



Il Colle di  
Galileo

# Sei anni memorabili al Colle di Arcetri

*Six memorable years on the Arcetri Hill*

Gabriele Veneziano

CERN, Ginevra

Collège de France, Parigi

**Riassunto.** Ho cercato di estrarre, dalla mia labile memoria, i ricordi più vivi che mi sono rimasti dei sei anni che ho trascorso ad Arcetri, come studente, ma soprattutto come uno dei molti “gattini” che, in un momento chiave nell’evoluzione della teoria delle interazioni fondamentali, hanno avuto la fortuna di apprendere le armi del mestiere in un ambiente così vivace e stimolante.

**Parole chiave:** Arcetri, Fisica teorica, Raoul Gatto, Gattini.

Ho un dolcissimo ricordo di quei sei anni (1960-1966) passati ad Arcetri, anni che hanno senz’altro forgiato gran parte della mia personalità come fisico. Cercherò di ricordarli come posso, anche se il tempo, e la mia scarsa memoria, può averli offuscati, o forse sublimati.

Nell’estate del 1960, dopo aver passato l’esame di maturità al Liceo Scientifico Leonardo da Vinci, decisi di iscrivermi a Fisica all’Università di Firenze. Fu una decisione abbastanza sofferta: da un lato perché il mio Professore di Liceo, il bravissimo Teobaldo Liverani, mi aveva consigliato di presentarmi invece al concorso per entrare alla Scuola Normale di Pisa; e dall’altro poiché, insieme a due compagni di classe del liceo, Arturo Bambini e Antonio Fasano, avevamo a

**Abstract.** I have tried to recall the most vivid memories I have of the six years I spent as a student in Arcetri, and above all as one of the many “gattini” who, at a key moment in the evolution of the theory of fundamental interactions, had the great luck to learn the tools of the game in such a lively and stimulating environment.

**Keywords:** Arcetri, Theoretical physics, Raoul Gatto, Gattini.

I have fond memories of those six years (1960-1966) spent at Arcetri, years that undoubtedly forged much of my personality as a physicist. I will try to remember them as best I can, although time, and my poor memory, may have clouded or maybe sublimated them.

In the summer of 1960, after passing my high school graduation exam at the Liceo Scientifico Leonardo da Vinci, I decided to enrol in Physics at the University of Florence. It was quite a tough decision: on one hand because my high school teacher, the excellent Tebaldo Liverani, had advised me to take part in the competition to enter the Scuola Normale in Pisa

lungo dibattito se iscriverci a Matematica o a Fisica. Finimmo per optare tutti e tre per la Fisica e per Firenze.

Sebbene fossi riuscito bene anche nelle materie letterarie al Liceo, ricordo il sollievo di potermi concentrare su quelle scientifiche che trovavo, in generale, ben più interessanti e facili da apprendere rispetto alle traduzioni dal/in latino o al memorizzare date storiche e capitali geografiche.

Il biennio (1960-1962) copriva varie discipline, non tutte ugualmente eccitanti. Inoltre, le varie materie erano delocalizzate, per lo più in centro, con la sola eccezione dei corsi di Fisica ad Arcetri (e più tardi di Matematica a Careggi). Per fortuna i miei mi avevano messo a disposizione una Fiat 500 il che facilitava non poco gli spostamenti necessari per seguire i vari corsi. Ricordo come particolarmente piacevoli i corsi di Matematica, in particolare del Prof. Roberto Conti e, per la Fisica, quelli del Prof. Manlio Mandò. I più ostici erano quelli di Chimica, in via Gino Capponi; ed infatti il voto di Chimica sarebbe stato, più tardi, il più basso della mia Laurea.

Un capitolo a parte furono i corsi del Prof. Mandò al biennio. Ricordo che li trovavo atipici ma, al tempo stesso, molto istruttivi. Invece di cercare di impartire il massimo di nozioni per riempire un programma prestabilito, mi parve che Mandò volesse piuttosto procedere lentamente (a scapito di non arrivare a coprire tutto il materiale previsto) per farci capire il ragionamento fisico che stava sotto la formulazione matematica di tale e tale legge. Fu questo un messaggio prezioso che ho cercato di far mio nella ricerca: il cercare costantemente l'idea fisica che sta dietro la matematica, vista come strumento e mai come fine ultimo.

instead; and on the other because, together with two high school classmates, Arturo Bambini and Antonio Fasano, we had long debated whether to enrol in Mathematics or Physics. All three of us ended up opting for Physics and Florence.

While I had also done well in literary subjects at high school, I remember the relief of being able to focus fully on science, which I generally found far more interesting and easier to learn than translating from and into Latin or memorising historical dates and geographical capitals.

The first two-year courses (1960-1962) covered various subjects, not all of which were equally exciting. Moreover, the various subjects were decentralised, mostly in the centre, with the sole exception of the Physics courses at Arcetri (and later Mathematics at Careggi). Fortunately, my parents had placed a Fiat 500 at my disposal, which made it much easier for me to travel to the various courses. I particularly remember enjoying the Mathematics courses, especially those of Prof. Roberto Conti and, in Physics, those of Prof. Manlio Mandò. The toughest were those of Chemistry, in Via Gino Capponi; and indeed my Chemistry grade would later become the poorest of my degree.

