



T. EGUCHI AND M. Y. HAN (EDITORS)

NAMBU

A FORETELLER OF MODERN PHYSICS

World Scientific Series in 20th Century Physics

Vol. 43. New edition

World Scientific, Singapore, 2014

hardcover: pp. XXXIII + 196; GBP 56.00

ISBN: 978-981-4578-14-1

softcover: GBP 29.00

ISBN: 978-981-4583-05-3

“History repeats itself”

A dieci anni dalla (tardiva) consegna del premio Nobel per la fisica 2008 a Yoichiro Nambu¹ per la scoperta del meccanismo di rottura spontanea della simmetria nella fisica subatomica² è bello riprendere in mano la nuova edizione 2014 delle opere scelte di Yoichiro Nambu, molto ben curata da T. Eguchi e M. Y. Han per la World Scientific. La prima edizione risale al 1995, allora curata da Eguchi e da Kazuhiko Nishijima, che ci lasciò l'anno dopo il Nobel a Nambu. Nishijima fu lo scopritore del numero quantico stranezza che sta alla base della formula Gell-Mann–Nishijima. Attorno a Nambu e attraverso la sua lunga carriera troviamo grandi nomi, in particolare quello di Gianni Jona-Lasinio, che Nambu volle al suo posto a Stoccolma per la conferenza pubblica². La collaborazione tra Nambu e Jona iniziò nell'autunno del 1959 quando Jona arrivò al Fermi Institute di Chicago, e anche allora Nambu volle che Jona lo sostituisse alla 1960 Midwest Conference on Theoretical Physics alla Purdue University. La battuta “History repeats itself” e il concetto di *cross-fertilization* con i quali Jona iniziò la sua conferenza di Stoccolma riassumono la centralità di Nambu nella fisica nella seconda metà del XX secolo. “Spontaneous symmetry breaking in particle physics: a case of cross-fertilization” fu il titolo della Nobel Lecture di

Nambu. Nambu appartiene alla non numerosa schiera di fisici teorici dei fondamenti che hanno saputo cercare e individuare nella vasta e complessa fenomenologia della materia condensata i paradigmi unificanti, in particolare il concetto di rottura spontanea di simmetria. È vero che talvolta la “storia si ripete” anche nel senso che si ripercorrono le stesse strade in campi diversi, ma la *cross-fertilization* è anche partire insieme su diverse strade e accelerare la crescita delle conoscenze.

Quando Jona giunse a Chicago era in stampa su *Physical Review* l'articolo di Nambu “Quasi-Particle and Gauge Invariance in the Theory of Superconductivity”, e da lì iniziò la collaborazione dalla quale uscì in due parti il lavoro fondante “Dynamical Model of Elementary Particles Based on an Analogy with Superconductivity” su *Physical Review* del 1° aprile e del 1° ottobre 1961. Per la verità la *cross-fertilization* e il senso di unità della fisica erano lo spirito di quel tempo, come non poteva essere altrimenti in un istituto che portava il nome di Fermi. Nello stesso spirito avevamo celebrato il Nobel 2013 a Peter Higgs e François Englert, anche questo tardivo essendo mancato Robert Brout, i cui lavori ispirarono noi teorici di materia condensata; e poi il Nobel 2016 a David Thouless, Duncan Haldane e Michael Kosterlitz per un'altra *cross-fertilization*, il paradigma topologico alla base della materia esotica. La topologia, uno dei più profondi concetti in matematica, segna alcune delle strade della fisica che stanno portando più lontano, dalla materia condensata alla cosmologia. Anche il fondamentale lavoro di Kosterlitz e Thouless (preceduti di un anno da Berezinski) è del 1973 e quelli di Haldane del 1983. Quando è giunto il tardivo riconoscimento, Berezinski, come Brout, non c'era più. Vien da pensare che aprire nuove strade, specialmente se interdisciplinari, unificanti, *crossfertilizing*, non sia il modo migliore di aspirare al premio Nobel; tuttavia non sembra esservi cosa più gratificante del grande patrimonio di nuove conoscenze scaturito da proprie idee originali e coraggiose. Questo è quanto emerge dalle reminiscenze di

Nambu sugli “youthful years of particle physics” che furono anche la sua giovinezza; e anche dal profilo, anzi dai *Profiles of Nambu* illustrati da Madhusree Mukerjee: Nambu era un veggente! Nambu si avventurò in diversi lavori proprio con Mukerjee nel territorio della BCS e, come dirò sotto, vi fu anche un caso di divinazione!

