare uno pseudonimo per nascondere

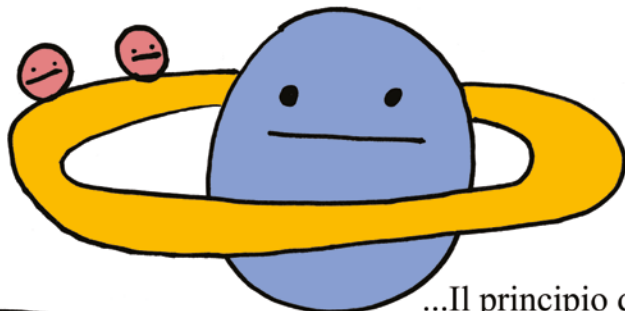
l'identità di Asimov, preoccupato per l'imminente discussione della tesi. La leggenda vuole che i professori abbiano effettivamente letto il racconto e gli abbiano rivolto una serissima domanda sulle proprietà della tiotimolina, inducendogli una crisi di riso talmente prorompente da rendere necessario accompagnarlo fuori a forza di braccia. Il racconto ha avuto diversi seguiti. In *Le meravigliose proprietà della tiotimolina. Parte II*, del 1952, Asimov dimostra che la risolutezza della persona che aggiungerà l'acqua alla tiotimolina determina la solubilità della sostanza (e addirittura che se la persona in questione ha personalità multiple, la tiotimolina si dissolve a chiazze... tutto, come sempre, prima dell'aggiunta effettiva di acqua), il che è un notevole esempio dell'effetto dell'osservatore sul processo osservato, anche se non è citato esplicitamente come collasso della funzione d'onda. In *La tiotimolina e l'era spaziale* del 1960, poi, Asimov parla dei tentativi di creare un "fallimento Heisenberg", in cui si osserva la tiotimolina dissolversi... senza poi aggiungere l'acqua. I risultati sono geniali ed esilaranti: ogni tentativo in questo senso è seguito da alluvioni e uragani che fanno sì che alla tiotimolina disciolta viene aggiunta dell'acqua... in un modo o nell'altro. Insomma, il concetto è chiaro: fra un Asimov, che utilizza bene concetti quantistici senza mai usare la parola, e Ant-Man, dove ogni cosa è *quantica* o *quantistica* senza però avere il minimo filo logico, la scelta è obbligata. Di più: determinata.



# La più eccellente e lamentevole tragedia quantica d'amore quantico

Testi e disegni di Davide La Rosa

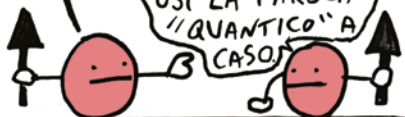
Nell'orbitale atomico dove poniamo la scena, e che per ovvi motivi chiameremo "Verona", divampa l'amore fra due elettroni di pari spin. L'amore dei due amanti, sprovvisti di lombi, nasce però sotto una cattiva stella. Purtroppo il loro amore non può esistere, un po' per destino e un po' per principio...



...Il principio di esclusione di Pauli.

CONVOLIAMO A NOZZE QUANTICHE PER SUGGERIRE IL NOSTRO AMORE QUANTICO.

TI AMO PERCHÉ USI LA PAROLA "QUANTICO" A CASO!



VI AFFANNATE E AMATE INVANO, GIOVANI ELETTRONI, L'ORBITA VERONA, HA UN SOLO POSTO LIBERO PER IL VOSTRO STATO QUANTICO...



... SE AVETE LO STESSO SPIN, UNO DI VOI, DOVRÀ PERDERSI NEL SORDIDO ESILIO DEL VUOTO!



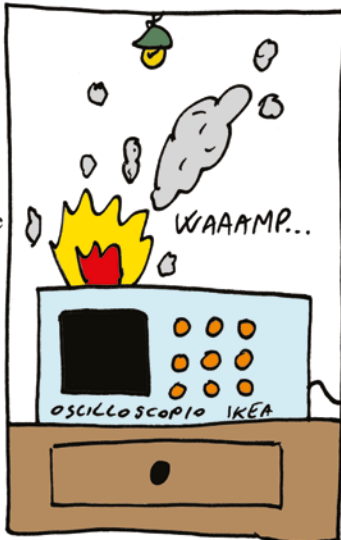
O ELETTRONE, ELETTRONE! PERCHÉ SEI TU ELETTRONE? RIFIUTA E RINNEGA IL TUO SPIN!