Prof. Mandò's courses were something else. I remember finding them unusual, but very instructive at the same time. Instead of trying to impart the maximum of notions to fill a pre-established program, it seemed as if he rather wanted to proceed slowly (at the expense of not covering all the material provided) to make us understand the physical reasoning behind the mathematical formulation of this or that law. This was a valuable message that I tried to em-

L'esame del Mandò era tristemente noto per la sua difficoltà, un vero scoglio e filtro per chi voleva proseguire oltre il biennio. Quando venne il giorno della comunicazione dei risultati, arrivando ad Arcetri, sentii mormorare che, per la prima volta, Mandò aveva dato 30 e lode al suo esame, e a qualcuno il cui cognome finiva par "ano". Pensai piuttosto al mio compagno Fasano, bravissimo anche al liceo. Invece il fortunato ero proprio io. Quello che Mandò mi disse, spiegando il voto, fu che avevo usato un metodo non del tutto deduttivo, ma parzialmente induttivo e che questo gli era piaciuto. Avevo fatto alcune approssimazioni, risolto in quell'ambito il problema per poi, a posteriori, verificare che la soluzione soddisfaceva a quelle approssimazioni. Questa idea che, nella ricerca, si debba talvolta lasciare la strada puramente deduttiva e si debba invece osare per trovare una possibile soluzione del problema, per poi naturalmente verificarla, mi è rimasta per tutta la mia carriera scientifica (in particolare nella costruzione del modello che porta il mio nome).

Altri corsi del biennio erano meno eccitanti, come quello del Franchetti su elettricità e magnetismo, che seguiva pari pari le sue dispense e quello del Sestini (meccanica razionale) molto formale e un po' privo di ispirazione. Anche il laboratorio di fisica, probabilmente a causa degli scarsi mezzi a disposizione, non mi piacque più di tanto.

Il terzo anno (1962-1963) era tradizionalmente quello in cui gli studenti cercavano un Professore disposto a seguirli in una ricerca abbastanza originale da poter costituire una tesi. Al tempo stesso avrebbero seguito corsi e sostenuto relativi esami piuttosto attinenti al campo legato all'argomento della tesi. I bravi

brace later in my research: a constant search for the physical idea behind the mathematics, the latter seen as a tool, never as an end.

Mandò's exam was sadly infamous for its difficulty, a real hurdle and filter for those who wanted to continue beyond the first two-year. When the time came to announce the results, upon arriving at Arcetri, I heard rumours that, for the first time, Mandò had given someone the highest possible grade of 30 cum laude at his exam, to someone whose surname ended in "ano". I immediately thought of my fellow student Fasano, who had also done really well in high school. But I was the lucky one. As he explained the grade, Mandò told me that I had used a method that was not entirely deductive, but partially inductive, and that was what he had liked. I had made some approximations, solved the problem and then subsequently checked that the solution satisfied those approximations. This idea that you sometimes must leave the purely deductive path in research and be bold enough to find a possible solution to the problem, and then of course verify it, has stayed with me throughout my scientific career (notably in the construction of the model that bears my name).

There were other courses during those two years that were less exciting, such as Franchetti's course on electricity and magnetism, which followed his handouts point by point, and Sestini's course (rational mechanics), which was very formal and a bit uninspiring. I didn't like the physics lab much either, probably due to the limited resources available.

The third year (1962-1963) was traditionally the one in which students would look for a professor willing to accompany them in research original enough to write a thesis. At the same

studenti riuscivano, nel giro di altri due anni, a passare tutti gli esami, a finire e difendere la tesi, e a laurearsi.

Nel mio caso le cose andarono piuttosto diversamente. Il gruppo sperimentale di alte energie (Giuliano Di Caporiacco, Michele Della Corte, Anna Cartacci...) aveva preso l'iniziativa e mi aveva già contattato per sapere se avessi potuto interessarmi una tesi sperimentale sui dati che stavano raccogliendo (probabilmente al sincrotrone del CERN). Io tergiversavo, sentendomi più adatto ad una tesi teorica, ma la cattedra teorica stava per diventare vacante poiché il suo titolare, il Prof. Giuseppe Morpurgo, stava per trasferirsi a Genova. Doveva essere presto rimpiazzato da un giovanissimo professore in trasferimento da Cagliari, Raoul Gatto.

Non ricordo bene: forse cercai di guadagnar tempo in attesa di conoscere il nuovo professore prima di cedere alle lusinghe degli sperimentali. Ricordo solamente che bastarono pochi mesi, forse addirittura poche settimane, per convincermi che il tipo di fisica praticata da Gatto era quella che mi interessava. Ma non fu solo merito suo. Da un lato c'erano già a Firenze dei giovani assistenti, Marco Ademollo, Claudio Chiuderi e Giorgio Longhi, che studiavano problemi teorici interessanti ed erano molto disponibili; dall'altro Gatto si era portato dietro una schiera di giovani neolaureati da Roma che sarebbero poi diventati noti come i "gattini". Fra questi, Guido Altarelli, Franco Buccella, Giovanni Gallavotti, Luciano Maiani, Giuliano Preparata. C'era anche Enrico Celeghini, laureatosi a Cagliari con lo stesso Gatto.

L'atmosfera nel gruppo era estremamente stimolante<sup>1</sup>. Gatto era molto informato sugli sviluppi della fisica teorica non solo in Italia ma anche, dati i suoi contatti internazionali, in Europa e negli Stati Uniti. Era anche una fonte inesau-

time, they would take courses and the relative examinations that were related to the field covered by the thesis. Good students would manage to pass all the exams, finish and discuss their thesis, and graduate, within another two years.

In my case things went rather differently. The high energy experimental group (Giuliano Di Caporiacco, Michele Della Corte, Anna Cartacci...) had taken the initiative and already contacted me to see if I would be interested in an experimental thesis on the data they were collecting (probably at the CERN synchrotron). I hesitated, feeling that I was better suited to a theoretical thesis, but the theoretical chair was about to become vacant as its holder, Prof. Giuseppe Morpurgo, was about to move to Genoa. He was soon to be replaced by a very young professor transferring from Cagliari, Raoul Gatto.