Quanto progresso nella fisica teorica delle particelle abbia radici profonde in alcuni lavori di Nambu lo comprendiamo scorrendo i lavori raccolti nel libro. Oltre a quelli sopra menzionati troviamo molte anticipazioni in altri lavori illustri quali “Possible existence of a heavy neutral meson”, “Axial vector current conservation in weak interactions”, “Chirality conservation with soft pion production”, “Duality and hadrodynamics”. Gli editors citano anche lectures non pubblicate degli anni '70 sulla teoria delle stringhe, ma vi sono anche lavori di Nambu come “QCD and the String Model”³ forse meritevoli di stare nella raccolta. Troviamo poi nuove considerazioni sul paradigma unificante della teoria BCS in “Fermion-boson relations in BCS-type theories”, con il pairing in elio 3 o la supersimmetria ipotizzata da Iachello *et al.* nei nuclei. “Whether the BCS or Ginzburg-Landau theory has a supersymmetry... I do not know the answer yet”, scrive Nambu nel 1985. L'anno dopo arriva la superconduttività ad alta temperatura critica (HTC) con la condensazione di coppie pre-formate. La questione “supersymmetry” si ripropone e il premio Nobel a Bednorz e Müller per la scoperta arriva (giustamente) dopo un solo anno, senza che la questione sia ancora oggi del tutto chiarita. Scrivono Nambu e Mukherjee nel 1989⁴: “On the whole, BCS seems to be the secret of IBM”. IBM, pur potendosi legittimamente riferire al laboratorio di Rüschiikon dove Müller e Bednorz hanno realizzato la superconduttività HTC, sta in realtà per “interacting boson model”. Una

¹ Si veda <https://www.nobelprize.org/mediaplayer/index.php?id=1060>

² Come è noto il premio fu condiviso con Makoto Kobayashi e Toshihide Maskawa “per la scoperta dell'origine della rottura di simmetria che predice l'esistenza in natura di almeno tre famiglie di quarks”, e tutti si chiesero come mai questi nomi non fossero stati associati a quello di Nicola Cabibbo per la matrice CKM che mescola i quarks, avendo essi aggiunto una generazione di quarks alla matrice concepita originalmente da Cabibbo. Questo naturalmente nulla toglie a Nambu che fu (come Cabibbo) un gigante e avrebbe meritato il premio molto prima.

³ Y. Nambu, *Phys. Lett. B*, 80 (1979) 372.

⁴ Y. Nambu and M. Mukherjee, *Ann. Phys.*, 191 (1989) 143.

vera divinazione perchè, stando al racconto di Müller sul workshop di Erice del 1983, la non-linearità dell'interazione elettrone-fonone che governa la ferroelettricità nelle perovskiti fornì l'intuizione che guidò alla rivoluzionaria scoperta, e proprio nel 1989, due anni dopo il Nobel, Müller e Bednorz diressero a Erice un memorabile corso. Come ci sarebbero stati bene Nambu e Mukherjee in quel corso, anche se il loro titolo sarebbe forse stato più propriamente "IBM and HTC"!

I giovani fisici alla ricerca di nuove idee unificanti traggano ispirazione dall'avventura scientifica di Nambu, il grandissimo e geniale fisico che ci ha lasciato poco più di due anni fa a 94 anni di età, e da questo ottimo libro che abbraccia settanta anni della sua appassionante carriera.

Giorgio Benedek
Università di Milano Bicocca