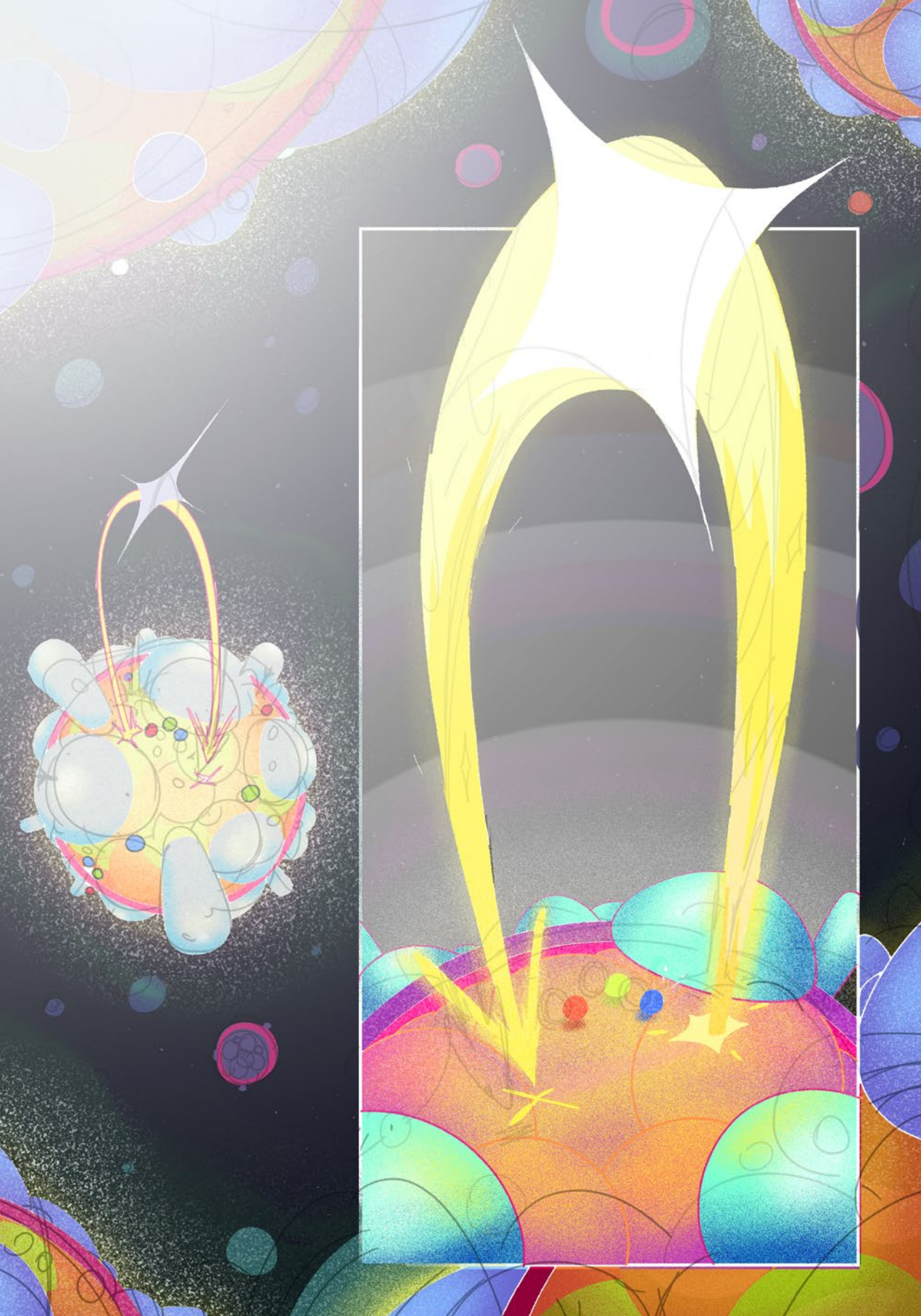
Vi chiedo, di grazia, di non pensare mai che i nostri due sfortunati amanti si annichiliscano perché il cambiamento di spin trasformerebbe l'elettrone in antielettrone, eh. Solo il vostro incauto autore (cioè io) poteva pensare a una cosa del genere. Scusate ma mi serviva un finale triste che portasse a una gag, che state per leggere, e che avesse inizio con una detonazione!