I can't really remember: maybe I was trying to buy some time while waiting to meet the new professor before succumbing to the flattery of the experimentalists. All I do remember is that it took just a few months, perhaps even weeks, to convince me that Gatto's physics was the kind of physics I was interested in. But it wasn't just thanks to him. On one hand, there were already some young assistants in Florence, Marco Ademollo, Claudio Chiuderi and Giorgio Longhi, who were studying interesting theoretical problems and were very helpful; on the other, Gatto had brought a group of young graduates from Rome with him who would later become known as the "gattini" (kittens). These included Guido Altarelli, Franco Buccella, Giovanni Gallavotti, Luciano Maiani and Giuliano Preparata. There was also Enrico Celeghini, who had graduated from Cagliari with Gatto himself.

ribile di idee interessanti, ma allo stesso tempo abordabili anche da parte di ricercatori a inizio carriera. Gatto distribuiva queste idee fra i vari allievi presenti nel gruppo, probabilmente usando qualche criterio basato sul suo giudizio circa le doti specifiche di ognuno. Questo creava un ambiente sanamente competitivo fra i giovani che facevano a gara a chi riusciva meglio ad accontentare il maestro. Da questo nascevano pubblicazioni interessanti che avrebbero arricchito il curriculum di ciascuno<sup>2</sup>.

Ricordo che una coppia affiatata e molto efficiente era quella di Maiani-Preparata e che alcuni (ad. es. Buccella) imitavano Preparata mimando un suo frequente grido che risonava nei corridoi: “Luciano, Luciano!” Buccella era anche molto bravo a imitare la voce di Gatto: “Mi faccia capire bene ...” oppure “Deve essere molto profondo...” due frasi che indicavano una sua forte perplessità su quello che gli era stato appena detto.

Un gattino particolarmente dotato e stimato era Giovanni Gallavotti, il quale però trovava la fisica delle particelle – e la teoria quantistica dei campi ad essa associata – non sufficientemente rigorosa. Presto spostò i suoi interessi verso la meccanica statistica dove avrebbe fatto una magnifica carriera.

Gatto interagiva anche con i giovani assistenti fiorentini, in particolare con Marco Ademollo, con cui scrisse un lavoro molto importante sulla non-rinormalizzazione, al prim'ordine nella rottura di  $SU(3)$ , di un certo parametro della corrente debole. Interagì anche abbastanza con Giorgio Longhi. Meno invece con Claudio Chiuderi che ricordo diceva, come battuta, che gli occhi di Gatto potevano vedere facilmente attraverso il suo corpo.

The atmosphere in the group was extremely stimulating. Gatto was very well informed about developments in theoretical physics not only in Italy but also, given his international contacts, in Europe and the United States. He was also an endless source of ideas that were both interesting and accessible even to researchers at the beginning of their careers. Gatto distributed these ideas among the various students in the group, probably using some criteria based on his judgement of each one's specific talents. This created a healthy competitive environment among the youngsters who vied with each other to see who could best please their mentor. Interesting publications that would enrich everyone's curriculum were the outcome.

I remember that Maiani and Preparata made a close-knit and very efficient duo and that some people (like Buccella) imitated Preparata by mimicking one of his frequent shouts that echoed through the corridors: “Luciano, Luciano!” Buccella was also very good at imitating Gatto's voice: “Let me get this straight ...” or “It must be very deep...” two statements that indicated his strong perplexity about what he had just been told.

A particularly gifted and respected “gattino” was Giovanni Gallavotti, who however found particle physics -and the associated quantum field theory- insufficiently rigorous. He soon shifted his interests to statistical mechanics, in which he would forge a magnificent career.

Gatto also interacted with the young Florentine assistants, especially Marco Ademollo, with whom he wrote a very important work on the non-renormalisation, to first order in the breaking of  $SU(3)$ , of a certain parameter of the weak current. He also interacted quite a bit

Ricordo anche che Gatto rinforzò il mio atteggiamento sul rapporto fra Fisica e Matematica. Naturalmente in senso ironico diceva: un fisico non deve studiare la Matematica, deve giusto saperla! Un'altra sua caratteristica era l'abilità di "sgattaiolare", cioè di dileguarsi senza farsi accorgere. Probabilmente lo faceva quando era stanco, o aveva altre cose da fare piuttosto che intavolare lunghe discussioni scientifiche con qualche suo allievo. Dopo aver atteso a lungo una sua telefonata (magari ben oltre l'ora di cena perché era consuetudine restare a lavorare fino a tardi), si scopriva che era già partito!

Venendo al sottoscritto quando chiesi a Gatto se sarebbe stato disposto a farmi da relatore per una tesi, la risposta fu abbastanza incoraggiante ma, almeno sul colpo, sorprendente. Mi disse qualcosa del tipo: prima di poterti (o poterle se mi dava ancora del lei?) dare un argomento di tesi dovresti non solo seguire i corsi ma anche approfondirne il contenuto studiando un certo numero di libri e poi passare un esame scritto e orale. Solo a quel punto deciderò.

Questo chiaramente significava che non sarei stato capace di laurearmi nei canonici quattro anni ma che ce ne sarebbero voluti almeno cinque. Ma la cosa non mi spaventò più di tanto perché sapevo che avrei appreso cose interessanti... Andò peggio al mio caro amico di liceo, il già ricordato Antonio Fasano, che dovette desistere e finì per laurearsi con una tesi diretta dal Prof. Sestini, docente di Meccanica Razionale a Matematica, dipartimento dove Fasano divenne poi professore. È oggi membro dell'Accademia dei Lincei.

Fu così che mi "feci" tutto il libro dello Schweber sulla teoria quantistica dei campi (purtroppo i due volumi di Bjorken e Drell, ben più leggibili e moderni,

with Giorgio Longhi. Less so with Claudio Chiuderi whom I remember saying, as a joke, that Gatto's eyes could easily see through his body.

I also remember that Gatto reinforced my attitude towards the relationship between Physics and Mathematics. He would say, in an ironic sense of course: a physicist doesn't have to study Maths, he just has to know it! Another characteristic of his was his ability to disappear without anyone noticing. He probably did this when he was tired or had something else to do rather than engage in long scientific discussions with one of his students. After waiting a long time for a phone call from him (perhaps well after dinner time because he was in the habit of staying late at work), it would turn out that he had already left!

Coming back to myself, when I asked Gatto if he would be willing to be my thesis advisor, his answer was quite encouraging but, at least initially, surprising. He told me something like - before I can give you a thesis subject, not only do you need to take the normal courses but also to further deepen their content by studying several books and, finally, pass a written and oral examination. Only then will I decide.

This clearly meant that I would be unable to graduate in the standard four years but would need at least five. This did not frighten me too much because I knew I would learn a lot of interesting things... It was worse for my dear high school friend, the aforementioned Antonio Fasano, who had to give up and ended up graduating with a thesis directed by Prof. Sestini, professor of Rational Mechanics in Mathematics, the department where Fasano later became a professor. He is now a member of the Accademia dei Lincei.

uscirono un anno o due troppo tardi). Fu così che lessi anche una rassegna interessante di Amati e Fubini su vari metodi per studiare le interazioni forti, quali la diffusione pione-nucleone. Fu forse lì l'inizio del mio interesse specifico nella fisica delle interazioni forti alla quale avrei dato i miei contributi più significativi. Dovetti anche approfondire le mie conoscenze della teoria dei gruppi, strumento molto usato da Gatto e dai suoi discepoli anche se, soprattutto, nella fisica delle interazioni deboli.

Dopo un lungo periodo speso studiando i vari libri di cui sopra venne il giorno dell'esame, con una parte scritta e una orale. Non fui brillantissimo. Allo scritto sbagliai un segno nel conto del decadimento del pione carico in elettrone-neutrino da paragonare a decadimento in muone-neutrino. Gatto, nell'annunciarmi il risultato dell'esame, mi annunciò subito che avevo fatto un "errore gravissimo" dato che aveva sovrastimato il primo processo di molti ordini di grandezza (il risultato non andava zero con la massa dell'elettrone). L'orale andò meglio, ma non fu perfetto (detti una dimostrazione assumendo una proprietà che invece non era necessaria). Temetti dunque il peggio: invece Gatto mi confermò che mi avrebbe dato una tesi! Comunque mi servì di lezione. Dopo un conto matematico (dove chiunque può sbagliare un segno specie nel contesto di un esame!) pensare sempre se il risultato ha senso o no fisicamente!

Ricordo anche un altro episodio, avvenuto più tardi. Gatto mi chiese di iscrivermi a un concorso di Assistente (o comunque a un incarico importante). La cosa mi stupì: dovevo essere appena laureato, come avrei potuto pretendere a un tal posto? Scoprii più tardi che era un concorso di cui si conosceva già il vincito-

And so I waded my through Schweber's entire book on quantum field theory (unfortunately, the two volumes by Bjorken and Drell, far more readable and modern, came out a year or two too late). I also read an interesting review by Amati and Fubini on the various methods of studying strong interactions, such as pion-nucleon scattering. This was perhaps the beginning of my specific interest in the physics of strong interactions to which I would make my most significant contributions. I also had to expand my knowledge of group theory, a tool used extensively by Gatto and his pupils albeit mainly in the physics of weak interactions.

After spending a long time studying the various books mentioned above, the day of my exam came, with a written and an oral part. I didn't do brilliantly. In the written part I missed a sign in the calculation of the charged-pion decay in electron-neutrino compared with muon-neutrino decay. In announcing the result of the exam, Gatto immediately told me that I had made a "dreadful mistake", overestimating the first process by many orders of magnitude (the result did not go zero with the mass of the electron). The oral went better, but it wasn't perfect (I gave a demonstration assuming a property that wasn't necessary). So I feared the worst: instead Gatto confirmed that he would give me a thesis! However, it taught me a lesson. After a mathematical calculation (where anyone can miss a sign, especially in the context of an exam!) always think about whether the result makes sense physically or not!

I also remember another episode, which took place later. Gatto asked me to enter a competition for a position of Assistant (or a similar important post). I was astounded: it must have been just after my graduation; how could I possibly expect such a position? I found out later

re. Ma Gatto voleva che ci fosse ufficialmente qualche altro concorrente...di paglia. Quello che ricordo, stranamente, è che in un tema abbastanza libero dissi che sarebbe stato molto interessante capire la questione della misura, nell'ambito della meccanica quantistica, di un campo in un punto (un problema sollevato in un famoso articolo di Bohr e Rosenfeld). È interessante che questo sia stato un tema su cui sono tornato tanti anni dopo nell'ambito della teoria delle stringhe!