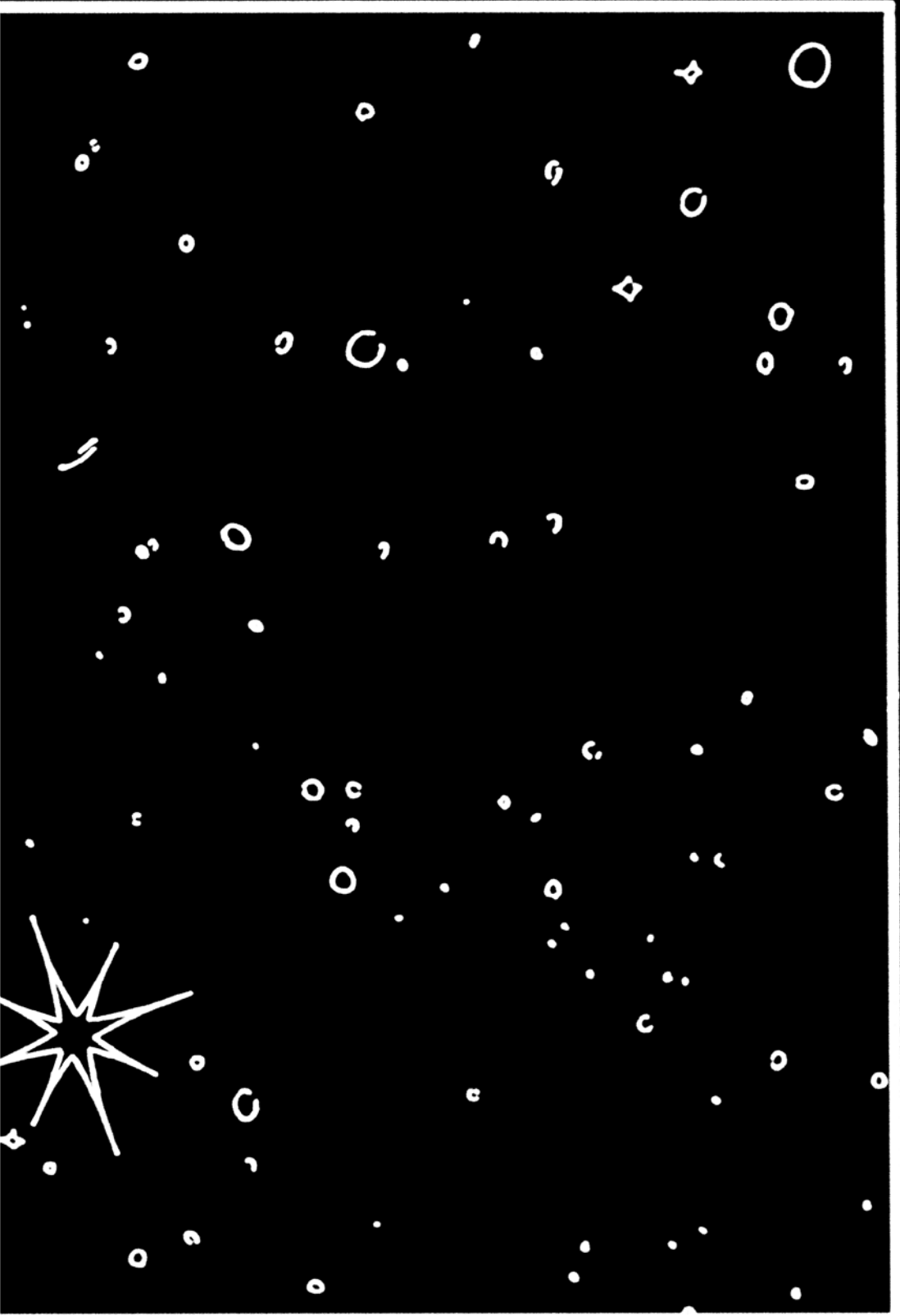
**KABOOM!**



Z R OLLA<sup>2</sup>26

\*Ma questa è un'altra storia.





20  $\mu$ m

EHT = 10.00 kV  
WD = 6.7 mm

Signal A = InLens  
Mag = 500 X

Tilt Angle = 0.0°





[www.comicsandscience.it](http://www.comicsandscience.it)