Tornando agli anni prima della Laurea fu un periodo molto felice della mia vita. Lo studio e la ricerca ad Arcetri erano interessanti con i corsi del secondo biennio concentrati su argomenti vicini ai miei gusti. Come corsi, oltre a quelli di Ademollo e di Gatto, ricordo con nostalgia i corsi di Giuliano Toraldo di Francia su Metodi Matematici e su Ottica quantistica. Quest'ultimo era preceduto da un'introduzione moderna all'elettromagnetismo classico, usando un formalismo relativistico, anni luce da quello che avevo sentito nel biennio.

Finalmente, nel dicembre 1965, mi laureai con pieni voti difendendo una tesi sui decadimenti deboli degli adroni come predetto da un gruppo non compatto di simmetria,  $U(12)$ , proposto all'ICTP di Trieste da Robert Delbourgo, Abdus Salam e John Strathdee. Poco prima era stato pubblicato, su *Physics Letters*, il mio primo articolo scientifico. Scritto insieme a Gatto, si trattava di un lavoro sulle interazioni forti che combinava metodi dispersivi e metodi gruppali (in effetti un sottogruppo  $SU(6)$  del suddetto  $U(12)$ ) per ottenere predizioni sulla massa di una risonanza adronica. Avrebbe anticipato una mia costante predilezione per la teoria delle interazioni forti, riaffiorata periodicamente durante tutta la mia carriera. Secondo Buccella fu Gatto stesso a decidere che qualcuno nel suo gruppo

that the winner of the competition had already been chosen. But Gatto wanted there to be officially some other candidates. What I do remember quite well is that, in the fairly free essay I was supposed to write, I said that it would be very interesting to understand, within the framework of quantum mechanics, the problem of measuring a field at one point (a problem raised in a famous article by Bohr and Rosenfeld). Interestingly, this was a subject I returned to many years later in the context of string theory!

Going back to the years before I graduated, that was a very happy time in my life. The study and research at Arcetri were interesting, with the courses in the second two years focusing on topics which I enjoyed. In addition to those of Ademollo and Gatto, the courses I remember with nostalgia were Giuliano Toraldo di Francia's courses on Mathematical Methods and Quantum Optics. The latter was preceded by a modern introduction to classical electromagnetism, using a relativistic formalism, light years from what I had heard in the first two years.

Finally, in December 1965, I graduated with honours, defending a thesis on the weak decays of hadrons as predicted by a non-compact symmetry group,  $U(12)$ , proposed at the ICTP in Trieste by Robert Delbourgo, Abdus Salam and John Strathdee. Shortly before, my first scientific article had been published in *Physics Letters*. Written together with Gatto, it was a paper on strong interactions that combined dispersive and group methods (an  $SU(6)$  subgroup of the aforementioned  $U(12)$ ) to obtain predictions on the mass of a hadronic resonance. It anticipated an abiding fondness of mine for the theory of strong interactions, which resurfaced at intervals throughout my career. According to Buccella, it was Gatto himself who decided that

doveva andare in quella direzione...forse Gatto, con la sua sensibilità, capì che ero un buon candidato per coprire quel settore di ricerca.

Ancor prima di laurearmi mi iscrissi per l'anno accademico 1965-66 alla Scuola di Perfezionamento in Fisica di Firenze. Ho conservato (per caso!) il libretto di iscrizione (insieme a quello di matricola del 1960) dove si vede che ho seguito tre corsi dati da Ademollo, Chiuderi e Wolfgang Alles. Durante quell'anno accademico usufruii di una borsa di studio Angelo Della Riccia che rappresentò, con non poca soddisfazione, il mio primo stipendio. Fu per me un anno di ricerca molto fecondo di cui menzionerò alcuni punti che mi sono rimasti impressi.

Il primo nacque da una circostanza fortunata: la visita a Firenze del Professor Susumu Okubo (venuto da Rochester) con cui Gatto aveva interessi comuni. Ne uscì fuori una collaborazione a quattro con due giovani (Buccella e il sottoscritto) e due professori (Gatto e Okubo). Il lavoro fece un certo scalpore perchè dimostrava, utilizzando l'identità di Jacobi, che era necessario inserire nell'algebra delle correnti un'anomalia quantistica (cosiddetti termini di Schwinger) diversa da quella convenzionale. L'articolo, apparso su Phys. Rev., fu discusso da Sidney Coleman a Erice, nell'estate 1966, dove fu da lui citato come "the four florentine false proof" (sebbene io fossi l'unico fiorentino dei quattro) il "false" riferendosi all'ipotesi della validità dell'identità di Jacobi, che era molto probabilmente invalida.

In quel periodo c'era molto interesse sulla cosiddetta "saturazione" dell'algebra delle correnti. Si sperava fosse possibile rappresentare tale algebra usando soltanto un numero finito di stati. A un certo punto, a seguito di discussioni con Gatto, Maiani e Preparata, mi accorsi che, considerando l'algebra dei momen-

someone in his group should go in that direction...perhaps Gatto, with his sensitivity, realised that I was a good candidate to cover that area of research.

Even before I graduated, I enrolled for the 1965-66 academic year at the Scuola di Perfezionamento in Fisica in Florence. I still have (quite by chance!) my student enrolment booklet (together with my 1960 matriculation booklet) which shows that I took three courses given by Ademollo, Chiuderi and Wolfgang Alles. During that academic year, I was given an Angelo Della Riccia scholarship which, to my great satisfaction, was my first salary. It was a very fruitful year of research for me, and a few points stayed imprinted in my memory.

The first arose from a stroke of good luck: the visit to Florence by Professor Susumu Okubo (who came from Rochester) with whom Gatto had mutual scientific interests. The result was a four-author collaboration between two youngsters (Buccella and me) and two professors (Gatto and Okubo). The work caused quite a stir because it showed, using the Jacobi identity, that it was necessary to include a quantum anomaly (so-called Schwinger terms) in the algebra of currents on top of the conventional one. The article, which appeared in Phys. Rev., was discussed by Sidney Coleman in Erice, in the summer of 1966, where it was cited by him as "the four Florentine false proofs" (although I was the only Florentine among the four) the "false" referring to the hypothesis of the validity of Jacobi's identity, which was most likely invalid.

At that time there was a lot of interest in the so-called "saturation" of the algebra of currents. It was hoped that it would be possible to represent this algebra using only a finite number of states. At a certain point, following discussions with Gatto, Maiani and Preparata, I realised

ti associati alle correnti, si poteva dimostrare che era impossibile avere una sua rappresentazione finito-dimensionale. Informai Maiani e Preparata di questo risultato chiedendo se fossero interessati a scrivere un lavoretto insieme, ma loro, generosamente, dissero che dopotutto avevo dimostrato da solo il teorema, e che era giusto che fossi l'unico autore. Buttai giù il testo dell'articolo e chiesi l'opinione di Gatto che, dopo essersi convinto della sua correttezza, prese nei miei confronti la stessa posizione di Maiani e Preparata.

Questo risultato, modesto ma rigoroso, fu in qualche modo l'inizio della mia fortuna professionale. Fu notato, in particolare, da Sergio Fubini, lui stesso autore di articoli sulla saturazione dell'algebra. Poco dopo, se ricordo bene, si seppe che Fubini avrebbe dato un paio di seminari alla Normale di Pisa su argomenti connessi. Un gruppo di "gattini" (non mi pare Gatto stesso) decise di recarsi in auto a Pisa e di fermarsi una notte per assistere anche al seminario dell'indomani. Fu così che conobbi personalmente Sergio Fubini. Ricordo che, dopo il suo primo seminario, gli posi una domanda su due procedure che portavano a risultati leggermente diversi. La sua reazione mi stupì: invece di dire che la risposta era ovvia, Fubini disse che ci avrebbe pensato. Il giorno dopo tornò sulla mia domanda e dette una spiegazione soddisfacente, ma non del tutto banale, della discrepanza. Sono certo che questi due ultimi episodi, insieme alle discussioni che ebbi con Fubini all'Istituto Weizmann nell'inverno 1968, giocarono un ruolo importante nella sua decisione di accettarmi per un post-doc al MIT circa due anni più tardi (e dunque prima che avessi scritto il mio lavoro sull'ampiezza duale).

that by considering the algebra of moments associated with currents, it could be shown to be impossible to have a finite-dimensional representation of it. I informed Maiani and Preparata of this result and asked if they would be interested in writing a paper together, but they generously said that I had proved the theorem myself and so it was only fair that I should be the sole author. I wrote down the text of the article and Gatto for his opinion. After being convinced of its accuracy, he took the same stance as Maiani and Preparata.

This modest but rigorous result was, in some ways, the beginning of my professional fortune. It was noticed, in particular, by Sergio Fubini, who was himself the author of articles on the saturation of current algebra. Shortly afterwards, if I remember correctly, it became known that Fubini was to give a couple of seminars at the Normale in Pisa on related topics. A group of "gattini" (but I don't think Gatto himself) decided to drive to Pisa and spend a night there to also attend the seminar the next day. That was how I got to know Sergio Fubini in person. I remember that, after his first seminar, I asked him a question about two procedures that led to slightly different results. His reaction surprised me: instead of saying that the answer was obvious, Fubini said he would think about it. The next day he returned to my question and gave a satisfactory -and not entirely trivial- explanation of the discrepancy. I am certain that these last two episodes, together with the discussions I had with Fubini at the Weizmann Institute in the winter of 1968, played an important role in his decision to accept me for a post-doc at MIT about two years later (before I had written my paper on the dual amplitude).

Ho altri bei ricordi, anche al di fuori della scienza, di quel periodo. Organizzammo un torneo di tennis del dipartimento di Fisica al club ASSI Giglio Rosso sul Viale dei Colli (dove già giocavo a tennis da un certo tempo). Non ero allora, e neppure sono diventato più tardi, un gran giocatore, ma in qualche modo riuscii ad arrivare in finale contro Guido Altarelli. Ho dimenticato che vinse la finale: il che significa che fu molto probabilmente Guido.

Infine, durante quegli anni, e più precisamente nel marzo 1963, conobbi Edy che mi fu di enorme sostegno durante tutto il periodo pre- e post-laurea, non solo morale ma anche materiale, perché mi dette un grande aiuto nella redazione della tesi. Insieme a lei maturò anche l'idea di proseguire i nostri rispettivi studi in Israele, paese che avevo già visitato qualche anno prima e dove vivevano vari miei e suoi parenti, compresa la sorella di mia madre. In particolare, tramite alcuni lontani parenti che conoscevano Yitzhak Frishman, ero stato a trovarlo all'Istituto Weizmann ed ero rimasto colpito dalla bellezza del Campus e dall'atmosfera che vi regnava. Seppi che avevano una "Graduate School" molto reputata.

Questa idea fu rafforzata da un incontro che ebbi a Firenze, verso la primavera del 1966, con il grande fisico Giulio Racah, ebreo fiorentino emigrato da tempo in Israele e Professore all'Università di Gerusalemme. Essendo Racah di passaggio a Firenze, amici comuni fecero sì che potessi incontrarlo a casa sua. Parlammo di Israele e di fisica, in particolare di gruppi di simmetria (la sua specialità). Si parlò di chi era attualmente in fisica teorica al Weizmann: venne così fuori il nome di Harry Lipkin di cui Racah aveva un'ottima opinione.

I have other good memories of that time, include some outside of science. We organised a Physics Department tennis tournament at the ASSI Giglio Rosso club on Viale dei Colli (where I had already been playing tennis for some time). I wasn't a great player then, nor did I become one later, but somehow I made it to the final against Guido Altarelli. I forgot who won the final, which means that it was most probably Guido.

Finally, during those years, in March 1963 to be precise, I met Edy, who was of enormous support to me throughout the pre- and post-graduate period, not only morally but also materially, because she helped me so much in writing my thesis. Together with her, I also developed the idea of continuing our respective studies in Israel, a country I had already visited a few years earlier and where several of my and her relatives lived, including my mother's sister. Through some distant relatives who knew Yitzhak Frishman, I had visited him at the Weizmann Institute and was struck by the beauty of the campus and the atmosphere there. I learned that they had a highly reputed Graduate School.

This idea was confirmed by a meeting I had in Florence, around the spring of 1966, with the great physicist Giulio Racah, a Florentine Jew who had emigrated to Israel some time before and was a professor at the University of Jerusalem. As Racah was passing through Florence, mutual friends arranged for me to meet him at his home. We talked about Israel and physics, particularly symmetry groups (his speciality). We talked about who was currently in theoretical physics at the Weizmann: Harry Lipkin's name came up and Racah thought very highly of him.

Quando comunicai questa idea a Gatto la sua reazione non fu esattamente incoraggiante. Ricordo che mi chiese “Ma chi c’è al Weizmann?”. Risposi che c’erano almeno due fisici di cui conoscevamo i lavori: Haim Harari e Harry Lipkin; Gatto riconobbe che non sarei andato in un vuoto scientifico (anche se forse non altrettanto valido come Firenze). Alla fine, l’idea di iscrivermi per un Ph.D. al Weizmann prevalse. Feci domanda e questa fu presto accettata. E Lipkin sarebbe stato il mio Advisor.

Fu così che Edy ed io ci sposammo a fine luglio 1966 e, dopo una luna di miele in Versilia, Venezia e Dolomiti, iniziammo a far valigie per partire (in nave portandoci dietro una piccola utilitaria). Ci fu appena il tempo di insediarsi in un appartamento a Tel Aviv, che Firenze fu colpita dall’alluvione. Era difficile, a quei tempi, avere notizie fresche dall’Italia. Le poche ci arrivavano via radio, quando la rete funzionava ed eravamo ovviamente molto preoccupati. Gatto ebbe l’idea di invitarmi a Firenze per terminare un articolo in ponte insieme a Ademollo e Longhi, penso una scusa per permettermi di tornare a vedere i miei, cosa che apprezzai molto.

Penso di chiudere qui la storia dei miei anni al Colle di Galileo anche se, ovviamente, i successivi ritorni mi hanno sempre dato un enorme piacere, e un pizzico di nostalgia. Voglio solo menzionare due circostanze fra le più significative.

La prima, nel settembre 1967, di ritorno dalla Scuola estiva ad Erice e prima di ripartire per il secondo anno di studi al Weizmann. A Erice mi aveva molto colpito un intervento di Murray Gell-Mann. Menzionò un articolo di Dolen, Horn e Schmit uscito di recente a Caltech e di un possibile “bootstrap” basato su questo lavoro. Andai ad Arcetri a trovare Marco Ademollo, che sarebbe presto partito per due anni come visitatore a Harvard, e gli raccontai quanto avevo sentito a

When I told Gatto about this idea, his reaction was not exactly encouraging. I remember him asking, “But who is at the Weizmann?” I replied that there were at least two physicists whose work we knew: Haim Harari and Harry Lipkin; Gatto acknowledged that I would not be going to a scientific desert (though it was perhaps not as good as Florence). In the end, the idea of applying for a Ph.D. at the Weizmann prevailed. I applied and was soon accepted. And Lipkin would have been my Advisor.

And so it was that Edy and I got married at the end of July 1966 and, after honeymooning in Versilia, Venice and the Dolomites, we started packing to leave (by ship, taking a little car with us). There was barely time to settle into a flat in Tel Aviv when Florence was hit by the flood. It was hard to get fresh news from Italy. The little we received was via radio, when the network was working, and we were obviously very worried. Gatto had the idea of inviting me to Florence to finish an article on hold together with Ademollo and Longhi, I think as an excuse to allow me to return to see my parents, which I appreciated very much.

I think I shall end the story of my years on Galileo’s hill here, although, of course, subsequent returns have always filled me with enormous pleasure, and a touch of nostalgia. I just want to mention two of the most significant events.

The first, in September 1967, on my return from summer school in Erice and before leaving for my second year of study at the Weizmann. I had been very impressed in Erice by a talk by Murray Gell-Mann. He mentioned a paper by Dolen, Horn and Schmit that had recently been published at Caltech and a possible bootstrap based on this work. I went to Arcetri to see Marco

Erice. Fu così che iniziò una collaborazione che, estesa successivamente a Hector Rubinstein e Miguel Virasoro, avrebbe portato ai modelli duali (e qualche anno dopo alla teoria delle stringhe).

La seconda, molto più recente, è connessa alla rinascita della fisica ad Arcetri (dopo il trasferimento del dipartimento al polo scientifico di Sesto Fiorentino) con la creazione del Galileo Galilei Institute (GGI). Per incarico dell'INFN ne ho seguito, per vari anni, lo sviluppo e il consolidamento dando il mio modesto contributo a quello che è considerato un "fiore all'occhiello" dell'Ente. Durante quei 4-5 anni ho alloggiato per lunghi mesi non lontano dal caro Colle, approfittando sia del contesto scientifico che della bellezza naturale dei dintorni.

*Sempre caro mi fu quest'ermo colle,  
e questa siepe, che da tanta parte  
dell'ultimo orizzonte il guardo esclude...*  
Giacomo Leopardi, L'infinito

## Bibliografia

- Battimelli G., Buccella F., Napolitano P. (2019), Raoul Gatto, a great Italian scientist and teacher in theoretical elementary particle physics, *Quaderni di Storia della Fisica*, 22 145-169.
- Casalbuoni R., Dominici D. (2018), Il maestro dei gattini. *Il Colle di Galileo*, Firenze: Florence University Press, 7 (2) 47-69.

Ademollo, who was soon to leave for two years as a visitor at Harvard, and told him what I had heard in Erice. This was the start of a collaboration that, having later extended to Hector Rubinstein and Miguel Virasoro, would lead to dual models (and a few years later to string theory).

The second, much more recent, is linked to the rebirth of physics at Arcetri (after the department moved to the science hub in Sesto Fiorentino) with the creation of the Galileo Galilei Institute (GGI). I followed its development and consolidation for several years, on behalf of the INFN, making my modest contribution to what is considered a "feather in the cap" of the organization. During those four to five years, I spent long months staying not far from my beloved Hill, taking advantage of both the scientific environment and the natural beauty of the surroundings.

*I always have felt fondness for this lonely hill  
and for this hedge which screens off  
such a large part of the furthest horizon.*  
Giacomo Leopardi, Infinity  
Bibliography

- Battimelli G., Buccella F., Napolitano P. (2019), Raoul Gatto, a great Italian scientist and teacher in theoretical elementary particle physics, *Quaderni di Storia della Fisica*, 22 145-169.
- Casalbuoni R., Dominici D. (2018), Il maestro dei gattini. *Il Colle di Galileo*, Florence: Florence University Press, 7 (2) 47-69.
- Maiani L. (2008), *Fisico: andare a caccia di particelle*. Bologna: Zanichelli.

- Maiani L. (2008), *Fisico: andare a caccia di particelle*. Bologna: Zanichelli.  
 Maiani L., Ricci R.A. (2017), In ricordo di Raul Gatto (1930-2017). *Il Nuovo Saggiatore*, Bologna:SIF.  
 Preparata G. (2002), *Dai quark ai cristalli*. Torino: Bollati Boringhieri.

## Notes

- <sup>1</sup> La scuola di Gatto ad Arcetri viene ricordata anche in (Preparata 2002) e in (Maiani 2008).  
<sup>2</sup> Sulla figura e sul ruolo scientifico di Gatto vedi (Maiani 2017), (Casalbuoni e Dominici 2018) e (Battimelli, Buccella, Napolitano 2019).

Gabriele Veneziano è Membro onorario del CERN, Ginevra, e Professore emerito al Collège de France, Parigi. È stato ricercatore e professore presso prestigiose istituzioni, in particolare presso l'Istituto Weizmann dal 1972 al 1976, il CERN dal 1978 al 2007 e il Collège de France dal 2004 al 2013. È membro dell'Accademia delle Scienze di Torino, dell'Accademia Nazionale dei Lincei e dell'Académie de France. Dopo aver proposto in un suo lavoro del 1968 il cosiddetto *modello di Veneziano*, ha contribuito in modo cruciale sia all'origine che allo sviluppo della teoria delle stringhe. Per i suoi contributi ha ricevuto numerosi riconoscimenti, tra i quali i premi Pomeranchuk di ITEP, Dannie Heineman di American Physical Society, Enrico Fermi della Società Italiana di Fisica, la Medaglia Einstein della Albert-Einstein Gesellschaft, l'Oskar Klein Memorial Medal di Stockholm University, la Medaglia Dirac dell'ICTP e la Medaglia Amaldi della SIGRAV.

Maiani L., Ricci R.A. (2017), In ricordo di Raul Gatto (1930-2017). *Il Nuovo Saggiatore*, Bologna:SIF.  
 Preparata G. (2002), *Dai quark ai cristalli*. Turin: Bollati Boringhieri.

Gabriele Veneziano is an Honorary Member of CERN, Geneva, and Professor Emeritus at the Collège de France, Paris. He has been a researcher and professor at prestigious institutions, notably the Weizmann Institute from 1972 to 1976, CERN from 1978 to 2007 and the Collège de France from 2004 to 2013. He is a member of the Accademia delle Scienze in Turin, the Accademia Nazionale dei Lincei and the Académie de France. After proposing the so-called Veneziano model in one of his papers in 1968, he made a crucial contribution to both the origin and development of string theory. He has received numerous awards for his contributions, including the Pomeranchuk Prize of ITEP, the Dannie Heineman Prize of the American Physical Society, the Enrico Fermi Prize of the Società Italiana di Fisica, the Einstein Medal of the Albert-Einstein Gesellschaft, the Oskar Klein Memorial Medal of Stockholm University, the Dirac Medal of ICTP and the Amaldi Medal of SIGRAV.

## Notes

- <sup>1</sup> Gatto's school at Arcetri is also mentioned by Preparata (2002) and Maiani (2008).  
<sup>2</sup> On the figure and scientific role of Gatto see Maiani (2017), Casalbuoni and Dominici (2018) and Battimelli, Buccella, Napolitano (2019).